

УДК 55(1/9)

Павленко Юрий Васильевич
Yuriy Pavlenko



ПРИШИЛКИНСКАЯ МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА: СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ КРИТЕРИИ РУДОНОСНОСТИ

PRISHILKINSKY MINERAGENOUS AREA: STRUCTURAL-MATERIAL CRITERIA OF ORE CONTENT

Пришилкинская минерогеническая зона располагается на листах N-50, 51 и M-49, 50, протягиваясь в северо-восточном направлении по территории Восточного Забайкалья и Верхнего Приамурья на 850...900 км. Фрагменты этого уникального минерогенического подразделения выделялись ранее многими геологами, однако в полном объеме оно определилось в начале этого века в результате составления Государственных геологических карт Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 третьего поколения. Научный и практический интерес к данному крупному структурно-вещественному образованию связан с региональными структурными особенностями, благоприятными для формирования крупных месторождений и Транссибирской железнодорожной магистралью, проложенной вдоль или вблизи этой зоны с многочисленными полиминеральными объектами, включая крупные месторождения дефицитного минерального сырья. Однако созданная база геологической информации, призванная удовлетворить экономические условия развития России, все еще нуждается в уточнении, совершенствовании некоторых геологических положений, влияющих на эффективность прогнозных исследований, а также выбор первоочередных площадей поисковых работ и разведочных объектов. Площадь минерогенической зоны и её пространного обрамления характеризуется исключительно сложным геологическим строением, обусловленным длительным взаимодействием трех крупных геоблоков активной части земной коры. Неоднозначное толкование границ даже крупных блоковых структур, обусловленное, прежде всего, сложностью глубинного строения кристаллического фундамента, до сих

Prishilkinsky mineragenous area is located on the N-50, 51 and M-49, 50 sheets, stretching out in the north-eastern direction through the territory of East Transbaikalie and the Upper Amur region up to 850 ... 900 km. The fragments of this unique mineragenous unit were singled out previously by many geologists, but it was fully defined only in the beginning of this century as a result of the State Geological Maps of the Russian Federation compilation with the scale 1: 1,000,000 (third generation). Scientific and practical interest to this large structural-material formation is associated with regional structural features favorable for the formation of large deposits and the Trans-Siberian railway road, laid along or near this area with numerous poly-mineral objects, including major deposits of scarce minerals. However, the created informational base of geological information serves to meet the economic conditions of Russia development, but it still needs refinement, improvement of some geological positions influencing the effectiveness of forecasting researches and selection of priority areas of prospecting and exploration projects. The area of mineragenous zone and its frame is characterized by exceptionally complex geological structure, caused by long-term interaction of three major geo-blocks of the earth's crust active part. Ambiguous interpretation of boundaries of even large block structures is determined, primarily, by the complexity of the deep structure of crystalline basement, still expressed in the difference of tectonic and mineragenous zoning schemes of the vast territory. Such a scheme in the article devoted to the Eastern Transbaikalie meets modern ideas of a large circle of geologists-surveyors. The great attention and study deserve multiple direct and indirect criteria of ore content of geological forma-

пор выражается в различии схем тектонического и минерагенического районирования обширной территории. Такая схема в статье по Восточному Забайкалью отвечает современным представлениям большого круга геологов-съёмщиков. Наибольшее внимания и изучения заслуживают многочисленные прямые и косвенные критерии рудоносности геологических образований. Обзорный характер статьи предполагает необходимость рассмотрения только наиболее важных, недостаточно освещенных в литературе критериев связи геологического объекта и его рудоносности, в числе которых приведены критерии рудоносности динамометаморфических комплексов, основных структур кристаллического фундамента, локальных геологических структур и минерагенического районирования

Ключевые слова: Пришлунская минерагеническая зона, критерии рудоносности, динамометаморфические комплексы, структуры кристаллического фундамента, рудоносность локальных структур, минерагеническое районирование, Восточное Забайкалье, Верхнее Приамурье, N-50, 51, M-49, 50

tions. The review character of the article suggests the need to consider only the most important, but deeply observed in the literature, the criteria of geological object and ore content connection, including the criteria of ore content of dynamometamorphic complexes, the main structures of crystalline basement, local geological structures and mineragenous zoning

Key words: Prishlunsky mineragenous zone, ore content criteria, dynamometamorphic complexes, crystalline basement structure, ore content potential of local structures, mineragenous zoning, Eastern Transbaikalie, Upper Amur region, N-50, 51, M-49, 50 sheets

По тектонической систематике минерагеническая зона (МЗ) соответствует структурно-формационному комплексу (СФК), выделенному по геологическому строению, и комплексу рудоносных формаций. Она характеризует результативность, продуктивность отдельных формаций и комплекса в целом на различные виды полезных ископаемых. Как часть учения о полезных ископаемых, изучающая устойчивые пространственные, временные и генетические связи оруденения (месторождений) с геологическими образованиями различных иерархических уровней, масштабов, порядков, минерагения характеризует закономерности размещения оруденения (месторождений) в пространстве и во времени [11]. Структурными элементами минерагенической зоны являются рудные районы, узлы, поля, месторождения, проявления полезных ископаемых и пр., соот-

ветствующие структурно-формационному комплексу, история геологического развития которого предопределила тип минерагенической специализации [9, 16].

Отличительные признаки развития минерализации, которые могут быть использованы при оценке рудоносности в пределах изучаемых участков недр, представляют совокупность прямых и косвенных критериев рудоносности геологических образований. По характеру связи геологический объект → его рудоносность иерархия систем геолого-структурных элементов и рудных скоплений, обеспечивающая выявление связей между ними, включает структурные, вещественные, геохронологические и генетические признаки. Далее рассматриваются прогнозные критерии рудоносности на уровне минерагенической зоны, рудных районов и узлов.

1. Сведения о минерагении Восточного Забайкалья

Пришилкинская МЗ и её одноименный СФК являются составляющими Восточно-Азиатского суперрегиона – ансамбля геоблоков, ограниченного межгеоблокковыми шовными структурами [24]. Суперрегион включает Сибирскую и Северокитайскую древние платформы, а также протяженный Центрально-Азиатский подвижный пояс, разделяющий молодые (каледонские) платформы.

Сложность геологического строения региона и Пришилкинского СФК обусловлена расположением на стыке крупных тектонических структур: юго-восточной частью Сибирской платформы (Алдано-Становой геоблок), восточной – Саяно-Байкальской складчатой области (Байкальский геоблок) и западной – Монголо-Охотской складчатой области (Амурский геоблок). Алдано-Становой геоблок, активизированный в позднем палеозое и мезозое, сформировался на консолидированном раннедокембрийском основании, кристаллический фундамент других геоблоков подвергся, начиная с рифея, неоднократной активизации, деструкции с образованием структур типа эв- и миогеосинклинальных прогибов; фундаменты характеризуются повышенной проницаемостью, многократным проявлением магматизма, метаморфизма и накоплением сиалических элементов.

Крупным структурным элементам земной коры соответствуют минерагенические подразделения – провинции (пояса), субпровинции, области (зоны) и др. [9], как территории устойчивых пространственных, временных и генетических связей оруденения различных иерархических уровней, масштабов, порядков [11]. В Восточном Забайкалье выделяются части трех минерагенических провинций, а в них – 10 субпровинций [17] (рис. 1). Пришилкин-

ские СФК и МЗ ассоциируют с межблоковой мобильной зоной со специфической полихронной раздвиго-сдвиговой геодинамикой, Аргунская субпровинция связана с пассивноокраинными террейнами, Агинская – с группой террейнов аккреационных призм [4-6].

В результате субдукции Байкальского и Амурского геоблоков формировалась Онон-Борщовочная межгеоблокковая мобильная система (террейн), характеризующаяся наибольшей геолого-структурной сложностью. Система контролирует пространственное распространение ареала магматизма, складчато-сдвиговых дислокаций, интенсивного динамометаморфизма, тектонического линзования, меланжа, сгущивания блоков пород, сгущения элементов дизъюнктивной и складчатой тектоники, особенно характерных для крупных (шовных) разломов.

Примечательно, что Онон-Борщовочная мобильная система и Пришилкинская структурно-мобильная зона смятия [5] находятся в области влияния надрегиональной субмеридиональной зоны Вебирс [24], которая сопровождается зонами тектонического меланжа, надвигов, динамометаморфизма, одновременно является восточным звеном Байкало-Муйской межгеоблокковой зоны смятия. Юго-западным продолжением системы Вебирс, возможно, является Онон-Туринский разлом [6].

Полихронный гетерогенно-блоковый Пришилкинский структурно-формационный комплекс сочленения геоблоков представляет подвижную геоблокораделяющую систему в междуречье Шилка – Торга – Белый и Черный Урюмы, наложенную на пограничные участки геоблоков и окончательно оформленную в позднем мезозое.

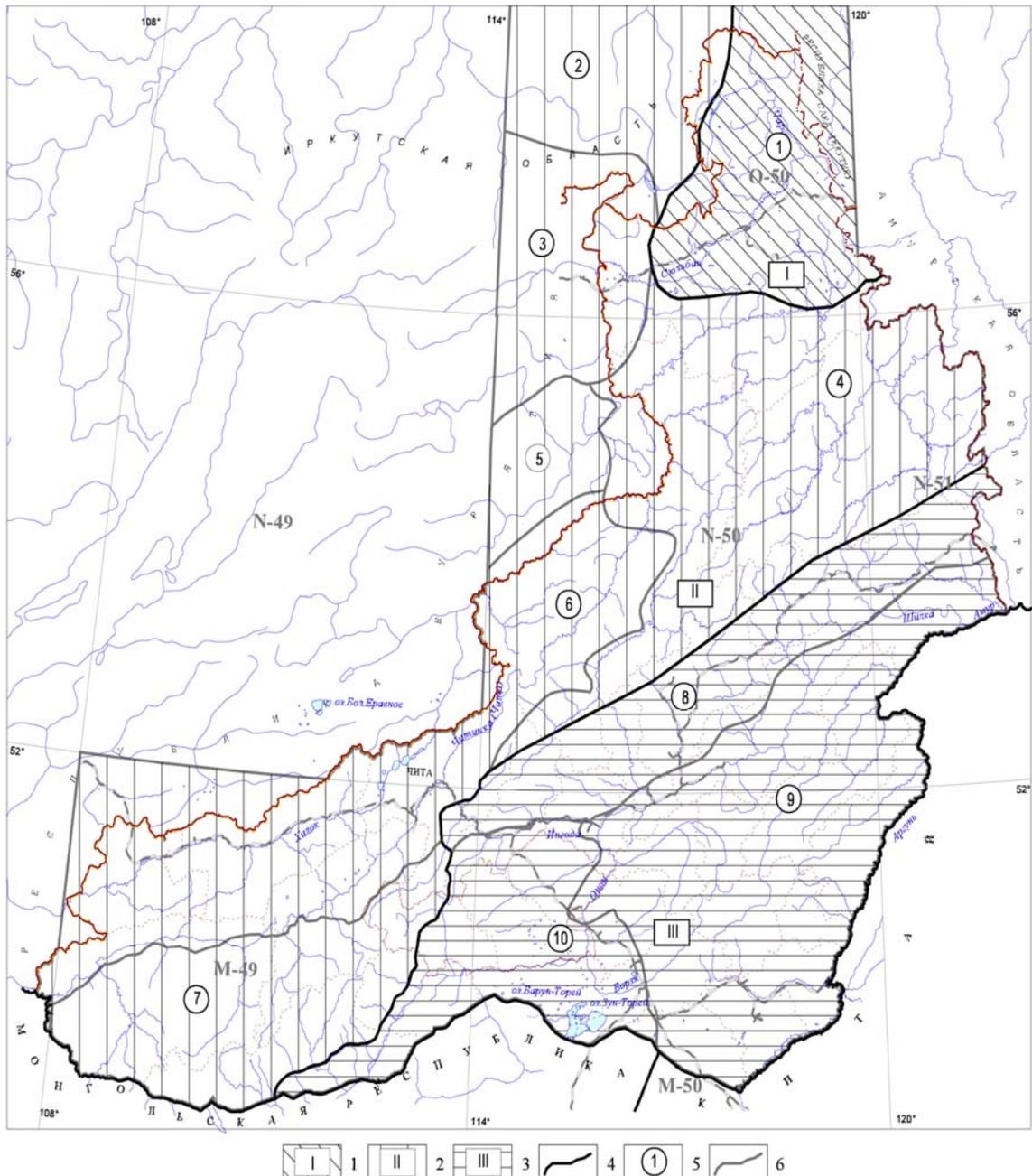


Рис. 1. Главные минерагенические подразделения Восточного Забайкалья:

1-3 – Минерагенические провинции (цифры в прямоугольниках): I – Алдано-Становая, II – Саяно-Байкальская, III – Монголо-Забайкальская; 4 – границы минерагенических провинций; 5 – минерагенические субпровинции (цифры в кружках): 1 – Алданская (Cu, Fe, Ti, Au, R, TR), 2 – Байкало-Патамская (Au, Pb, Zn), 3 – Байкало-Витимская (Au, Pb, Zn), 4 – Западно-Становая (Au, Mo, W, R, TR), 5 – Баргузино-Витимская (W, Mo, Sn, R), 6 – Селенгино-Витимская (W, Mo, Pb, Zn, Cu, Au, R), 7 – Хэнтэй-Даурская (Au, W, Mo, Sn, R), 8 – Пришилкинская минерагеническая зона (Au, Mo, Sb, R, fl), 9 – Аргунская (R, Mo, W, Sn, Cu, Au, fl), 10 – Агинская (W, Au, Sb, Hg, R); 6 – границы минерагенических субпровинций, областей, зон

Примечание: Кроме Пришилкинской минерагенической зоны (межблоковой системы) некоторые исследователи выделяют аналогичные Олекминскую, Калар-Калаканскую, Муйскую, Куналейскую, Агинско-Борщевочную, Приаргунскую и Верхнеамурскую зоны ((системы), Хэнтэй-Даурский мегаблок они относят к Байкальскому геоблоку

Главной особенностью этого комплекса является современное ещё не полностью осознанное, а потому неоднозначное толкование его принадлежности к крупным геологическим и минерагеническим подразделениям. С одной стороны, согласно структурно-формационному районированию, площадь Пришилкинского СФК отнесена к Селенгино-Яблоновой складчатой системе Саяно-Байкальской складчатой области, а по минерагеническому – Пришилкинская МЗ входит в состав Западно-Становой субпровинции Саяно-Байкальской минерагенической провинции [4], с другой – по районированию раннедокембрийского кристаллического фундамента земной коры, предопределяющего историю геологического развития, эта площадь принадлежит Аргуно-Верхнеамурскому мегаблоку с ограниченным развитием гнейсогранитового слоя [15], а проявленная на этой площа-

ди мезозойская эндогенная минерализация практически идентична таковой Агинской и Аргунской субпровинций Монголо-Забайкальской минерагенической провинции [5]. Мезозойская минерализация на этой территории Забайкалья формировалась в период, когда Саяно-Байкальская область и Аргунский мегаблок представляли единую крепко спаянную земную кору, поэтому минерализация контролировалась единой системой глубинных флюидопроницаемых структур [18, 19, 21]. На этом основании в легенду Алдано-Забайкальской серии, геологические и минерагенические схемы целесообразно внести коррективы, обратив особое внимание на ведущую роль в геологической истории геоблоков их особенностей строения кристаллического фундамента, во многом предопределившего минерагеническую специализацию.

2. Пространственные (структурно-вещественные) критерии рудоносности

По литературным данным [4, 5, 6, 7], Пришилкинская МЗ и одноименный СФК представляют единую структурно-мобильную зону смятия, границы которых, однако, существенно расходятся. С точки зрения минерагении в границы комплекса не включены краевые субдукционно-коллизийные системы разрывных нарушений северных геоблоков и сопровождающие их зоны повышенной трещиноватости, которые продуктивно использованы наложенными рудоносными растворами, т.е. не включена рудоносная формация, вмещающая промышленно ценную минерализацию, не связанная с геологической формацией. Площади развития этой формации (площадь интерференции) представлены пунктами минерализации, проявлениями полезных ископаемых, вторичными и первичными ореолами рассеяния химических элементов и пр., а также зонами гидротермально измененных пород, развитыми на участках повышенной проницаемости для гидротерм. Ширина полосы развития

рудовмещающей формации определяется рядом локальных факторов, изменяется от первых километров до, как минимум, сотни километров. Она прямо связана с участками изменения простирания крупных глубинных разрывов и, вероятно, более значимо – с углом падения главной плоскости сместителя; меньшему углу падения соответствует большая ширина.

Данный фактор служит критерием выявления и оценки рудоносности скрытых пологих надвигов, предполагаемых в Алдано-Становом геоблоке. Здесь в районе Тунгирской верхнемезозойской впадины наблюдается бифуркация Пришилкинской минерагенической зоны, выражающаяся в разделении её на северо-восточную часть (слабо выраженную), прослеживающуюся до Джелтулакского разлома, и субширотную, основную часть, продолжающуюся на восток по левобережью Амура вслед за главным Могоча-Сергачинским разломом (рис. 2).

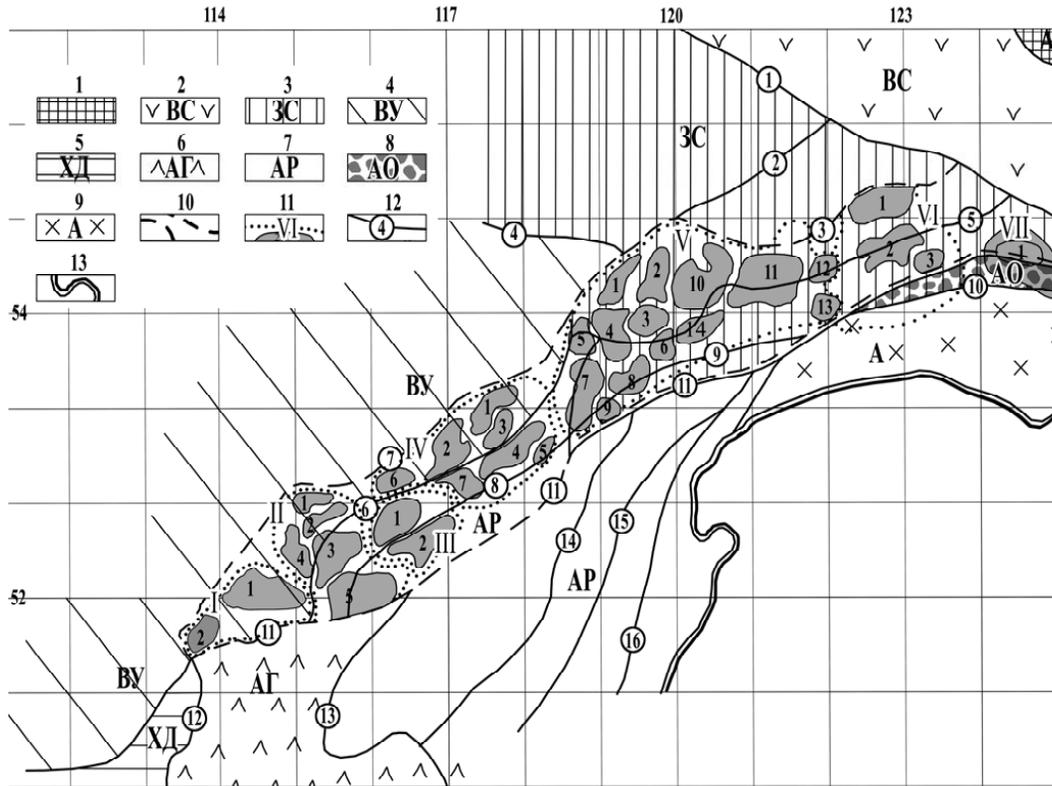


Рис. 2. Схема структурно-формационного районирования Восточного Забайкалья и Верхнего Приамурья [4-7 с дополнением автора]:

1-7, 9 – Структурно-формационные зоны (буквенное обозначение): 1-3 – Алданского (Алдано-Станового) щита Сибирской платформы. 1 – Алданская (Южно-Алданская) – (А), 2 – Восточно-Становая – (ВС), 3 – Западно-Становая – (ЗС); 4 – Витимо-Урюмская – (ВУ) Селенгино-Яблоневой складчатой системы Саяно-Байкальской складчатой области; 5-7 – Монголо-Забайкальская складчатая система одноименной складчатой области Амурского геоблока. 5 – Хэнтэй-Даурская – (ХД), 6 – Агинская – (АГ), 7 – Аргунская – (АР); 8 – Амуро-Охотская складчатая область: 9 – Бурейская (Гонжинская) – (А) Амурской складчатой системы, 10 – границы Пришилькинско СФК и минералогической зоны, 11 – рудные районы (римские цифры) и узлы (арабские цифры) Пришилькинской минералогической зоны. I – Кручининский (R, Ti, Au): 1 – Семёновский (Au, W), 2 – Кручининский рудно-россышной (Ti, Au); II – Дарасунский рудно-россышной (Au, fl, Mo): 1 – Усулинский (fl, Fe), 2 – Улунтуйский (fl), 3 – Дарасунский (Au, Ag, Mo), 4 – Эдакуйский (Au, Mo), 5 – Киинский (Au, Mo); III – Оловский (U, Mo): 1 – Зюльзинский (U, Mo), 2 – Оловский (U, Mo, W); IV – Жирекенский рудно-россышной (Mo, Cu, Au): 1 – Кочковатый (Mo, U), 2 – Маректинский (Mo, U, fl), 3 – Арчикийский (Au), 4 – Ульяканский (Mo, U, fl), 5 – Делинда-Шахтайский (Au), 6 – Берейнский (Mo, W, Au), 7 – Жирекенский (Mo, Cu); V – Могочинский рудно-россышной (Au, Mo, Cu, Sb): 1 – Джекдачинский (Mo, Au), 2 – Бугарихтинский (Mo, Au), 3 – Верхне-Амазарский (Au), 4 – Урюмский (Au, Mo, Cu), 5 – Итакинский (Au, Sb), 6 – Олонгринский (Au, Sb, U), 7 – Амуджиканский (Mo, Au, U), 8 – Давенда-Ключевский (Au, Mo, Cu), 9 – Горбичанский (Mo, W), 10 – Бухтинский (Au, Mo), 11 – Десинско-Кулинский (Au, Mo), 12 – Урка-Урушинский (Au, Ag, W), 13 – Среднеуркинский (Au), 14 – Большемогочинский (Au, Mo); VI – Хайктинский рудно-россышной (Mo, Au): 1 – Тогоминский (Mo, Au, Ag), 2 – Березитовый (Au, Ag, Mo, U), 3 – Монголийский (Mo, Au); VII – Соловьёвский рудно-россышной узел (Au); 12 – глубинные разрывные нарушения (номера в кружках): 1 – Желтулакский, 2 – Тунгиро-Моготский, 3 – Бухта-Бурпалинский, 4 – Джилинда-Могочинский, 5-6 – Монголо-Удский в составе: 5 – Могоча-Сергучанского, 6 – Дарасун-Могочинского, 7 – Нерчинско-Нерчуганский (система), 8 – Могоча-Бушулейский, 9 – Утаканский, 10 – Южно-Тукурингрский, 11 – Монголо-Охотский с северной и восточной ветвями, 12 – Онон-Туринский, 13 – Восточно-Агинский, 14 – Куренгинский, 15 – Борзя-Газимурский, 16 – Пограничный; 13 – государственная граница России

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности более полного учета влияния на рудоотложение динамомета-

морфических комплексов как класса структурно-вещественных образований, несущего значимую минерагеническую нагрузку.

2.1. Критерии рудоносности динамометаморфических комплексов

Динамометаморфические образования – широко распространенные комплексы региона, выявленные и изученные в последние годы преимущественно на территории Юго-Восточного Забайкалья [23]. Многочисленные прямые признаки и структурно-геологические позиции предполагают существенно большее развитие этих комплексов также в Пришилкинской МЗ и более значимую их роль в локализации эндогенного оруденения, чем это отражено в литературе по СФК.

В Юго-Восточном Забайкалье динамометаморфические комплексы образуют региональные пояса первого порядка, зоны линейных дислокаций, которые служили «подводящими каналами» для рудных компонентов (рис. 3). Динамометаморфиты слагают широкие ареалы благоприятных для рудообразования эпипород метасоматических формаций. С этих позиций Пришилкинский СФК представляет крупную зону повышенной проницаемости пород, концентрации тектонических движений, полиметаморфических, гидротермально-метасоматических и магматических процессов, связанных с разгрузкой эндогенной энергии, глубинных рудоносных флюидов и перераспределением потоков вещества в верхней части земной коры.

Неоднородность потока рудоносных флюидов обусловлена пульсационной природой источника, мощностью дислокационной зоны, параметрами крупных блоков пород субстрата, тектонического меланжа и другими структурными особенностями.

С точки зрения структуры этот комплекс сочетает гигантские дуплексы, мощные зоны тектонитов и тектонических меланжей в составе Онон-Джелтулакского раздвиг [20]; динамометаморфиты составляют около половины его объема. Размеры дуплексов определяются тремя основными

системами разрывов: северо-восточного направления ($30...50^\circ$) с регулярностью чаще 15...30 км, субширотного – с регулярностью 20...35 км и северо-западного ($320...340^\circ$) – нерегулярных. Поскольку интенсивность развития систем разрывов падает в порядке перечисления, среднее простирание Пришилкинского СФК соответствует $65-75^\circ$ и в значительной степени определяется, вероятно, разрывами окраин геоблоков. Примечательно, что первая группа разрывов преимущественно надвигового типа характеризуется надвиганием северных (висячих) крыльев (пластин) на южные; амплитуды надвигов, вероятно, составляют первые сотни метров. Морфология дуплексов очень сложная, определяется сочетаниями отдельных сегментов, образованных разнонаправленными разрывами с разными невыясненными амплитудами перемещения сегментарных блоков. О значительной амплитуде перемещения отдельных дуплексов можно догадываться по контрастному гравитационному полю, лишь в одном случае горизонтальную амплитуду смещения субширотного разрыва (надвига северного падения) можно предполагать в 45 км (сместитель – Дарасун-Могочинский разлом).

По аналогии с динамометаморфическим комплексом Восточного Забайкалья [23] Пришилкинский СФК представляет крупный фрагмент мощного пояса динамометаморфических пород зеленосланцевой фации, внешне похожих на метаосадочные, метавулканические сланцы – продукты регионального метаморфизма. Образование пояса обусловлено сдвиго-надвиговыми дислокациями при субдукции геоблоков, сопровождалось формированием сложной системы бластотектонитов, маркирующих структурных швов.

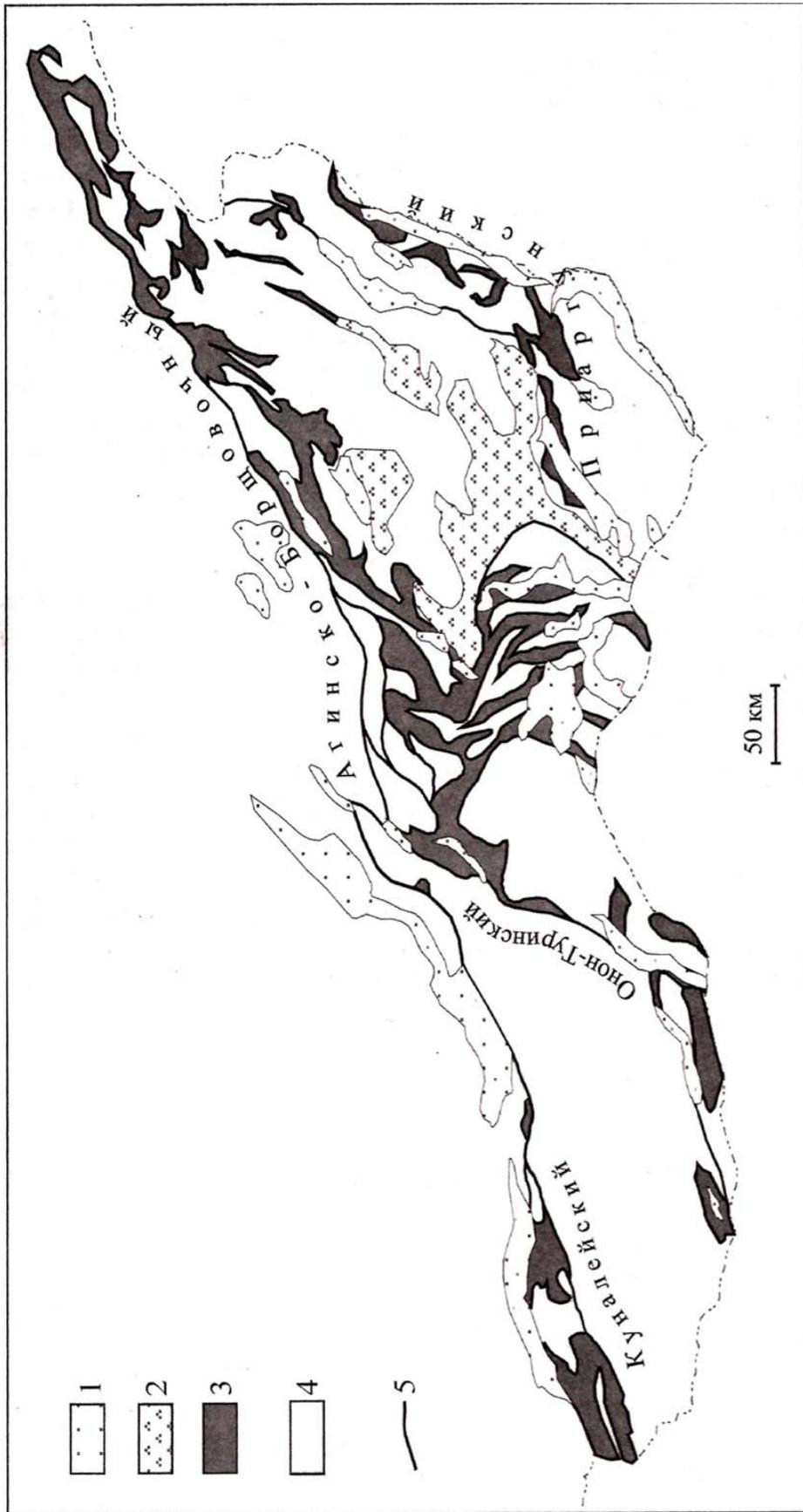


Рис. 3. Динамометаморфические пояса Восточного Забайкалья (зеленосланцевая фация) [23]:

1 — верхнемезозойские и кайнозойские отложения, 2 — основные площади распространения ниже-среднеюрских отложений, 3 — динамометаморфические пояса, 4 — преимущественно плутонические и супракрустальные образования домезозойского фундамента, мезозойские магматические породы, 5 — структурные швы

Комплексе типичен для краевых разломов литосферных блоков, структурных швов, сутур, разломных зон и т.п. [22, 23]. В краевых частях и в ближайшем обрамлении древних массивов, где на протяжении нескольких эпох проявлялись контрастные тектонические движения и магматизм, отмечена повышенная экстенсивность и интенсивность оруденения; частота встречаемости средних и крупных месторождений в краевых и внутренних частях древних глыб, переработанных в условиях орогена, оценивается примерно как 2:1 [23].

В Юго-Восточном Забайкалье в динамометаморфических зонах расположены рудные месторождения, большей частью парагенетически связанные с юрским и меловым магматизмом: Спокойнинское (W), Шерловогорское (Sn, Pb, Zn), Уронайское (W, Au, Cu, Bi), Барун-Шивеинское (W, Hg, Sb), Завитинское (Li), Балейское и Тасейское (Au, Ag), Апрельковское (Au), Пешковское (Au, W), Казаковское (Au), Усть-Карское (Au), Кличкинское (Pb, Zn) и другие, а также Нерчинский (Hg, Sb), Холоджиканский и другие рудные узлы (Au). К Агинско-Борщовочному динамометаморфическому поясу, например, приурочены многочисленные мелкие проявления и геохимические аномалии золота, плотность размещения которых заметно выше, чем за пределами пояса [22]. Поскольку основные рудные процессы региона связаны с позднемезозойским рифтогенезом, проявленные низкотемпературные рудно-формационные типы значительно оторваны от деформаций общего сжатия, обусловивших первичную мобилизацию рудных компонентов.

Таким образом, связь оруденения с динамометаморфическими поясами на уровне крупных металлогенических поясов и зон проявлена достаточно отчетливо. Необходимым предварительным этапом в этом процессе является сжатие вдоль границ литосферных плит [25, 26].

В динамометаморфическом комплексе флюидный режим эволюционирует от резко восстановительного к серно-щелочно-кремнисто-водно-углекислому и включает

обязательную стадию углеродистого метасоматоза («черносланцевая формация»). С углеродизированными, базифицированными и другими метасоматическими породами по динамосланцам — промежуточными концентраторами рудного вещества — связано накопление золота (до 120 кларков), серебра (до 50 кларков), молибдена, мышьяка, сурьмы, меди, свинца, цинка, вольфрама, кобальта, никеля и других элементов, а также формирование специфических золоторудных месторождений прожилково-вкрапленного типа.

По направленности метаморфизма тектониты Восточного Забайкалья разделяются на регрессивные (диафориты), сформировавшиеся в процессе динамометаморфизма плутонических, высокометаморфизованных и эффузивных пород, и прогрессивные — продукт преобразования осадочных пород. Раннедислоцированные собственно метасоматические породы представлены продуктами кварцитизации и мраморизации тектонитов кристаллических и осадочных пород, позднедислокационные — углеродизитами, биотитизированными тектонитами и поликомпонентными метасоматитами, связанными с глубинными основными и плутонно-метаморфическими процессами [23].

По мнению И.Н. Томсона и др. [10, 14, 26], в отдельных фациях углеродизитов можно ожидать высокие концентрации платиноидов, молибдена, вольфрама, серебра, селена и других элементов, а Ф.А. Летников и др. [12] установили совместный перенос золота, платины и углерода в восстановительных флюидах глубинного происхождения. По С.В. Горяйнову [3], в зонах линзовидно-пластинчатого мегамеланжа гранитного состава ранние углеродизиты последовательно замещаются пропилитами, березитами (продуктивными на золото) и аргиллизитами. Известны другие примеры связи зон углеродизитов с тонкорассеянной сульфидной минерализацией (пирит, пирротин, галенит, сфалерит и др.) и повышенной концентрацией благородных металлов, а также графит-ильменитовые метасоматиты с высокими содержаниями

титана [8], ванадия, меди, молибдена, теллура и других элементов. В углеродистых сланцах и скарнированных известняках верхнепротерозойской быркинской свиты в борту Восточно-Урулонгуйской впадины выявлена колчеданная стратиформная минерализация с содержанием золота 0,2 г/т, серебра – 0,2...1 г/т, меди – до 0,1 % [2]. В графитизированных и сульфидизированных сланцах Балейского рудного района присутствуют золото (0,5...3 г/т), пирит, халькопирит, киноварь, мышьяк, свинец, цинк, медь, сурьма, литий, ванадий, хром и никель [13].

Выделено семь типов геолого-структурных позиций динамометаморфитов, определяющие развитие разнотипного оруденения в забайкальской части Амурского геоблока [22]:

– линейные и дугообразные зоны динамосланцев с прожилково-вкрапленной минерализацией и преимущественно согласными телами рудоносных вторичных кварцитов либо кварцевыми жилами (Барун-Шивия, Нерчинский узел);

– линеаризованные зоны терригенного меланжа с преобладающим бластоультрамитонитовым матриксом и с приуроченными к ним мощными проявлениями углеродизации и карбонатизации, сопровождающиеся согласными поясами лампрофир-диабазовых «малых интрузий» (Кличка, возможно, Кадая и Нерчинскозаводская группа месторождений);

– зоны мегамеланжа (в том числе серпентинитового) с подчиненным количеством динамосланцевого матрикса, сопровождающиеся тектоническими брекчиями по породам кристаллического фундамента и осадочного чехла и вмещающие штоки и лакколиты рудоносных гипабиссальных гранитов и гранит-порфиоров (Шерловая Гора, Спокойнинский рудный узел);

– зоны углеродизации, базификации и окварцевания апогранитоидных и апок-

ристаллосланцевых динамометаморфитов в раме автохтонных гранитных плутонов (очагов плутонометаморфизма) с жильной, сетчато-линзовидной либо прожилково-вкрапленной золотой минерализацией (Казаковское месторождение);

– зоны углеродизации, базификации, окварцевания и карбонатизации на периферии динамометаморфической рамы автохтонных гранитных плутонов, вмещающие интрузивные тела рудоносных гранитоидов (Пешковский, Апрельковский рудные узлы);

– сланцевые купола грейзенизированных динамометаморфитов над нескрытыми апикальными частями автохтонных гранитных плутонов, вмещающие согласные и секущие тела редкометалльных пегматитов (Завитинское рудное поле);

– сланцевые воронки, образованные метасоматически измененными динамометаморфитами, контролирующими структуру пучков золото-полиметаллической минерализации (Пешковское рудное поле).

Представленный обзор не оставляет сомнения, что дислокационно-метаморфические структуры (бластотектониты, тектонические меланжи, мегамеланжи) являются особым, межгеоблоковым типом минерагенической обстановки. К динамометаморфическим дислокационным структурам пространственно приурочены территории повышенной экстенсивности и интенсивности эндогенного оруденения, в том числе наиболее дефицитных благородных и цветных металлов. Возможным влиянием динамометаморфических комплексов на морфологию минеральных тел, экстенсивность, интенсивность оруденения, формирование структурно-вещественных особенностей объясняется своеобразие Могочинского рудного района, локализованного в наиболее тектонически напряженном участке взаимодействия геоблоков (рис. 2).

2.2. Критерии рудоносных основных структур кристаллического основания

Структуры Пришилкинского комплекса и его обрамления развивались на переработанном докембрийском фундаменте и раннепалеозойском стабилизированном цоколе. Поскольку главным направлением геологической эволюции территории в кренте являлась деструкция древних платформ, развитие наложенных структур предопределялось неоднородными структурами кристаллического фундамента; сочетанием этих структур создавались сложные геологические неоднородности уже в начальные периоды развития региона. Неоднородности основания архейского-раннепротерозойского фундамента наиболее проявлены в Могочинской раннеархейской глыбе Алдано-Станового геоблока, а в Байкальском геоблоке преобладали многочисленные блоки-реликты наложенных терригенных, карбонатно-терригенных, вулканогенно-терригенных прогибов и впадин геосинклинальных комплексов верхнего протерозоя-нижнего кембрия. Примечательно, что относительно реликтовых блоков палеозойские гранитоиды формировались преимущественно в обрамлении; это касается и Амурского геоблока. Наложённые комплексы завершались консолидацией, наращиванием обновленного фундамента, который в процессе тектономагматической активизации преобразован в орогенные структуры.

Намечаются следующие особенности формирования и пространственного размещения структурно-формационных комплексов активизации и орогенеза:

- наибольшее количество рудоносных плутонов позднепалеозойских и мезозойских комплексов сложного петрографического и минерального составов локализовано в обрамлении древнейших глыб;

- внутренние структуры гранитогнейсовых валов соответствуют раннедокембрийским блоковым зонам;

- структурно-формационные зоны предопределили степень раздробленности кристаллического фундамента и характер последующей тектономагматической эволюции;

- на границах геоблоков, блоков, глыб и в ближайшем их обрамлении в результате высокой активности краевых глубинных разломов наиболее контрастные тектонические движения и процессы позднепалеозойского – мезозойского эндогенного рудообразования проявлены в Джиллинда-Могочинской, Урюмской, Могоча-Бушулейской, Пришилкинских зонах разломов и в Монголо-Охотской сдвигово-надвиговой системе; Джиллинда-Могочинская и Могоча-Бушулейская зоны характеризуются значительными объемами гранитоидных плутонов раннего, позднего палеозоя и мезозоя. На примерах многостадийных Кручининского, Дарасунского, Итакинского, Уконикского, Амазарканского, Алексеевского месторождений наиболее благоприятными для локализации оруденения являются краевые зоны и обрамления блоков первого порядка.

По физическим свойствам пород до глубины 15...20 км в объемной модели развития земной коры и процессов рудообразования, протекавших в недрах Юго-Восточного Забайкалья, выделены разноранговые структуры (мегаблоки, блоки, межблоковые зоны, тектонические нарушения и другие геологические объекты). В гранитизированных блоках кристаллическая кора имеет «слоистое», часто аллохтонное залегание слоев переменной мощности. Фемические же блоки-максимумы гравитационного поля представлены выступами гнейсодиоритового слоя, незатронутыми гранитизацией или гранитизированными, но только в верхней части разреза комплексами пород, а также интрузивными породами среднего и основного состава. Сиалические блоки-минимумы гравитационного поля представлены массивами гранитоидов. Прочие блоки какими-либо характерными особенностями гравитационного поля не фиксируются. В выступах пород фундамента природа гранодиоритов, гранитов, гнейсовидных гранитов, гранитогнейсов, диоритогнейсов, содержащих скиалиты метаморфических пород, мигматитов, диоритоподобных пород, установле-

на как метаморфогенно-метасоматическая. Эти породы слагают гранитогнейсовые купола, которые по своей сути представляют полихронные метаморфогенно-метасоматические плутоны. Пространственное совмещение поздних гранитоидных массивов с полихронным гранитообразованием свидетельствует о наличии единых глубинных очагов интенсивного притока эндогенного тепла, в различной степени участвующего в формировании и структурно-формационных комплексов, и сопровождающего их эндогенного оруденения.

Компьютерный анализ взаимосвязи оруденения с самыми различными структурами, слоями, комплексами, формациями и другими достаточно убедительно свидетельствует о приуроченности оруденения к структурам, которые более наглядно проявляются в виде составляющих гравитационного поля раннедокембрийского кристаллического фундамента первого, второго и третьего порядков. В строении верхней части земной коры до глубины 15-20 км они являются наиболее характерными образованиями [21].

Значение региональной Монголо-Удской гравитационной ступени (линейной структуры первого порядка) заключается не столько в рудоконтролирующем ее характере, сколько в ограничении пространственного размещения гравитационных структур других порядков. На участках сочленения с такими структурами в самой шовной структуре локализуются достаточно крупные промышленные месторождения.

В Амурском геоблоке Восточно-Забайкальский ареал-плутон и его краевая часть представляют полихронную очаговую структуру раннего докембрия второго порядка, которая многократно активизировалась в последующие эпохи. Рудогенерирующее значение ареал-плутон очевидно. С ним связано оруденение Аргунской, значительной части Агинской минерагенических субпровинций, а также Пришилкинской минерагенической зоны.

Структуры третьего порядка, характеризующие морфологические особенности

самого ареал-плутон и его обрамления, представлены крутопадающими линейными межблоковыми глубинными зонами, которые не выходят за пределы Моголо-Удского шва, в том числе и северо-западные-субмеридиональные структуры в пределах Пришилкинского СФК, подчеркивая принадлежность всех трех минерагенических подразделений к единому, Амурскому, геоблоку. Межблоковые зоны характеризуются наиболее контрастными анизотропными свойствами пород, являются магистральными путями миграции тепловых потоков, различных продуктов гранитизации пород, флюидов, газов, гидротерм и рудного вещества, о чем свидетельствует пространственная совместимость их с экстенсивностью распространения мультиметалльного оруденения Юго-Восточного Забайкалья (рис. 4).

Таким образом, основными структурами кристаллического фундамента Восточного Забайкалья, определяющими минерагению Амурского геоблока, являются Монголо-Удский шов и Восточно-Забайкальский ареал-плутон с его обрамлением. «Высокая степень рудоносности шва и мультиметалльный спектр полезных ископаемых объясняется тем, что он делит два крупнейших мегаблока кристаллического фундамента с резко контрастным составом, имеет глубокое заложение, длительную историю развития, с ним связаны многочисленные разновозрастные рудоносные интрузии гранитоидов и габброидов» [1]. Ареал-плутон характеризуется прогрессивным нарастанием мощности гнейсогранитового слоя от периферии к центру (до 11 км), в зонах его обрамления (ширина 70...140 км) преобладают породы гнейсодиоритового слоя, мощность же гнейсогранитового слоя незначительная. Ареал-плутон на уровне 5-километрового среза имеет площадь около 30 000 км² и форму вытянутого в северо-восточном направлении ромбовидного овала.

Ареал-плутон и его обрамление геологически отвечают крупной Восточно-Забайкальской импактной структуре (диаметр около 300 км) [21]. Она имеет

эллипсоидный чашеобразный профиль дна и сопровождается кольцевыми поднятиями гнейсодиоритового комплекса вокруг центрального Газимурского блока. От эпицентра к периферии кровля гнейсодиоритового слоя (комплекса) воздымается, образуя местами ступени между мегаблоками с различной средней глубиной кровли и, соответственно, с различной степенью ре-

гионального метасоматического гранитообразования. От внешней границы кольца кровля этого слоя вновь погружается. Гравитационная структура характеризуется пониженным уровнем поля, очень сложным мозаичным слоисто-блоковым строением гранитизированного фундамента и интенсивной тектонической нарушенностью.

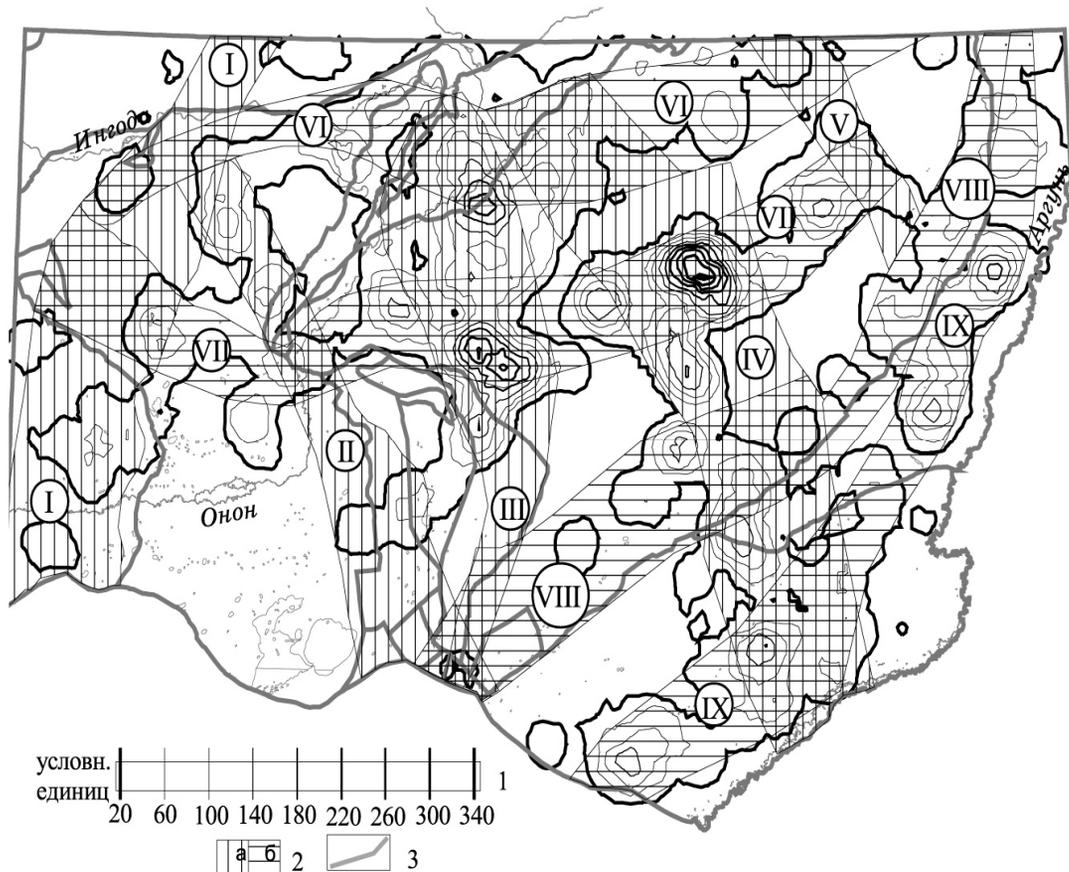


Рис. 4. Положение полей экстенсивности эндогенного оруденения относительно линейных зон тектономагматической активизации докембрийского кристаллического фундамента [21]:

I – шкала экстенсивности; 2 – зоны тектономагматической активизации субмеридионального (а) и субширотного-северо-восточного (б) направлений, уточненные по полям экстенсивности; цифры в кружках – наименование зон: I – Монголо-Удский шов, II – Ононская, III – Восточно-Агинская, IV – Далайнор-Газимурская, V – Урово-Газимурская, VI – Ингода-Куренгинская, VII – Ага-Урюмканская, VIII – Борзя-Уровская, IX – Приаргунская; 2 – поля экстенсивности эндогенного оруденения; 3 – границы основных тектонических структур

Забайкальская часть Пришилкинской мультиметалльной минерагенической зоны (золото, молибден, медь, сурьма), сформированная в период рифея-верхнего мела,

представляет крайнюю северную зону арал-плутона, пространственно сочлененную с Монголо-Удским рудоносным швом.

2.3. Критерии рудоносности локальных структур

Соответствие гравитационных областей и звеньев минерагеническим подразделениям позволяют интерпретировать гравитационные образы в качестве минерагенических элементов. Поскольку геоструктуры различаются гравитационными образами, а также проявленными в них экзогенными и эндогенными процессами, они отличаются и минерагенически. В соответствии с минерагенической иерархией в регионе выделяются провинции, субпровинции (зоны), рудные районы и узлы (рис. 1, 2).

Связь минерагенических и гравитационных подразделений изначально обусловлена активизацией флюидных мантийных процессов и преобразованиями первично однородной протокоры еще в докембрии. Возникшие при этом новообразованные структуры и качественно новое вещество формировали разнопорядковые и разнотипные структуры, заполненные в последующие геологические эпохи разнообразным минеральным веществом. По этой причине гравитационные аномалии (поля) различного порядка являются естественными ограничениями соответствующих минерагенических подразделений, а гравитационные ступени и линии нарушений структуры гравитационного поля – разрывными нарушениями различной глубинности. Наряду с другими факторами глубина разрывов, несомненно, влияла и на распределение рудных объектов, и на интенсивность рудоотложения. На этом основании понятно рудоконтролирующее значение участков пересечения, сочленения разрывных структур – на них глубина разрывов за счет мультипликативных наложений усилий становится аномально большой. В целом для гравитационных полей разного порядка характерно полиметалльное оруденение, однако ведущий комплекс полезных ископаемых в них изменчив и определяется характерными историко-геологическими особенностями активизации и развития мантийных процессов.

Закономерности размещения полезных ископаемых устанавливались путем

сопоставления объемной геологической модели верхней части земной коры, карт полезных ископаемых масштаба 1:1 000 000 и гравитационных полей второго и третьего порядка. Трехмерная модель по физическим свойствам пород отражает черты глубинного геологического строения и служит основой глубинного прогнозно-минерагенического анализа. Переведенный на геологический язык комплекс измеренных геофизических параметров позволил выделить различные структуры земной коры до глубины 15...20 км (мегаблоки, блоки, межблоковые зоны, тектонические нарушения и другие геологические объекты).

Интегральными показателями особенностей геологического строения, состава, истории развития литосферы и прямых признаков оруденения являются экстенсивность и интенсивность процессов рудообразования (рис. 2, 4). Экстенсивность всех видов эндогенных полезных ископаемых свидетельствует о линейно-узловом характере пространственного размещения оруденения, интенсивность характеризует напряженность процессов рудообразования. Узлы повышенной экстенсивности и интенсивности оруденения соответствуют центрам проявления флюидальной активности, потокам мантийного вещества. Они согласуются с рудными районами, узлами, выделенными и прогнозируемыми по комплексу геолого-минерагенических факторов.

Компьютерный анализ убедительно свидетельствует о прямой связи рудной минерализации со структурами раннедокембрийского кристаллического фундамента первого, второго и третьего порядков, влияющих на строение верхней части земной коры. Кайнозойский неотектонический этап отмечен несущественным преобразованием поверхности, отсутствием значимых флюидно-магматических процессов. Он проявился в «короблении» приповерхностных участков верхнего структурного этажа, общим затуханием эндогенного минералообразования, следы которого увязы-

ваются с газами аномалиями, минеральными источниками, фумаролами и пр.

В пределах гравитационных полей второго порядка рудоконтролирующими структурами третьего порядка являются линейные зоны протерозойской тектономагматической активизации фундамента. В верхнем структурном этаже по этим зонам более поздние тектономагматические и рудные процессы проявлены в виде минерогенических зон, состав полезных ископаемых которых в целом существенно не отличается от такового субпровинции.

Рудоконтролирующими структурами рудных районов являются структуры четвертого порядка – участки пересечения, сочленения линейных структур тектономагматической активизации третьего, третьего и первого порядков, реже участки локального структурного осложнения в пределах линейных структур обоих указанных порядков.

Рудоконтролирующими структурами рудных узлов являются структуры пятого порядка – участки повышенного анизотропного геологического строения. Контрастные структурообразующие физические, а также химические свойства пород в этих участках в условиях растяжения верхнего структурного этажа обеспечивают свободную миграцию и концентрацию продуктов флюидизации глубинных частей рудоносной колонны. Пространственное расположение рудных узлов наиболее отчетливо

указывает на связь минерализации с зонами протерозойской тектономагматической активизации фундамента земной коры.

Рудоконтролирующими структурами рудных полей и месторождений являются структуры соответственно шестого и седьмого порядков – участки наибольшего анизотропного геологического строения, которые обеспечивают не только концентрацию, но и сохранность продуктов флюидизации глубинных частей рудоносной колонны; здесь не рассматриваются.

Пространственные минерогенические особенности оруденения Юго-Восточного Забайкалья не оставляют сомнения, что специфика основного оруденения в данном регионе заключается в развитии единой сквозной, но очень сложной рудной системы, зональной по восстанию. Предполагаемая система характеризуется развитием локальных центров флюидной активности, приуроченных к пересечениям, сочленениям глубинных разломов первого-третьего порядков. Эндогенная активность в этих центрах связана с залповыми выбросами продуктов флюидизации, вызывающими многократное усиление магматической и гидротермальной деятельности. Флюиды, сопровождаемые огромным тепломассопотоком, обеспечивали мобилизацию, концентрирование, перенос и осаждение некогерентных и газофильных химических элементов на вертикальном интервале в несколько километров.

2.4. Критерии минерогенического районирования

Минерогеническое районирование отражает геологическую сущность выделяемых подразделений (структурную, возрастную, вещественную, геодинамическую). Среди линейных и сравнительно изометрических минерогенических подразделений металлических и неметаллических полезных ископаемых наиболее крупным является металлогенический пояс (минерогеническая провинция), соответствующий основным структурным единицам земной коры или сочетанию фрагментов различных структурных единиц. Минерогени-

ческая зона (область) – площадь, история геологического развития которой определила тип минерогенической специализации, формирование ряда родственных и пространственно сопряженных геологических формаций одного тектономагматического цикла, отвечающего определенной геотектонической обстановке. Рудоносность этих таксонов резко неравномерна по площади и проявляется в виде рудных районов и узлов, определяющих их суммарную продуктивность; по совокупности геолого-структурных факторов и критериев они могут быть

и прогнозируемыми. Границы и внутреннее содержание минерагенических подразделений определяется по геофизическим и геологическим критериям и факторам.

Рудный район — площадь развития признаков рудоносности, соответствующая части структурно-формационной зоны (подзоны), характеризующейся развитием благоприятно сочетающихся рудоконтролирующих предпосылок — рудоформирующих и рудовмещающих формаций и более высокой рудонасыщенностью по сравнению с окружающими территориями. В рудных районах могут присутствовать многочисленные проявления, мелкие месторождения, рудные поля, не имеющие существенного промышленного значения. В них типичны месторождения двух и более формационных типов, образующие единый формационный ряд. Формирование их может быть связано с одной или несколькими минерагеническими эпохами.

Рудный узел — аномальная рудоносная площадь, на которой локально сочетаются благоприятные рудоформирующие и рудовмещающие седиментационные, плутонические, метаморфические или вулканогенные формации и структуры, а также пространственно сближенные месторождения (рудные поля) одного или нескольких формационных типов, связанных с одной локальной эндогенной или экзогенной рудообразующей системой. В рудных узлах преобладают месторождения одного формационного типа, часто нескольких фациальных и многих минеральных типов. Формирование их может быть связано с одной или несколькими минерагеническими эпохами.

Амурскому геоблоку соответствует Монголо-Забайкальская провинция в составе Аргунской и Агинской субпровинций. Аргунская субпровинция наиболее богата минерально-сырьевыми ресурсами, в геоструктурном плане представляет северо-западную окраину геоблока и зону сочленения Аргунского мегаблока и Агинской зоны.

В субпровинциях выделяются следующие минерагенические эпохи (в скобках — сопутствующая минерализация):

— раннепротерозойская ($PR_1?$) — высокоглиноземистое сырье с метаморфическими образованиями урульгинского метаморфического комплекса;

— рифейская ($R?$) — Fe, Ti (Co, Ni) с ультрабазитами ургунинского комплекса;

— вендская (V) — графит с отложениями белётуйской свиты, потенциальные объекты золоторудной углеродистой золото-сульфидной формации;

— нижнекембрийская (E_1) — магнезиты, доломиты с отложениями быстринской свиты;

— ниже-среднекембрийская ($E_{1,2}$) — потенциальные объекты золоторудной углеродистой формации в ерниченской толще; Au-, Cu- и W-содержащие рудные объекты золото-сульфидной формации (типа «карлин»);

— средне-верхнедевонская ($D_{2,3}$) — W-содержащие объекты в скарноидах на контакте гранитоидов ундинского комплекса с карбонатными породами яковлевской свиты;

— верхнетриасовая (T_3) — проявления Au с Zn золоторудной кварцевой формации в вулканитах каменской свиты;

— средне-верхнеюрская ($J_{2,3}$) — TR, Be (аквамарин, топазы, рутил), Sn в пегматитах борщовочного комплекса; Au, Mo, Cu (W) — месторождения и проявления с гранитоидами шахтаминского комплекса;

— средне-верхнеюрская-нижнемеловая ($J_{2,3} - K_1$) — ведущие минерагенические эпохи; рудные объекты обнаруживают признаки длительного многоэтапного рудообразования;

— верхнеюрская-нижнемеловая ($J_3 - K_1$) — Pb-Zn, Ag, Sb (Au) с поясами даек и субвулканическими аналогами эффузивных образований ундино-даинской серии;

— нижнемеловая (K_1) — Au, флюорит, U, уголь, Fe, P с субвулканическими аналогами образований вулканических формаций межгорных впадин и рифтогенных структур.

Особенностью минерагении Аргунской субпровинции является связь зон, контролируемых месторождениями литофильного

профиля, с поясами даек щелочных базальтов, обогащенных фтором (0,15...0,20 %).

В Агинской субпровинции выделена одноименная минерагеническая область с доминирующим вольфрамово-олово-редкометалльным оруденением.

Рудные районы охватывают достаточно крупные площади развития благоприятных для первичного накопления рудного компонента осадочных бассейнов и ареалы проявления этапов экзогенных и эндогенных процессов, приводящих к перераспределению этих компонентов (многостадийное рудообразование). Некоторые районы представлены ареалами распространения магматических образований генетически или парагенетически рудоносных (одностадийное рудообразование). Часто районы включают объекты и многостадийного, и одностадийного оруденения.

В рудных районах площади с наиболее богатым оруденением одного или нескольких формационных типов выделены в рудные узлы. Площади с благоприятными геолого-тектоническими обстановками и прямыми признаками оруденения, на которых отсутствуют месторождения полезных

ископаемых, выделяются как прогнозируемые рудные узлы.

Таким образом, представленная в полном объеме Пришилкинская минерагеническая зона является уникальным структурно-вещественным образованием на границе длительного взаимодействия трех геоблоков Земли. Научная и практическая значимость зоны обусловлена наличием многочисленных рудных районов и узлов с перспективными объектами дефицитного минерального сырья. Учитывая большое разнообразие полезных ископаемых различных генетических типов, сложность геологического строения территории, среди многочисленных прямых и косвенных критериев рудоносности геологических образований, ещё недостаточно освещенных в специальной литературе, обращено внимание на необходимость более детального изучения критериев рудоносности динамометаморфических комплексов, основных структур кристаллического фундамента, локальных геологических структур, обеспечивающих выявление наиболее перспективных рудных районов и узлов.

Литература

1. Атлас глубинного строения земной коры и верхней мантии территории СССР / под ред. В.Ю. Зайченко и В.А. Ерхова. М., 1989.

2. Гладков В.Г., Мурашов А.И. Оценка золотоносности черносланцевых пород Балейского района на основании массового отбора и анализа малых технологических проб. Чита: ЧГУ, 1978. 159 с.

3. Горяйнов С.В. Закономерности размещения золото-сульфидного оруденения олимпиадинского типа (Енисейский край) // Геология и геофизика, 1994. Т. 35. № 2. С. 81-90.

4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист N-50 – Сретенск. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010. 377 с.

References

1. *Atlas glubinnogo stroeniya zemnoy kory i verhney mantii territorii SSSR* [Atlas of the deep structure of the crust and upper mantle of the USSR]: ed. V.Yu. Zaychenko and V.A. Yerkhov. Moscow, 1989.

2. Gladkov V.G., Murashov A.I. *Otsenka zolotonosnosti chernoslantsevyyh porod Baleyskogo rayona na osnovanii massovogo otbora i analiza malyh tehnologicheskikh prob* [Evaluation of gold-bearing black shales of the Baley district on the basis of mass selection and analysis of small technological samples]. Chita: CSU, 1978. 159 p.

3. Goryainov S.V. *Geologiya i geofizika* (Geology and Geophysics), 1994. Vol. 35. No. 2. P. 81-90.

4. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tretie pokolenie). Seriya Aldano-Zabaikalskaya. List N-50 – Sretensk* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). Series Aldan-Transbaikal. Sheet N-50 - Sretensk]: Explanatory note. St.-Petersburg: cartographic VSEGEI, 2010. 377 p.

5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист М-50 – Борзя. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010. 553 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист М-49 – Петровск-Забайкальский. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010. 394 с.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист М-51 – Сквородино. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009. 448 с.
8. Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Проблема углеродистого метасоматоза и рассеянной металлоносности осадочно-метаморфических пород // Сов. геология, 1984. № 2. С. 90-100.
9. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (Третье поколение // А.Ф. Морозов [и др.]. СПб.: ВСЕГЕИ, 2002. 155 с.
10. Кривенко В.А., Пинаева Т.А. Геология и петрология раннего докембрия Кодаро-Удоканского района. Новосибирск: Наука, 1987. 136 с.
11. Критерии прогнозной оценки территории на твердые полезные ископаемые / под ред. Д.В. Рундквиста. Л.: Недра, 1978. 607 с.
12. Высокоуглеродистые тектониты – новый тип концентрирования золота и платины // Летников Ф.А. [и др.]. Доклады Академии наук, 1996. Т. 547, № 6. С. 795-798.
13. Медно-молибденовая формация // В.И. Сотников [и др.]. Новосибирск: Наука, 1977. 422 с.
14. Металлогеническое значение углеродистого метасоматоза / И.Н. Томсон [и др.] // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1989. № 8. С. 78-88.
15. Методическое пособие по изучению глубинного строения складчатых областей для Государственной геологической карты России масштаба 1:1 000 000 / А.А. Духовский (отв. исп.), Н.А. 5. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tretie pokolenie). Seriya Aldano-Zabaykalskaya. List M-50 – Borzya* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). Series Aldan-Transbaikal. Sheet M-50 – Borzya]; Explanatory note. St.-Petersburg: cartographic VSEGEI, 2010. 553 p.
6. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tretie pokolenie). Seriya Aldano-Zabaykalskaya. List M-49 – Petrovsk-Zabaykalskiy* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). Series Aldan-Transbaikal. Sheet M-49 – Petrovsk-Zabaikalsky]; Explanatory note. St.-Petersburg: VSEGEI, 2010. 394 p.
7. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tretie pokolenie). Seriya Dalnevostochnaya. List M-51 – Skovorodino* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). Series Far East. Sheet M-51 – Skovorodino]; Explanatory note. St.-Petersburg: VSEGEI, 2009. 448 p.
8. Ivankin P.F., Nazarov N.I. *Sov. geologiya* (Soviet Geology), 1984, no. 2. pp. 90-100.
9. *Instruktsiya po sostavleniyu i podgotovke k izdaniyu listov Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1:1 000 000 (Tretie pokolenie)* [Guidelines for preparation and publication of sheets of the State Geological Map of the Russian Federation, scale 1: 1 000 000 (third generation)]. A.F. Morozov [et al.]. St.-Petersburg: VSEGEI, 2002. 155 p.
10. Kryvenko V.A., Pinaeva T.A. *Geologiya i petrologiya rannego dokembriya Kodaro-Udokanskogo rayona* [Geology and petrology of the Early Precambrian Kodar-Udokansky area]. Novosibirsk: Nauka, 1987. 136 p.
11. *Kriterii prognoznoy otsenki territorii na tverdye poleznyye iskopaemye* [Criteria for prognostic assessment area for solid minerals]; ed. D.V. Rundkwist. Leningrad: Nedra, 1978. 607 p.
12. *Vysokouglerodistyte tektonity – novyy tip kontsentrirvaniya zolota i platiny* (High-carbon tectonites - a new type of concentration of gold and platinum): Reports of the Academy of Sciences, 1996 Vol. 547, no. 6, p. 795-798.
13. *Medno-molibdenovaya formatsiya* [Copper-Molybdenum formation]. V.I. Sotnikov [et al.]. Novosibirsk: Nauka, 1977. 422 p.
14. *Metallogenicheskoe znachenie uglerodistogo metasomatoza* [Metallogenic significance of carbonaceous metasomatism]: Math. AN SSSR, Ser. Geol., 1989, no. 8, p. 78-88.
15. *Metodicheskoe posobie po izucheniyu glubinnogo stroeniya skladchatykh oblastey dlya Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossii masshtaba 1:1 000 000* [Methodological textbook for the study

Артамонова, А.И. Атаков [и др.]. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. 135 с.

16. Мисник Ю.Ф. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Восточно-Забайкальская. Лист N-50-XXXV. Объяснительная записка. М., 1970. 53 с.

17. Павленко Ю.В. Основы минерагении Восточного Забайкалья и типы месторождений полезных ископаемых. Чита: ЧитГУ, 2010. 187 с.

18. Павленко Ю.В. К вопросу океанизации земной коры Восточного Забайкалья (Части I-IV) // Вестник ЗабГУ, 2013. Чита. №№ 05(96)-08(99). С. 141-152 (I), 145-163 (II), 152-160 (III), 168-182 (IV).

19. Павленко Ю.В. Объемная геолого-геофизическая модель Юго-Восточного Забайкалья: закономерности размещения эндогенного оруденения (Части I-III) // Вестник ЗабГУ, 2011. Читаю №№ 9 (76)-11 (78). С. 102-116 (I), 96-104 (II), 91-103 (III).

20. Павленко Ю.В. Онон-Джелтулакский клинораздвиг как крупная складчато-надвиговая структура // Вестник ЗабГУ, 2014. Чита. № 05 (108). С. 19-25.

21. Павленко Ю.В. Структуры кристаллического фундамента и минерагения Юго-Восточного Забайкалья / Проблемы геологической и минерагенической корреляции в сопредельных районах России, Китая и Монголии (Международный симпозиум 2-5 октября 2011 г.). Чита: Экспресс-издательство, 2011. С. 7-11.

22. Петрология, тектоника и металлогеническая роль динамометаморфических комплексов Юго-Восточного Забайкалья. Геологический отчет о результатах работ по теме 200 за 1998-2001 гг. / И.Г. Рутштейн [и др.]. Чита: ФГУГП Читагеолсъемка, 2001. 236 с.

23. Рутштейн И.Г., Богач Г.И., Абдукаримова Т.Ф. Геология и рудоносность динамометаморфических структур Восточного Забайкалья. М.: ГЕОКАРТ – ГЕОС, 2013. 155 с.

24. Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий / отв. ред. Г.А. Шатков, А.С. Вольский. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.

25. Томсон И.Н., Полякова О.П., Полохов В.П. Графит-ильменитовая минерализация в оловорудных узлах Приморья как индикатор мантийных

of deep structure of the folded regions of the State Geological Map of Russia, scale 1: 1,000,000]; A.A. Dukhovskoy (resp. ed.), N.A. Artamonov, A.I. Attakov [et al.]. St.-Petersburg: VSEGEI, 2005. 135 p.

16. Misnik Yu.F. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200 000. Seriya Vostochno-Zabaykalskaya. List N-50-XXXV* [Geological Map of the USSR, scale 1: 200 000 Series Eastern Transbaikalie. Sheet N-50-XXXV]; Explanatory note. Moscow, 1970. 53 p.

17. Pavlenko Yu. *Osnovy mineragenii Vostochnogo Zabaykaliya i tipy mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh* [Basics of minerageny of the Eastern Transbaikalie and types of mineral deposits]. Chita: ChitGU, 2010. 187 p.

18. Pavlenko Yu. *Vestn. Zab. Gos. Univ.* (Transbaikal State University Journal) 2013. Chita, no.no. 05 (96)-08 (99), pp. 141-152 (I), 145-163 (II), 152-160 (III), 168-182 (IV).

19. Pavlenko Yu. *Vestn. Zab. Gos. Univ.* (Transbaikal State University Journal), 2011, no.no. 9 (76)-11 (78), pp. 102-116 (I), 96-104 (II), 91-103 (III).

20. Pavlenko Yu. *Vestn. Zab. Gos. Univ.* Transbaikal State University Journal (), 2014. Chita, no. 05 (108), p. 19-25.

21. Pavlenko Yu. *Problemy geologicheskoy i mineragenicheskoy korrelyatsii v sopredelnykh rayonakh Rossii, Kitaya i Mongolii (Mezhdunarodny simpozium 2-5 oktyabrya 2011 g.)* (Geological problems and mineragenous correlation in the neighboring regions of Russia, China and Mongolia (International Symposium October 2-5, 2011)). Chita: Express Publishing, 2011. P. 7-11.

22. *Petrologiya, tektonika i metallogenicheskaya rol dinamometamorficheskikh kompleksov Yugo-Vostochnogo Zabaykaliya* [Petrology, tectonics and metallogenic role of dinamometamorphic complexes of the South-eastern Transbaikalie]: Geological report on results-minute work on 200 for 1998-2001. Chita: FGUGP Chitageolsemka, 2001. 236 p.

23. Rutstein I.G., Bogach G.I., Abdugarimova T.F. *Geologiya i rudonosnost dinamometamorficheskikh struktur Vostochnogo Zabaykaliya* [Geology and ore content of dynamometamorphic structures of the Eastern Transbaikalie]. Moscow: Geokart-GEOS, 2013. 155 p.

24. *Tektonika, glubinnoe stroenie i minerageniya Priamuriya i sopredelnykh territoriy* [Tectonics, deep structure and minerageny of the Amur region and the nearest areas]; Ed. G.A. Shatkov, A.S. Volsky. St.-Petersburg: VSEGEI, 2004. 190 p.

25. Thomson I.N., Polyakova O.P., Polohov V.P. *Tihookeanskaya geologiya* (Pacific Geology), 1987, no. 3, p. 108-112.

газовых струй // Тихоокеанская геология, 1987. № 3. С. 108-112.

26. Томсон И.Н., Полякова О.П., Полохов В.П. Условия локализации углеродистых метасоматитов в Приморье и распределение в них благородных металлов // ДАН, 1995. Т. 340. № 1. С. 89-91.

26. Thomson I.N., Polyakova O.P., Polohov V.P. *Usloviya lokalizatsii uglerodistyh metasomatitov v Primorie i raspredelenie v nih blagorodnyh metallov* (Conditions of carbon metazomatites location in the Amur region and distribution of precious metals in them): DAN, 1995. Vol. 340, no. 1, pp. 89-91.

Коротко об авторе

Briefly about the author

Павленко Ю.В., д-р геол.-минер. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия
Сл. тел.: (3022) 35-32-02

Yu. Pavlenko, doctor of geological-mineralogical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia

Научные интересы: мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений

Scientific interests: small-medium-scale geological mapping, prognostication, search, exploration of deposits

