

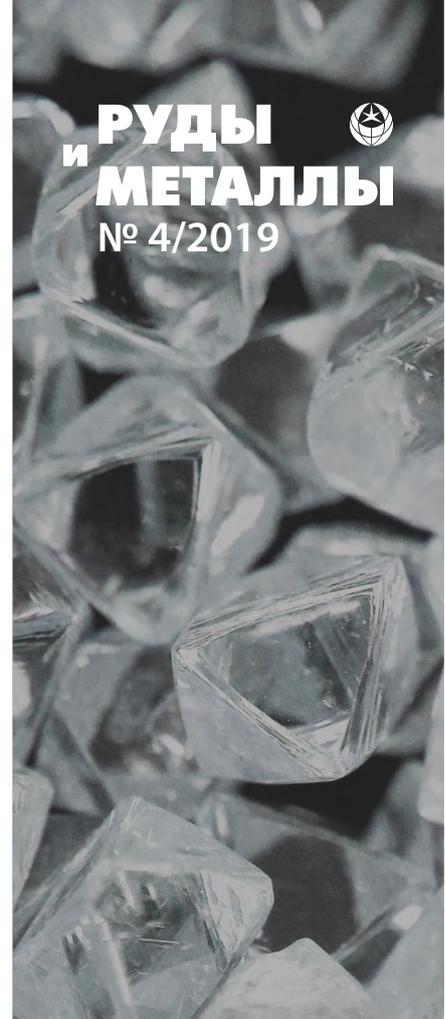
СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ УРОВНИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ И СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЕНИСЕЙСКОЙ И ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИЙ

Проведено сопоставление литолого-стратиграфических уровней размещения золоторудных и колчеданно-полиметаллических месторождений Ленской и Енисейской провинций. Сделан вывод о причинно-следственной связи локализации оруденения как с конседиментационными процессами рудонакопления в латерально-вертикальных рядах формирования углеродистых терригенных, туфогенно-карбонатно-терригенных (черносланцевых) толщ флишоидного строения с синхронными им вулканогенными образованиями, сопровождавшимися процессами гидротермальной деятельности, так и с последующими процессами интрузивного магматизма гранитоидного ряда.

Ключевые слова: Енисейская, Ленская золоторудные провинции, золоторудные месторождения, колчеданно-полиметаллические месторождения, стратиграфические уровни, углеродсодержащая карбонатно-терригенная толща флишоидного строения черносланцевой формации, вулканизм, магматизм.

В региональном палеоструктурном плане докембрийские терригенные, карбонатно-терригенные, терригенно-карбонатные, вулканогенно-терригенные и вулканогенные комплексы Енисейской и Ленской (Байкало-Патомской) провинций южного складчатого обрамления Сибирской платформы составляют единую систему структурно-формационных комплексов, сформировавшихся в прогибах с преимущественно миогеосинклинальным режимом осадконакопления на шельфе и склоне континента с рассеянным спредингом и в синхронных им прогибах с преимущественно эвгеосинклинальным (островодужным) режимом осадконакопления (рис. 1).

В современном структурном плане эти провинции характеризуются отчётливо выраженным двухъярусным строением. Нижний ярус представлен архей-раннепротерозойскими метаморфическими мигматит-амфиболит-кристаллосланцево-гнейсовыми комплексами основания, а верхний – рифейскими в Енисейской провинции и рифей-вендскими в Ленской, представленными вулканогенно-терригенными, терригенно-карбонатными и терригенными формациями рифтогенных и надрифтогенных прогибов задуговых бассейнов на шельфе и склоне континента в латеральном ряду с синхронными им островодужными формациями. Обе провинции характеризуются сложным блоковым гетерогенным строением антиклинорных и синклинорных мегаструктур, обусловленным пострифейской складчатостью и неоднократно подновлявшимися на этапах активизации зонами чешуйчатых разноамплитудных сбросо-надвиговых и сбросо-сдвиговых дефор-



**Конкин
Виктор Дмитриевич**

доктор геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник¹
konkin@tsnigri.ru

**Галямов
Андрей Львович**

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник²
a-galyamov@yandex.ru

**Донец
Александр Иванович**

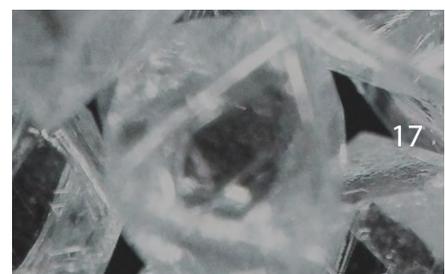
доктор геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник¹

**Окулов
Алексей Вячеславович**

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник¹
okulov@tsnigri.ru

¹ ФГБУ Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов,
г. Москва

² ФГБУН Институт геологии
рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН,
г. Москва



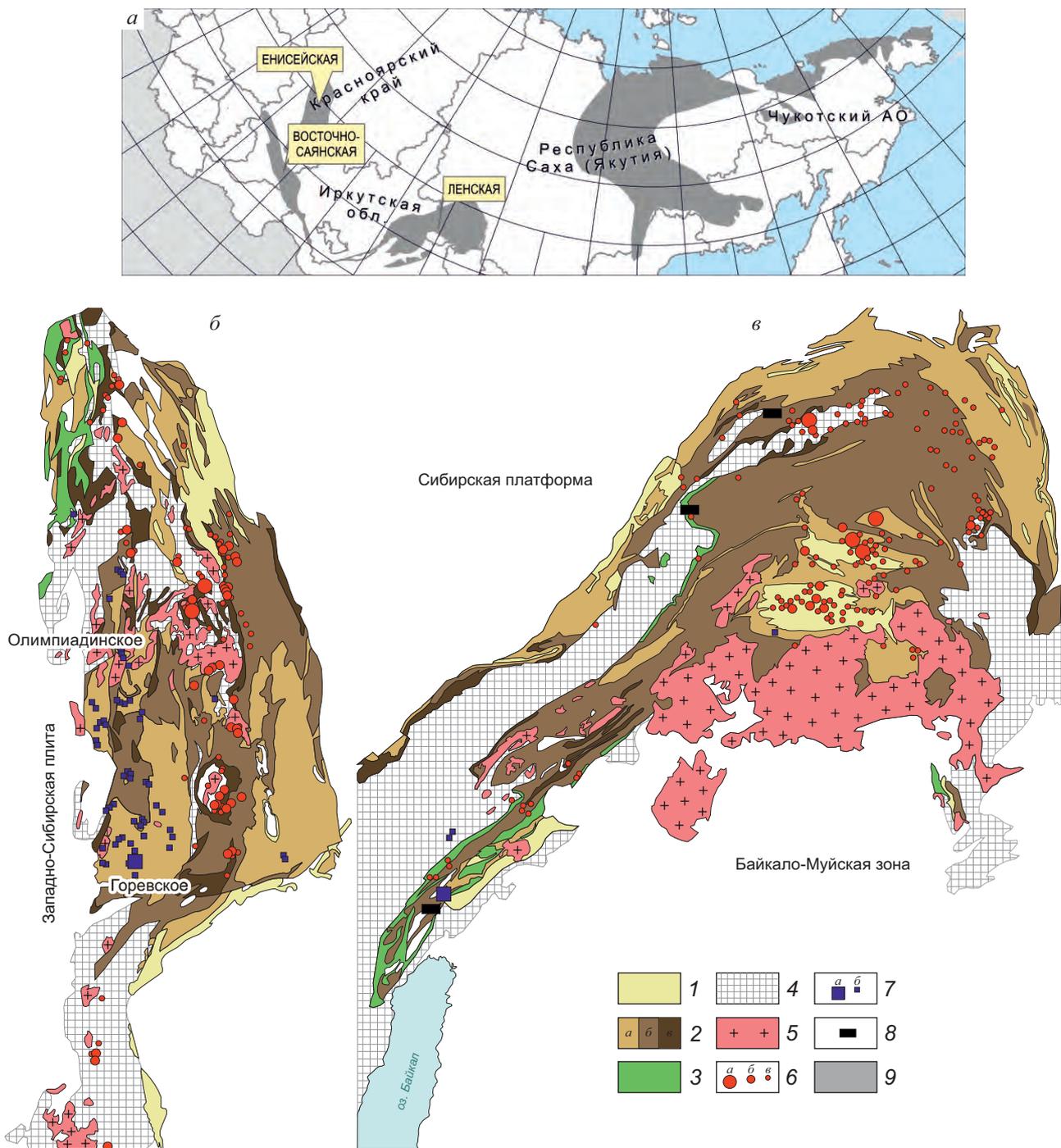


Рис. 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ПРОВИНЦИЙ ЮЖНОГО СКЛАДЧАТОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (а) И СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РИФЕЙ-ВЕНДСКИХ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМАЦИЙ С ЗОЛОТОРУДНЫМИ И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ В ЕНИСЕЙСКОЙ (б) И ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИЯХ (в):

толщи с флишвидным строением: 1 – венд, 2 – рифей (а – поздний, б – средний, в – ранний); 3 – островодужные комплексы (ранний протерозой – рифей); 4 – архей-раннепротерозойские пара- и ортогнейсы; 5 – рифей – венд-фанерозойские гранитоидные комплексы (нерасчленённые); 6 – золоторудные месторождения и проявления (а – крупные, б – средние, в – мелкие); 7 – полиметаллические свинцово-цинковые (а – месторождения, б – рудопроявления); 8 – проявления железистых кварцитов; 9 – золоторудные провинции

маций, а также внедрением разновозрастных интрузий различного состава – от базит-гипербазитового, гранит-лейкогранитового, гранит-гранодиоритового и щёлочного-гранит-граносиенитового до нефелин-сиенитового в Енисейской провинции и гранит-граносиенитового в Ленской [3–8, 11, 13, 18].

Енисейская и Ленская провинции характеризуются широким спектром полезных ископаемых в стратифицированных толщах на различных (от верхнего протерозоя до венда включительно) литолого-стратиграфических уровнях. Среди них – месторождения железистых кварцитов в вулканогенно-терригенных толщах верхнего протерозоя – нижнего рифея; сидеритовых, марганцевых, фосфоритовых и стратиформных свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах среднего и верхнего рифея; колчеданно-полиметаллических, золото-кварцевых, золото-кварц-сульфидных и золото-сульфидных руд в метаморфизованных углеродистых терригенно-карбонатных толщах флишоидного строения нижнего, среднего и верхнего рифея и рифей-венда.

В геолого-экономическом плане очень важны стратоидные месторождения золото-углеродистого семейства (золото-кварцевые, золото-сульфидно-кварцевые, золото-кварц-сульфидные) и стратиформные месторождения колчеданно-полиметаллических и свинцово-цинковых руд. Их формирование связано как с конседиментационными, так и с коллизионными процессами рифей-палеозойских тектоно-магматических циклов, обусловивших современный план их размещения.

Под термином «стратоидные месторождения золота» авторы понимают золоторудные месторождения в углеродистых терригенно-карбонатных толщах флишоидного строения с рудными телами золото-кварц-сульфидной, золото-сульфидной, золото-малосульфидно-кварцевой и золото-кварцевой рудных формаций с жильно-прожилковыми, прожилково-вкрапленными и жильными телами, субсогласно залегающими в горизонтах различных литолого-стратиграфических уровней терригенного разреза. Такие уровни авторами рассматриваются как наиболее перспективные на выявление крупнообъёмных (крупнотоннажных по металлу) месторождений золота.

В рассматриваемых провинциях для прогибов со стратоидными золоторудными и стратиформными колчеданно-полиметаллическими месторождениями характерно наличие латерально-вертикальных рядов геологических фаций, которые фикси-

руются сменой углеродсодержащих и безуглеродистых терригенных, терригенно-карбонатных, карбонатных, реже туфогенно-терригенных, туфогенно-терригенно-карбонатных фаций флишоидного строения на синхронные им карбонатные, в том числе рифогенные, терригенно-карбонатно-вулканогенные и вулканогенные фации [14, 16].

В формировании стратиформных и стратоидных месторождений главную роль играют процессы седиментогенеза углеродсодержащих фаций в прогибах с толщами флишоидного строения и поступление в них (по проницаемым конседиментационным разрывным нарушениям) золотосодержащих и/или полиметаллических флюидов из циклично функционирующих металлоносных источников, связанных с синхронной гидротермальной активностью вулканических процессов [1, 2, 7]. Эти процессы определяют размещение сингенетичной рассеянной (малоконцентрированной) золоторудной и концентрированной полиметаллической минерализаций на различных литолого-стратиграфических уровнях в рифтогенных и надрифтовых прогибах задуговых морей на шельфе и склоне континента с накоплением терригенных и карбонатно-терригенных фаций флишоидного строения и синхронных им туфогенно-лавовых фаций островных дуг.

Формирование залежей месторождений золота, локализованных в сходных по составу черносланцевых терригенно-карбонатных толщах флишоидного строения на различных стратоуровнях, сопровождается проявлением метасоматических преобразований различной интенсивности с жильно-прожилковой золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой минерализацией. При этом основное значение имеют процессы формирования метасоматитов железо-магнезиально-карбонатного (буршпатового) и продуктивного на золото березит-лиственитового рядов. Последующие стадии преобразования первично рассеянных концентраций золота из-за процессов диагенеза, катагенеза и метаморфизма (регионального, синскладчатого и сингранитного) приводят к существенному перераспределению сингенетичных концентраций. Эти преобразования в сочетании с привносом дополнительных порций металла и определяют формирование стратоидных золоторудных залежей с прожилково-вкрапленной и жильно-прожилковой текстурами руд (часто совмещённых в пространстве) в минерализованных зонах, выполненных ме-

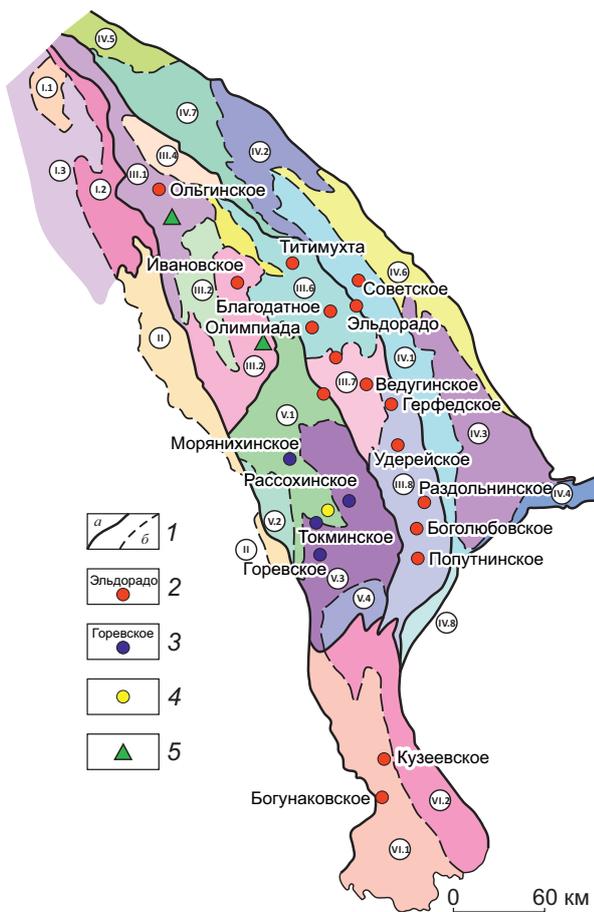


Рис. 2. СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫХ ЗОН И ПОДЗОН С ОСНОВНЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ЕНИСЕЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ:

1 – структурно-формационные зоны (а), подзоны (б); месторождения и рудопроявления: 2 – золото-углеродистого семейства во флишеидных толщах, 3 – свинцово-цинковые в карбонатных толщах, 4 – колчеданно-полиметаллические во флишеидных толщах, 5 – медно-цинковые и медно-колчеданные в вулканогенно-терригенных толщах, 6 – железистых кварцитах; Исаковская СФЗ (I): Порожинская (I.1), Летнинско-Сурнихинская (I.2) подзоны; Приенисейская СФЗ (II); Тейско-Татарская СФЗ (III): Вороговская (III.1), Тисско-Гаревская (III.2), Тейско-Большепитская (III.3), Верхне-Кутукасская (III.4), Тейско-Уволжская (III.5), Енашимо-Верхне-Ерундинская (III.6), Ведугинская (III.7), Южно-Енисейская (III.8) подзоны; Чернореченско-Каменная СФЗ (IV): Северо-Енисейско-Ишимбинская (IV.1), Чапинско-Каменная (IV.2), Ангаро-Питская (IV.3), Иркинцевская (IV.4), Право-Лебяжинская (IV.5), Иочиминско-Большепитская (IV.6), Чапинско-Лебяжинская (IV.7), Тасеевская подзоны (IV.8); Вороговско-Ангарская СФЗ (V): Лендахско-Зыряновская (V.1), Усть-Ангарская (V.2), Ангаро-Тисская (V.3), Южно-Ангарская (V.4) подзоны; Ангаро-Канская СФЗ (VI): Богунаевско-Кузеевская (VI.1), Шилка-Канская (VI.2) подзоны

тасоматитами железо-магнезиально-карбонатного (бурошпатового – предрудного и синрудного) и полистадийного березит-лиственитового состава. Наиболее полно процессы рудообразования и этапы их проявления охарактеризованы в работах А. И. Иванова [7–9].

Для стратиформных месторождений с колчеданно-полиметаллическими рудными залежами околорудные метасоматиты не характерны, а сингенетичная концентрированная минерализация составляет неотъемлемую часть фациального разреза рудовмещающих горизонтов. Наиболее существенные преобразования таких рудных залежей связаны с процессами прогрессивного (до амфиболитовой фации включительно) и регрессивного метаморфизма, которые выражаются в перекристаллизации рудных и нерудных минералов и их частичном переотложении (не регенерации) метаморфогенными растворами в жильных и жильно-прожилковых зонах за пределами стратифицированных тел [15].

Енисейская провинция расположена на сопряжении древней Сибирской платформы и молодой Западно-Сибирской плиты. В рифейское время в палеотектоническом плане она представляла собой область сочленения островных дуг Исаковско-Приенисейской зоны и её задуговых бассейнов с преимущественно вулканогенно-терригенными и терригенными прогибами на шельфе и склоне континентальной окраины с рассеянным спредингом.

В современном региональном плане в составе Енисейской провинции выделены металлогенические зоны, соответствующие структурно-формационным зонам (СФЗ): Западная (Исаковско-Приенисейская) с преимущественно вулканогенно-терригенным выполнением, сходным с островодужным (эвгеосинклинальным); Центральная (Тейско-Татарская) с миогеосинклинальным режимом осадконакопления и интенсивно проявленным разновозрастным гранитоидным магматизмом; Восточная (Чернореченско-Каменная) с преимущественно миогеосинклинальным режимом осадконакопления с гранитоидами в скрытом залегании; Ангаро-Канская с вулканогенно-карбонатными толщами на гранито-гнейсовом основании. По сочетанию структурно-вещественных комплексов в каждой из них выделены подзоны с ведущими месторождениями цветных и благородных металлов (рис. 2).

Анализ структурно-вещественных комплексов Енисейской провинции показал, что в основании

рифейского задугового бассейна располагался гетерогенный фундамент, образованный блоками архей-нижнепротерозойских преимущественно гранито-гнейсовых образований и нижнепротерозойских карбонатно-вулканогенно-терригенной и карбонатно-терригенной формаций с признаками формирования в рифтогенных прогибах. Часть блоков этого основания в сухопитское время (нижний – средний рифей) выступала в качестве долгоживущих конседиментационных поднятий в Центральной СФЗ. В тунгусикское время (средний – верхний рифей) отдельные блоки были вовлечены в дальнейшее прогибание, сопровождавшееся подновлением ограничивающих их конседиментационных разломов глубинного заложения продольного и поперечного простирания, обусловивших сложное линзовидно-блоковое строение Енисейской провинции. Осадконакопление в прогибах сухопитского и тунгусикского времён проходило в латеральном ряду почти синхронно с накоплением островодужных (эвгеосинклинальных) комплексов Исаковско-Приенисейской СФЗ.

Золотоносность Ангаро-Канской СФЗ в данной работе не рассматривается в силу специфичности её геологического строения, охарактеризованной в работе Т. Я. Корнева с соавторами [10]. Они относят вулканогенные формации к риолит-коматиит-базальтовой (кузеевская серия), а метатерригенно-карбонатные фации канской серии, в которых выявлены золоторудные месторождения, – к зеленокаменным поясам архей-раннепротерозойской эпохи.

Для литолого-стратиграфического разреза прогибов сухопитской серии (суммарная мощность 2,6–5,1 км) характерна латерально-вертикальная смена фаций, выделенных предшественниками в ранге свит [1, 6, 7]. Нижние части разреза сложены высокоглиноземистыми сланцами и кварцитами с горизонтами туфогенно-терригенных, терригенно-карбонатных и карбонатных пород пенченгической и кординской свит. В средней части фиксируется толща с признаками терригенно-туфогенных пород горбилокской свиты. В верхних частях разреза преобладают терригенные и углеродсодержащие карбонатно-терригенные толщи флишоидного строения. На большей части прогибов они имеют относительно однородное строение.

В средней и верхней частях разреза состав толщ наиболее изменчив. В прогибах Восточной (Чернореченско-Каменская СФЗ) и Центральной (Ворогов-

ско-Ангарская и Тейско-Татарская СФЗ) частей провинции преобладают толщи, сложенные вулканогенно-сланцевыми, песчано-сланцевыми, углеродисто-терригенно-карбонатными и карбонатными фациями, а в Западной (Исаковско-Приенисейская СФЗ) отмечается существенная доля вулканогенных фаций риолит-базальтовой формации натрового ряда островодужного режима развития. Литолого-стратиграфическим маркером разреза сухопитских бассейнов может служить горбилокская свита туфогенно-карбонатно-терригенного состава. Завершается разрез сухопитской серии образованиями терригенно-карбонатными фациями свит карточки + аладьинская (сосновская), служащих верхним реперным горизонтом разреза. На этом уровне работами ЦНИГРИ (2015 г.) на Средне-Ишимбинской перспективной площади выявлено Южное рудопроявление золото-сульфидно-кварцевых руд в минерализованной зоне среди терригенно-карбонатной толщи.

Обнаруженные к настоящему времени стратодидные золоторудные месторождения локализованы в углеродистых и безуглеродистых карбонатно-терригенных и терригенных толщах флишоидного строения сухопитского времени в Тейско-Татарской и Чернореченско-Каменской золоторудных зонах. Их сравнительная характеристика приведена в табл. 1.

Бассейны тунгусикского времени характеризуются обстановками значительной палеоструктурной дифференциации задуговых прогибов осадконакопления. В их строении участвуют вулканогенно-карбонатно-терригенные, туфогенные и вулканогенные фации контрастной риолит-базальтовой и последовательной липарит-дацит-андезит-базальтовой формаций, углеродисто-карбонатно-терригенные толщи флишоидного строения (черносланцевые), вулканогенно-терригенно-карбонатные и рифогенные карбонатные отложения. Отчётливо выражен латеральный ряд осадконакопления, в котором мощные терригенные углеродсодержащие толщи флишоидного строения в локальных палеовпадинах сменяются синхронными терригенно-карбонатными и карбонатными толщами с горизонтами строматолитов и онколитов, сформировавшимися на разделяющих их палеоподнятиях в Ангаро-Тисской подзоне.

Анализ вертикального ряда формаций тунгусикской серии отчётливо выявляет её ритмичное строение. Обособляются два сходных по строению

1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИЗНАКОВ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕЙСКО-ТАТАРСКОЙ И ЧЕРНОРЕЧЕНСКО-КАМЕНСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫХ ЗОН

Критерии и признаки	Типы структурно-металлогенических зон	
	Тип 1. Центральная (Тейско-Татарская) с широким развитием ареалов интрузий гранитоидного ряда на современном эрозионном срезе	Тип 2. Восточная (Чернореченско-Каменская) без проявления интрузий гранитоидного ряда на современном эрозионном срезе
Структурные (тектонические)	Сложно построенный антиклинорий с выступами пород комплекса архей-нижнепротерозойского основания и ареалами гранитоидного магматизма, осложнённый региональными разломами субпродольного и поперечного плана и зонами надвигов. Антиклинорий сложен разномасштабными блоками выступов пород комплекса гранито-гнейсового основания, вулканогенно-карбонатно-терригенно-сланцевыми образованиями латерально-вертикального ряда формаций, включающих рудовмещающие и потенциально рудовмещающие терригенные и черносланцевые комплексы пород пенченгинской свиты нижнего протерозоя – нижнего рифея, сухопитской серии нижнего – среднего рифея с ареалами интрузий гранитоидного ряда, терригенно-карбонатно-сланцевыми и сланцево-терригенными формационными комплексами пород унаследованных прогибов с накоплением формаций тунгусикской серии позднего рифея и моласоидными формациями межгорных впадин и прогибов венд-кембрийского времени.	Сложно построенный синклинорий с унаследованными наложенными прогибами, ограниченный региональными разломами преимущественно продольного плана, субсогласного с общей линейной структурой. Синклинорий сложен преимущественно вулканогенно-карбонатно-терригенно-сланцевыми образованиями латерально-вертикального ряда пород сухопитской серии нижнего – среднего рифея, включающими рудовмещающие и потенциально рудовмещающие терригенные и черносланцевые комплексы, перекрытые терригенно-карбонатно-сланцевыми и сланцево-терригенными формационными комплексами унаследованных прогибов тунгусикской серии среднего – позднего рифея и моласоидными формациями межгорных впадин и прогибов венд-кембрийского времени.
Палеоструктуры и режим формирования терригенных и черносланцевых комплексов	Рифтогенные и надрифтогенные унаследовано развивавшиеся прогибы с мезо- и миогеосинклинальными режимами осадконакопления на склоне континента в ранне-среднерифейское время с унаследованным режимом развития в средне-позднерифейское время.	Прогиб склона континентального шельфа с миогеосинклинальным режимом осадконакопления в ранне-среднерифейское время с унаследованным режимом развития в средне-позднерифейское время.
Рудовмещающие формационные комплексы	Флишоидные туфогенно-карбонатно-сланцевые и но-песчано-сланцевые	флишоидные углеродсодержащие карбонатно-песчано-сланцевые
Рудовмещающие литолого-фациальные типы пород (для типовых месторождений) и их геологический возраст	Песчано-карбонатно-сланцевые углеродсодержащие кординской свиты R ₂ (Олимпиадинское) Туфогенно-карбонатно-песчано-сланцевые горбилоской свиты R ₂ (Благодатное, Удерейское) Песчано-карбонатно-сланцевые углеродсодержащие удерейской свиты R ₂ (Ведугинское) Туфогенно-сланцевые пенченгинской свиты PR ₁ (Герфедское)	Песчано-алевро-сланцевые углеродсодержащие удерейской свиты и туфогенно-песчано-сланцевые горбилоской свиты R ₂ (Эльдорадо, Советское)
Наличие вулканогенных пород	В нижних и средних частях латерально-вертикальных рядов формационных комплексов установлены толщи с вулканогенно-туфогенными фациями базальтоидного вулканизма.	Нет данных
Проявления гранитоидного магматизма	Характерно очаговое проявление гранитоидного магматизма Татарско-Аяхтинского и Глушинского комплексов среднего и позднего рифея.	Не характерно на современном эрозионном уровне (по геофизическим данным предполагаются на глубоких горизонтах в зоне сочленения крыла антиклинорного и синклинорного блоков).
Геохимические	Литогеохимические вторичные ореолы золота (± мышьяка). Шлиховые потоки и ореолы золота, «головки» россыпей золота	
Минералогические: ведущий тип руд по их минералого-геохимическому составу	Золото-сульфидно-(сурьмяно)-кварцевый, золото-сульфидно-(мышьяковисто-сурьмяно)-кварцевый	Золото-(серебро)-мышьяковистый, золото-кварц-сульфидный
Ведущие золоторудные формации по классификации ЦНИГРИ (2002 г.)	Золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная	

Примечание. Таблица составлена по материалам ФГУП «Иркутскгеологии» в интерпретации авторов.

ритмоцикла мощностью 1,1–2,5 км, в основании которых преобладают терригенные и терригенно-сланцевые толщи, а в верхней части – терригенно-карбонатные и карбонатные, в том числе рифогенные биогермные. Наибольший объём вулканитов последовательной формации тунгусикского комплекса фиксируется в западной части Енисейского кряжа (Приенисейская и Исаковская СФЗ). У исследователей нет единого мнения о распространённости и объёме вулканогенных образований в разрезе серии. Большинство отмечают незначительную роль вулканитов, оценивая её в 5–10 % для разрезов восточной части и 30–40 % – для западной.

Сформировавшиеся в прогибах тунгусикского времени углеродистые карбонатно-терригенные и карбонатные толщи (включая органические) вмещают стратиформные колчеданно-полиметаллические месторождения в черносланцевых толщах (Рассохинское, Линейное и ряд рудопроявлений) и свинцово-цинковые (Горевское, Меркурихинское, Морянихинское, Токминское и ряд рудопроявлений) стратиформные в карбонатных толщах (см. рис 2). В размещении месторождений и проявлений цветных металлов в породах тунгусикского времени в целом отмечается смена (с севера на юг) медно-колчеданной минерализации в вулканогенно-осадочных толщах Вороговской и Тейско-Большепитской подзон на стратиформную колчеданно-полиметаллическую минерализацию в черносланцевых толщах (Линейное месторождение) и стратиформную свинцово-цинковую минерализацию в карбонатных толщах (Горевское, Морянихинское месторождения), которые локализованы в верхнерифейских фациях задугового бассейна Ангаро-Тисской подзоны. Проявления золоторудной минерализации в толщах тунгусикской серии к настоящему времени авторам не известны.

В Енисейской провинции установлено три основных региональных литолого-стратиграфических уровня осадконакопления с локализацией золоторудной минерализации в бассейнах сухопитского времени в пределах Центральной (Тейско-Татарской) и Восточной (Чернореченско-Каменской) СФЗ с миогеосинклинальным режимом осадконакопления, синхронным по времени формирования островодужному в Исаковско-Приенисейской СФЗ:

- *нижнепротерозойский* – в метавулканогенно-карбонатно-терригенных толщах пенченгинской свиты (Герфедское месторождение и др.);

- *раннерифейский* – в карбонатно-песчано-сланцевых толщах кординской свиты (Олимпиадинское, Титимухтинское и др. месторождения);
- *среднерифейский* – в туфогенно-алевро-песчано-сланцевой толще горбилковской свиты (месторождение Благодатное), в алеврито-сланцевой удерейской (Советское, Эльдorado и др. месторождения), погорюйской свите (Ведугинское и др. месторождения) и мергелисто-карбонатной толще объединённой свиты карточки ± аладьинская ± сосновская (Южное рудопроявление).

Стратиформные свинцово-цинковые и колчеданно-полиметаллические месторождения, обнаруженные в Ангаро-Тисской подзоне Вороговско-Ангарской СФЗ, локализуются в карбонатных и углеродистых терригенно-карбонатных фациях тунгусикской серии верхнего рифея. Золоторудных объектов на этом стратиграфическом уровне не установлено.

На рис. 3 представлена идеализированная схема латерально-вертикального ряда накопления рудовмещающих толщ в рифтогенных и надрифтогенных прогибах разновозрастных задуговых бассейнов рифейского времени и островодужных вулканогенных и терригенно-вулканогенных формациях. Отражены также стратоемкости размещения рудовмещающих толщ со стратоидными месторождениями золото-углеродистого семейства, стратиформными колчеданно-полиметаллическими месторождениями в углеродистых карбонатно-терригенных (черносланцевых) толщах и свинцово-цинковыми месторождениями в карбонатных толщах. В этой схеме не учитывается рудообразующая роль интрузивного магматизма и метаморфогенного перетолжения рудных концентраций в зонах складчато-разрывных дислокаций, отмеченных в работах А. М. Сазонова с соавторами [18] и А. И. Иванова [9].

Ленская провинция в рифей-вендский период представляла собой окраину шельфа и склона Сибирского палеоконтинента с системой рифтогенных и надрифтовых прогибов с рассеянным спредингом в латеральном ряду с синхронными им структурно-вещественными комплексами (СВК) островодужной (эвгеосинклинальной) системы Байкало-Муйской (Байкало-Витимской) провинции. Терригенные и карбонатно-терригенные СВК внешнего (Прибайкало-Патомского) и внутреннего (Мамско-Бодайбинского) шельфов, к которым примыкают эти области, с юга оконтуриваются по фрагмен-

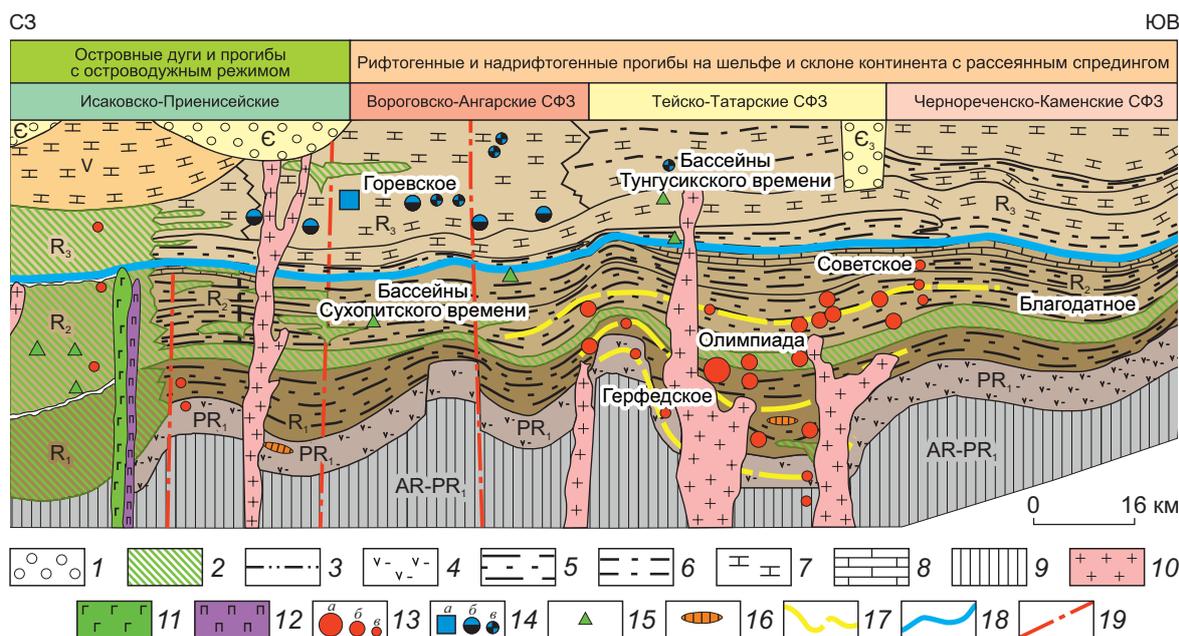


Рис. 3. ИДЕАЛИЗИРОВАННАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ СТРАТОУРОВНЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЕНИСЕЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ:

формации и их фации: 1 – терригенная конгломерато-песчаная, 2 – вулканогенные и терригенно-вулканогенные нерасчленённые (толщи, горизонты, линза), 3–7 – флишоидного строения (в том числе углеродсодержащие) рифейского и рифей-вендского времени: 3 – терригенная алевролит-песчаная, 4 – преимущественно тифогенно-сланцевая, 5 – сланцево-терригенная, 6 – карбонатно-терригенно-сланцевая, 7 – терригенно-карбонатно-сланцевая; 8 – карбонатная, в том числе органогенная; 9 – метаморфические комплексы (гранито-гнейсовые, гнейсо-гранитовые и мигматит-амфиболит-кристаллосланцево-гнейсовые); 10 – гранитоиды (нерасчленённые); 11 – габброиды (нерасчленённые) и долериты; 12 – базит-гипербазиты; *месторождения и рудопроявления:* 13 – золоторудные (а – крупные, б – средние, в – мелкие), полиметаллические (14 – свинцовые крупные (а), мелкие (б), рудопроявления (в)), 15 – рудопроявления меди, 16 – горизонты с железистыми кварцитами; 17 – стратоевни локализации золоторудной минерализации; 18 – реперный горизонт границы среднего и верхнего рифея; 19 – разломы конседиментационного заложения

там системы шовных разломов глубинного заложения Олокито-Делюн-Уран-Сюльбанской зоны. Эти разломы контролируют размещение Олокито-Мамской и Чайндро-Урях-Бахтарнакской (Сюльбанской) СФЗ с задуговым режимом осадконакопления вулканогенных, вулканогенно-терригенных, углеродсодержащих и безуглеродистых карбонатно-терригенных фаций. Схема размещения структурно-формационных зон Ленской провинции и их подзон отражена на рис. 4.

Прогибы и СВК внешнего и внутреннего шельфов разделены Аkitканской и Чуйско-Тюнодско-Нечерской зонами дугообразно расположенных внутренних палеоподнятий. Последние представлены архей-раннепротерозойским мигматит-амфиболит-кристаллогнейсовым комплексом основания и нижнепротерозой-нижнерифейским (?) вулканогенно-терригенными комплексами Аkitканского вулканоплутонического пояса.

По данным А. И. Иванова, Г. Л. Митрофанова [7–9, 11], общий план размещения фаций на шельфе определяется дугообразной формой последнего с углублением профиля осадконакопления к открытой южной части, переходящей в континентальный склон, на котором накапливались флишоидные типы разрезов. Мощность осадков в центральной части Бодайбинского бассейна составляла более 10 км. Существенную роль в развитии данной территории сыграла система троговых прогибов (рифтов), прошедших в рифее различные стадии развития. В частности, погребённые рифтовые структуры в основании рифейского разреза Бодайбинской части шельфа и континентального склона обусловили возникновение благоприятных обстановок углеро-

генно-терригенными комплексами Аkitканского вулканоплутонического пояса.

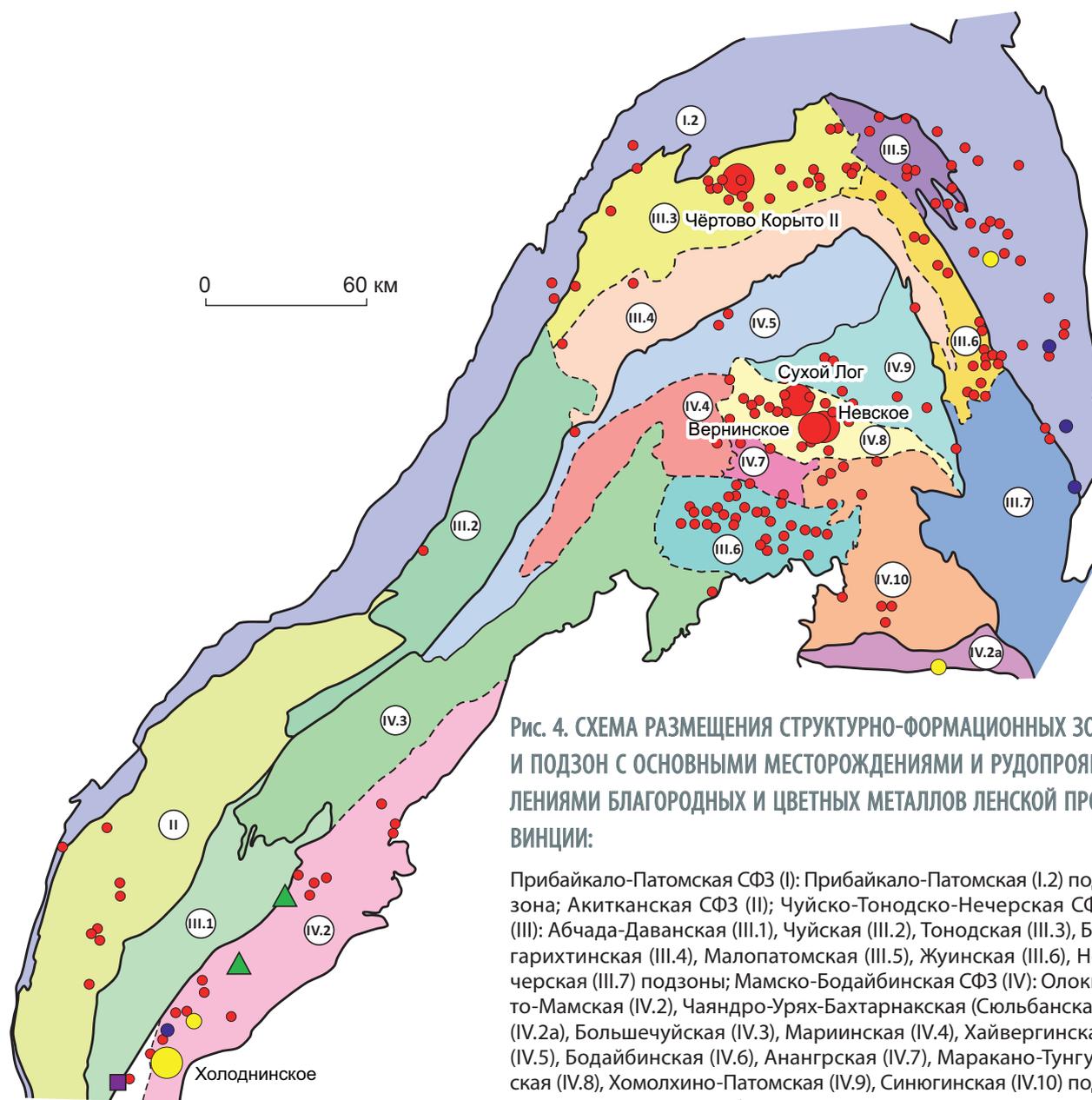


Рис. 4. СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫХ ЗОН И ПОДЗОН С ОСНОВНЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ И РУДОПРЯВЛЕНИЯМИ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИИ:

Прибайкало-Патомская СФЗ (I): Прибайкало-Патомская (I.2) подзона; Аkitканская СФЗ (II); Чуйско-Тоновско-Нечерская СФЗ (III): Абчада-Даванская (III.1), Чуйская (III.2), Тоновская (III.3), Бугарихтинская (III.4), Малопатомская (III.5), Жуинская (III.6), Нечерская (III.7) подзоны; Мамско-Бодайбинская СФЗ (IV): Олоkitо-Мамская (IV.2), Чаяндро-Урях-Бахтарнакская (Сюльбанская) (IV.2a), Большечуйская (IV.3), Мариинская (IV.4), Хайвергинская (IV.5), Бодайбинская (IV.6), Анангрская (IV.7), Маракано-Тунгусская (IV.8), Хомолхино-Патомская (IV.9), Синюгинская (IV.10) подзоны; остальные усл. обозн. см. рис. 2

дистого седиментогенеза в глубоководных трогах шельфовой зоны и континентального склона с накоплением сульфидной минерализации с первичной концентрацией благородных металлов, что было ранее отмечено В. А. Буряком [1, 2]. Именно такие обстановки, с последующими этапами преобразования, служат одним из критериев локализации стратоидных месторождений золота в черносланцевых толщах.

Палеотектонические обстановки осадконакопления углеродсодержащих и безуглеродистых тер-

ригенных, терригенно-карбонатных, карбонатных, реже туфогенно-терригенных, туфогенно-терригенно-карбонатных фаций флишоидного строения в палеобассейнах Ленской провинции принципиально соответствуют режиму задуговых бассейнов с рифтогенными и надрифтогенными прогибами и сформированными синхронно с ними островодужными комплексами Байкало-Муйского вулканического пояса. Эти обстановки сходны с охарактеризованными выше обстановками Енисейской провинции.

Как отмечено в работе А. И. Иванова и других исследователей [7, 8, 11, 12], в основании рифтогенных прогибов в районе Тонодского выступа СВК Ленской провинции выделяются нижнепротерозойские толщи албазинской и михайловской свит с грубо-мелкозернистыми кварц-полевошпатовыми и полевошпат-кварцевыми метапесчаниками и горизонтами углеродистых метапесчаников и метаалевролитов флишоидного строения. Эти толщи со структурным несогласием перекрываются вулканогенно-терригенными и терригенно-карбонатно-сланцевыми осадками медвежьевской свиты с горизонтами железистых кварцитов раннерифейского времени. Сходные с ними образования развиты и в рифтогенных прогибах (включая Олокиито-Мамский и Чаяндро-Урях-Бахтарнакский) Олокиито-Делюн-Уран-Сюльбанской зоны, расположенных на южном фланге Ленской провинции в зоне, прилегающей к СВК Байкало-Муйской (Байкало-Витимской) провинции. Такие прогибы одними геологами рассматриваются как рифтогенные, другими – как островодужные или задуговые. Основным признаком их формационного выполнения – наличие в строении разреза от двух до трёх литолого-стратиграфических уровней терригенно-вулканогенных и вулканогенных фаций, в том числе с горизонтами железистых кварцитов в основании и флишоидных углеродистых терригенных и хемогенно-органогенных карбонатных фаций со стратиформными залежами колчеданно-полиметаллических и свинцово-цинковых руд в средних частях разрезов.

Среднерифейский и верхнерифей-вендский периоды, начиная с хорлухтаховской и хайвергинской свит нижнего рифея, характеризуются накоплением толщ флишоидного строения с углеродистыми, углеродсодержащими и безуглеродистыми терригенными (псаммит-псефитовыми и псаммит-пелитовыми), карбонатно-терригенными, терригенно-карбонатными, сланцево-песчаниковыми и песчано-алевро-сланцевыми, мергелисто-карбонатными, карбонатными, в том числе органогенными, туфогенно-терригенными, туфогенно-терригенно-карбонатными фациями с различными их сочетаниями в отдельных впадинах. Накопление золотоносных углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных толщ в Байкало-Патомской (Ленской) провинции завершилось во второй половине венд-кембрийского периода [7, 11].

Типичными чертами толщ среднерифей-вендского времени являются флишоидное строение и

макроритмичность накопления осадков – нижние части разрезов характеризуются углерод- и часто карбонатсодержащими псаммит-пелитовыми фациями, верхние части – преимущественно алевроглинисто-карбонатными и карбонатными фациями. Основные литотипы пород, в которых локализируются золоторудные залежи, имеют в разрезе углеродистые фации с сингенетичной пиритовой (в том числе золотоносной пиритовой) и/или пирротиновой минерализацией. Помимо благороднометаллоносного оруденения на ряде стратоемостей локализуется и золотосодержащее колчеданно-полиметаллическое оруденение, как в случае Холоднинского месторождения и ряда крупных рудопроявлений (Овгольское, Среднее и др.) в Олокиито-Делюн-Уран-Сюльбанской зоне Северного Прибайкалья.

Состав, строение и фациальные особенности толщ рифейского и рифей-вендского времени, а также их комплексная металлоносность наиболее полно рассмотрены в работах А. И. Иванова [7, 8]. Отмечено, что в рифейском разрезе Ленской провинции практически все литолого-стратиграфические уровни с толщами флишоидного строения имеют признаки золотоносности. Исключение составляют преимущественно карбонатные породы бодайбокской и мариинской свит. К настоящему времени золоторудные месторождения, в том числе с крупными залежами в углеродистых карбонатно-терригенных толщах флишоидного строения, выявлены на шести основных региональных литолого-стратиграфических уровнях в возрастном диапазоне от раннего протерозоя до венда включительно:

- *нижнепротерозой-нижнерифейский* – в углеродистых метавулканогенно-карбонатно-терригенных толщах михайловской и пурпольской свит (Чёртово Корыто, Ходоканское и др. месторождения);
- *нижнерифейский* – в углеродистых карбонатно-песчано-сланцевых толщах хорлухтаховской свиты (Георгиевское и др. рудопроявления);
- *среднерифейский* – во флишоидной углеродистой песчано-алевролитово-сланцевой толще бузихтинской свиты (Верхне-Угаханское, Уряхское и др. месторождения);
- *верхнерифейский* – в углеродистых карбонатно-терригенно-алевролитово-сланцевых толщах хомолхинской (валюхтинской) свиты (Сухой Лог, Голец Высочайший, Петровское и др. месторождения);

- *нижневендский* – в сланцево-песчаниково-алевролитовой толще аунакитской свиты (Невское, Вернинское, Копыловское, Ыканское и др. месторождения),
- *верхневендский* – в сланцево-алевролитово-песчаниковой толще догалдынской (месторождения Догалдынская жила, Ожерелье) и илигирской свит (Ровнинское, Атырканское и др. рудопроявления).

Стратиформное колчеданно-полиметаллическое оруденение во флишоидной черносланцевой толще ондокской свиты верхнего рифея (Холоднинское, Овгольское, Среднее и др. месторождения) и свинцово-цинковое в карбонатных толщах (Йоко, Рыбачье и др. месторождения) установлены в Олоки-Мамском и Чаяндро-Бахтарнакском прогибах Олоки-Делюн-Уран-Сюльбанской зоны. Эти прогибы, характеризующиеся наличием в разрезах вулканитов риолит-базальтовой формации, образуют единый латеральный ряд с золотоносными толщами верхнерифейского литолого-стратиграфического уровня Бодайбинского прогиба, вмещающего стратоидные золоторудные залежи месторождений Сухой Лог, Голец Высочайший и др. Уровень их локализации по возрасту синхронен рудовмещающим толщам Енисейской провинции с полиметаллическими месторождениями Горевское, Рассохинское и др.

Предлагаемая схема последовательности осадконакопления рудовмещающих толщ со стратоидными месторождениями золото-углеродистого семейства, стратиформными колчеданно-полиметаллическими в углеродистых карбонатно-терригенных (черносланцевых) толщах и свинцово-цинковыми в карбонатных толщах отражена на идеализированном профиле размещения обстановок формирования латерально-вертикальных рядов геологических и рудных формаций Ленской провинции (рис. 5).

Для обеих провинций за реперные горизонты могут быть приняты стратоуровни локализации месторождений железистых кварцитов в терригенно-вулканогенных толщах, колчеданно-полиметаллических в черносланцево-терригенных толщах флишоидного строения и стратиформных свинцово-цинковых в карбонатных толщах. Формирование таких месторождений тесно связано с вулканической активностью и позволяет фиксировать стратиграфические уровни её проявления. Перепады в затухании вулканизма фиксируются, по на-

шему мнению, накоплением мощных хемогенно-рифоженных карбонатных толщ, которые также могут рассматриваться в качестве реперных литолого-стратиграфических уровней для сопоставления режимов осадконакопления.

В принятой схеме строения вертикально-латерального ряда геологических формаций Енисейской и Ленской провинций для сопоставления стратоуровней локализации стратоидных золоторудных и стратиформных колчеданно-полиметаллических месторождений предлагается принять за реперные толщи два литолого-стратиграфических уровня:

- терригенно-вулканогенные толщи с горизонтами железистых кварцитов в объёме пенчэнгской и кординской (?) свит Енисейской провинции и медвежьевской, тыйской и иловирьской свит Ленской провинции с отнесением их к раннерифейскому времени;
- карбонатные толщи в объёмах объединённой свиты карточки + аладынская (сосновская) Енисейской провинции, с отнесением её к завершающему этапу среднерифейского времени, и бодайбокканской (мариинской) свиты Ленской провинции, с отнесением к завершению раннерифейского времени.

Выявление положения золоторудной минерализации в разрезе позволяет с большей степенью достоверности проводить литолого-фациальные реконструкции обстановок осадконакопления и формирования стратоуровней локализации стратиформных рудных залежей цветных и стратоидных благородных металлов и, как следствие, прогнозировать возможность их выявления в сходных геологических обстановках. Выявление жильной и жильно-прожилковой золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации в толщах, перекрывающих «базовые» рудоносные уровни с первично рассеянной золоторудной минерализацией, рекомендуется рассматривать как признак возможного стратоидного золоторудного оруденения в толщах флишоидного строения на более низких литолого-стратиграфических горизонтах.

При общей схожести режимов осадконакопления углеродисто-терригенных (черносланцевых) толщ в прогибах задуговых бассейнов рифейского времени Ленской и Енисейской провинций в их рудоносности отмечают как черты сходства, так и значительные различия. В частности, в Ленской провинции стратоуровни локализации стратоидных

месторождений в черносланцевых толщах фиксируются на всех литолого-стратиграфических уровнях рифей-вендского разреза, тогда как в Енисейской – только в толщах сухопитской серии нижне- и среднерифейского времени. В толщах верхнерифейского разреза этой провинции (тунгусикская серия), несмотря на наличие горизонтов с рассеянной сингенетичной вкрапленностью пирита в углеродисто-терригенных толщах флишоидного строения, золоторудных объектов не выявлено. Вместе с тем на этом стратоевровне выявлены месторождения и рудопроявления свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах и колчеданно-полиметаллических в черносланцевых.

Эти факты указывают на отчётливо проявленную вертикальную металлогеническую зональность, выраженную сменой золоторудных месторождений в черносланцевых толщах нижнепротерозой-среднерифейского возраста на свинцово-цинковые и колчеданно-полиметаллические в толщах среднего и верхнего рифея Енисейской провинции. В Ленской же провинции установлена латеральная металлогеническая зональность золоторудного и колчеданно-полиметаллического оруденения в сходных по фациальному составу рудовмещающих толщах. В частности, уникальное по масштабам золоторудное месторождение Сухой Лог с золото-кварц-сульфидными рудами, как и Холоднинское месторождение с золотосодержащими колчеданно-полиметаллическими рудными залежами, а также колчеданно-свинцово-цинковыми рудами (Среднее и др. месторождения), локализуется на средне-верхнерифейском стратоевровне.

Установлены различия в составе стратиформных колчеданно-полиметаллических и свинцово-цинковых руд этих провинций. В Енисейской провинции матрица руд колчеданно-свинцово-цинковых залежей (месторождение Горевское) представлена «сидеритами», а в Ленской (месторождение Холоднинское) – сульфидно-кремнистой (кварц-пиритовой). Это, вероятно, обусловлено различной специализацией сингенетичных рудоносных растворов и составом рудовмещающих пород. Вместе с тем стратиформные месторождения свинца и цинка в карбонатных толщах обеих провинций локализуются в толщах сходного состава с карбонатными, в том числе биогермными, фациями.

Установлены различия и в геохимическом спектре сопутствующих золоту элементов. Рудные за-

лежи месторождений золота Енисейской провинции характеризуются наличием As, Sb, W, реже Mo, Ag, а Ленской провинции – As, Ag, Hg, реже Си, Sb, Pt (?). Состав сопутствующих элементов-примесей и их количество в процентном отношении к золоту варьирует как в пределах золоторудных тел, так и на месторождениях единого рудного поля, что определяет широкий спектр минералого-геохимических типов золоторудной минерализации. Эти различия, вероятно, связаны как с особенностями региональной металлогенической специализации металлоносных вулканогенно-гидротермальных растворов и условий их осаждения, так и с последующими процессами преобразования с дополнительным поступлением элементов-примесей в связи с интрузивной активностью.

Для уточнения размещения литолого-стратиграфических уровней стратоевдных золоторудных и стратиформных колчеданно-полиметаллических месторождений в толщах флишоидного строения, а также свинцово-цинковых в карбонатных толщах, были проанализированы сведения по определению изотопно-геохронологических данных возрастов проявления вулканизма, гранитоидного и базитового магматизма, а также рудовмещающих метасоматитов и рудной минерализации на месторождениях рассматриваемых провинций (табл. 2).

Анализ приведённых данных указывает как на близость периодов их формирования в архей-раннепротерозой-раннерифейские периоды, так и на значительные расхождения в более поздние. Из табл. 2 следует, что основные рубежи эпох рудообразования стратоевдных золоторудных месторождений Енисейской и Ленской провинций отчасти коррелируются с аналогичными нижними уровнями протерозой-нижнерифейских рудовмещающих толщ.

По данным А. Д. Ножкина [13], для Енисейской провинции выделены три эпохи формирования стратоевдных месторождений золоторудного семейства, которые коррелируют с эпохами заложения и эволюции рифтогенных структур и проявлениями внутриплитного магматизма на рубежах 800–770, 720–700 и 670–650 млн лет, соответствующих верхнерифейскому времени (1030–600 млн лет) по геохронологической шкале на 2019 год (см. табл. 2). Наиболее поздние пострудные преобразования минерального вещества связаны с тектономагматическими процессами, фиксируемыми внедрением сиенит-щёлочно-сиенитовых и субщелоч-

ных гранитоидов (Татарский комплекс) с возрастом 630–620 млн лет.

В Ленской провинции наряду с этими эпохами, по данным А. И. Иванова [7, 8, 9] и Г. Л. Митрофанова [10], проявлены и процессы палеозой-мезозойской активизации с внедрением Конкудеро-Мамаканского и Сынырского комплексов гранитоидов (270–320, 285–317, 300–330 млн лет) и полистадийного Баргузино-Витимского батолита, которые представлены малыми телами в пределах Бодайбинского рифтогенно-надрифтогенного прогиба и рифтогенных прогибов Олокито-Делюн-Уран-Сюльбанской зоны. В пределах последних золоторудные проявления выявлены как в габброидах Довыренского (728–673 млн лет), гранитоидах Витимского (Бамбукойского, Падринского) граносиенит-гранит-порфиrowого комплексов (616–598 млн лет) и гранитоидах Муйского (Талаинского) (615–603 млн лет), так и вмещающих их туфогенно-терригенных комплексах флишоидного строения ниже-среднерифейского времени.

Отметим, что датировки абсолютных возрастов различными методами приводят к парадоксальным результатам. В частности, свинцово-цинковое месторождение Горевское по литолого-стратиграфической шкале сформировано в толщах тунгусикской серии верхнего рифея, а его абсолютный возраст соответствует времени формирования золоторудных месторождений, локализованных в толщах сухопитской серии среднего рифея. В Ленской провинции на верхнерифейском стратоуровне локализованы как стратоидные золоторудные месторождения, так и стратиформные месторождения колчеданно-полиметаллических руд в углеродистых карбонатно-терригенных толщах флишоидного строения и свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах.

В заключение предлагаем для обсуждения вопрос о пространственно-временной связи рассеянной стратоидной золоторудной и концентрированной стратиформной свинцово-цинковой и колчеданно-полиметаллической минерализаций с вулканогенными процессами.

В пределах Енисейской провинции в бассейны сухопитского ранне-среднерифейского времени осадконакопления, включая фации свиты карточка + аладынская (сосновская), преобладало поступление золотоносных и других металлоносных флюидов с их сменой на полиметалльные (медь, свинец, цинк) в бассейны тунгусикского времени средне-

го – позднего рифея. В Ленской провинции поступление металлоносных флюидов происходило на более длительных отрезках времени (от раннего рифея до венда включительно); золотоносные флюиды преобладали в Бодайбинском прогибе в среднерифей-вендский периоды, а комплексные благороднометалльные и полиметаллические – в рифтогенных прогибах его основания (Олокито-Мамский и Чаяндро-Урях-Бахтарнакский прогибы Олокит-Делюн-Уран-Сюльбанской СФЗ).

Для доказательства высказанной предшественниками точки зрения о возможной связи накопления первичной сингенетичной рассеянной минерализации с гидротермальными источниками синхронного вулканизма [2] необходимо выявить локальные латеральные ряды синхронного накопления рудовмещающих углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных фаций флишоидного строения и вулканогенных (туфогенно-эффузивных) фаций. Эта задача отчасти решена для золоторудных месторождений Енисейского кряжа в работе А. Д. Ножкина с соавторами [13], но ими не были рассмотрены проблемы формирования месторождений стратиформных свинцово-цинковых руд в карбонатных толщах (Горевское и др.) и колчеданно-полиметаллических (Линейное, Рассохинское и др.) в углеродистых карбонатно-терригенных (черносланцевых) толщах флишоидного строения, которое также обусловлено поступлением металлоносных растворов в связи с процессами вулканической деятельности.

К настоящему времени по изотопно-геохронологическим данным установлено, что самый молодой возраст вулканизма Енисейской провинции (670–575 млн лет) соответствуют верхнему рифею, а Ленской (496 млн лет) – кембрию. Этот факт и возраст потенциально золотоносных комплексов гранитоидов (270–320 млн лет) обуславливают более широкий возрастной интервал формирования стратоидных золоторудных месторождений в Ленской провинции, однако не объясняют синхронность стратоуровневой локализации золоторудного и полиметаллического оруденений в СФЗ Ленской провинции и их различные уровни в Енисейской.

В обеих провинциях проявлена многоэтапная тектоно-магматическая активизация, фиксируемая до- и синрудными, а также посторогенными интрузивными комплексами и сопровождающими их гидротермальными рудоносными образованиями. Последние обуславливают формирование жильной

2. СОПОСТАВЛЕНИЕ УРОВНЕЙ РАЗВИТИЯ МАГМАТИЗМА, БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОГО И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДНЕНИЯ ЕНИСЕЙСКОЙ
(в пределах Енисейского края) и ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИЙ

Периоды геологического времени, млн лет	Возраст магматизма и золотого оруднения, млн лет									
	Енисейская провинция					Ленская провинция				
	Месторождения	Вулканы (формация)	Гранитоиды (массивы и их комплексы)	Базит-гипербазиты и габброиды	Месторождения	Вулканы (комплексы)	Гранитоиды (массивы и их комплексы)	Базит-гипербазиты и габброиды (массивы, комплексы)		
R ₁ 298–252	-	-	-	-	Уряхское 275	-	Конкудеро-Маманский, Сынырский 270–320, 285–317, 300–330	-	-	
C ₁ 358–298	-	-	Порожинский 387–240, 393–387	-	Сухой Лог 447 ± 6–321 ± 14, (вмещающие породы 730–780)	-	Мамский 405–430	-	-	
D ₁ 419–358	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S ₁ 443–419	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₁ 485–443	-	-	Посольненский 521–374	-	-	-	-	-	-	
Є ₁ 535–485	-	-	-	-	Падринский 496	-	-	-	-	
V ₂ 570–535	-	-	-	-	-	-	Лесно-малоякорный 556–537	-	-	
V ₁ 600–570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RF ₃ 1030–600	Васильевское 699	Олимпиадинское 794–615, 870–794	Татарский 630–620 Аяхтинский 680–625, 683, 760–750 Усть-Порожский 697–700, 761–749, 928–900 Верхнехарлузинский 753 ± 4 Глушинский 880 Ерудинский 900 Гурахтинский 1000–883	670–575, 715–682 Риолит-базальтовая 750	Холоднинское 850–740, (вмещающие породы 850)	Иняпукский 670, 711–727, 714–678, 727–700 Медвежьевская свита 975–927 Келянский (Нюрун-дуканский) горизонт 927–726	Бамбукойский (Витимский), Падринский 616–598 Талаинский (Муйский) 615–603 Язовский 726	Чая-Нюрун-дуканский 630–585 Мукадекский 593–612 Довыренский 728–673		
	Удереинское 677–605	Плугириодацил-базальтовая 780 850 (± 60), 950–720	Тейский 1000–950 Тейский гранито-гнейсовый купол 1100–950, 866, 700–670 (по циркону 900–1000)	Чёртово Корыто 700, (вмещающие породы 927)	Эльдорадо 795–780	Келянский (Нюрун-дуканский) горизонт 927–726	-	-	-	
	Попутнинское 717–712	Благодатное 754–698	Советское 830, 820, 776	Горевское 950–850	Ведугинское 805, 712–691, 770–720	-	-	-	-	

Rf_{27} 1350–1030	-	Рыбинско-Панинбинского вулканического пояса ($^{40}Ar/^{39}Ar$ 1042) 970–1400	-	1300–1350	-	Доросский 1055 Метабазальты 1050
Rf_{17} 1650–1350	-	Металикробазальт-базальтовая 1380–1250	-	-	-	-
PR_{17} 2500–1650	-	-	-	1850 2200–2600	-	-

Примечание. Таблица составлена по результатам, отражённым в работах [3, 4, 6–12, 16–20]; возрастные датировки приведены без разделения по методам, включающим: Rb-Sr изохронный, U-Pb по циркону, U-Pb SHRIMP-метод, Sm-Nd изохронный, K-Ar, Pb-Pb, U-Th-Pb, новый $^{40}Ar/^{39}Ar$.
 * Геохронологическая шкала по состоянию на 2019 г. (система по стратиграфическому кодексу 2006 г.).

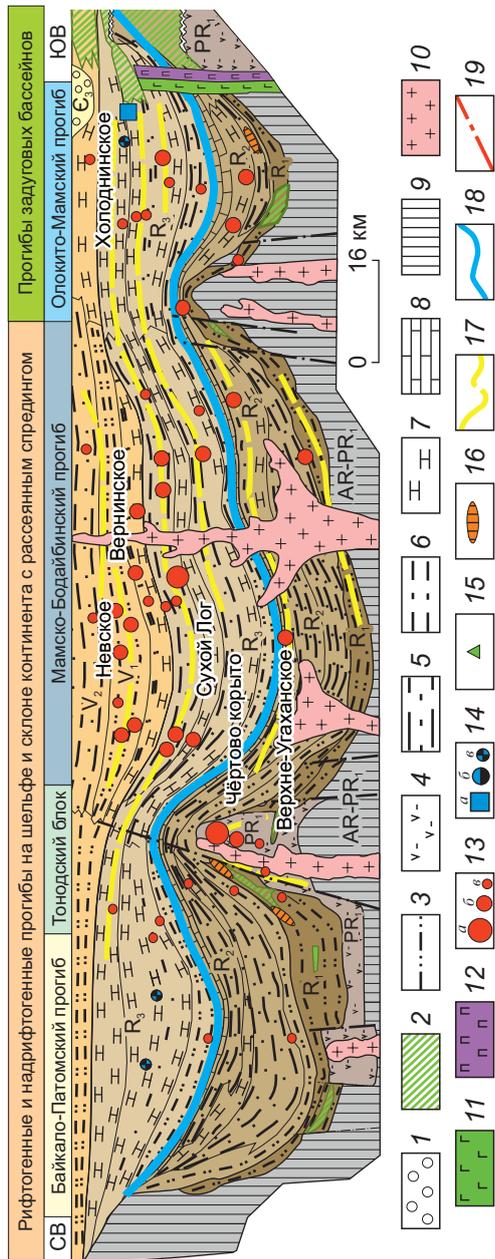


Рис. 5. ИДЕАЛИЗИРОВАННАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ СТРАТОУРОВНЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЛЕНСКОЙ ПРОВИНЦИИ:

усл. обозн. см. на рис. 3

и жильно-прожилковой золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации в зонах складчато-разрывных дислокаций стратифицированных толщ и сквозного тектонического расщепления интрузивных комплексов предшествующих этапов. При этом золотое оруденение может локализоваться как в стратифицированных терригенных и вулканогенных комплексах, так и в интрузивных (габбroidных и гранитоидных). Это доказывается наличием золото-сульфидно-кварцевых месторождений и рудопроявлений в минерализованных зонах тектонических нарушений с метасоматитами березит-лиственитового состава как по габбroidам с возрастом 612–593 млн лет (месторождение Мукадек и рудопроявления Правомамского рудного поля), так и по гранитоидам с возрастом 615–603 млн лет (Икибзякское рудопроявление) в Олокито-Делюн-Уран-Сюльбанской зоне Ленской провинции.

Значительная роль в локализации золоторудной минерализации с экономически оправданным содержанием металла для его добычи современными технологиями принадлежит и процессам, связанным с гранитоидным магматизмом, который в Енисейской провинции затухает к венду, а в Ленской проявлен вплоть до каменноугольного периода. В результате его проявления в виде малых интрузий и термокуполов проходили процессы как привноса дополнительных порций золоторудных растворов, так и перераспределения сингенетической рассеянной золоторудной минерализации в зонах складчато-разрывных дислокаций на различные стратиграфические уровни [9]. Это определяет возможность выделения промежуточных литолого-стратиграфических уровней и расширяет интервал их опробования рудовмещающего разреза с возможным выявлением золоторудных залежей в сквозных зонах складчато-разрывных дислокаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буряк В. А. Источники золота и сопутствующих компонентов золоторудных месторождений в углеродсодержащих толщах / В. А. Буряк // Геология рудных месторождений. – 1986. – Т. 28, № 6. – С. 31–43.
2. Буряк В. А. Роль вулканогенно-осадочного и гидротермально-осадочного минералообразования в формировании золотого оруденения черносланцевых толщ / В. А. Буряк // Доклады АН СССР. – 1976. – Т. 226, № 4. – С. 907–910.
3. Верниковская А. Е. Среднепалеозойский и раннемезозойский анорогенный магматизм Южно-Енисейского кряжа: первые геохимические и геохронологические данные / А. Е. Верниковская, В. А. Верниковский, Н. Ю. Матушкин // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 5. – С. 701–716.
4. Верниковский В. А. Неопротерозойская тектоническая структура Енисейского кряжа и формирование западной окраины Сибирского кратона на основе магнитных и геохронологических данных / В. А. Верниковский, Д. В. Метелкин, А. Е. Верниковская [и др.] // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57, № 1. – С. 63–90.
5. Геология и металлогения Енисейского рудного пояса / под ред. Г. Н. Бровкова, Л. В. Ли, М. Л. Шермана. – Красноярск : СНИИГиМС, 1985. – 291 с.
6. Забияка А. И. Районирование Енисейской металлогенической провинции / А. И. Забияка, Ю. В. Гусаров // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. – Красноярск : КНИИГиМС, 2002. – Вып. 3. – С. 80–89.
7. Иванов А. И. Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы) / А. И. Иванов. – М. : ФГУП ЦНИГРИ, 2014. – 215 с.
8. Иванов А. И. Рифейско-палеозойское рудообразование в Байкало-Патомской золоторудной провинции / А. И. Иванов // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 12. – С. 3–10.
9. Иванов А. И. Роль метаморфических условий преобразования углеродистых карбонатно-терригенных отложений для формирования золотого оруденения на разных этапах коллизионной эпохи развития Байкало-Патомской металлогенической провинции / А. И. Иванов // Отечественная геология. – 2017. – № 4. – С. 3–23.
10. Корнев Т. Я. Эталон кузеевского риолит-коматиит-базальтового комплекса (Енисейский кряж) / Т. Я. Корнев, В. Н. Князев, С. К. Шарифулин. – Новосибирск : СНИИГиМС, 2007. – 115 с.
11. Митрофанов Г. Л. Тектонические закономерности размещения и формирования месторождений благородных металлов южного обрамления Сибирской платформы : специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения» : автореф. дис. на соискание учёной степени докт. геол.-минерал. наук / Митрофанов Геннадий Лукич. – М., 2006. – С. 45.
12. Немеров В. К. Биогенно-седиментационные факторы рудообразования в неопротерозойских толщах Байкало-Патомского региона / В. К. Немеров, А. М. Ста-

- невич, Э. А. Развозжаева [и др.] // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 5. – С. 729–747.
13. *Ножкин А. Д.* Этапы позднепротерозойского магматизма и возрастные рубежи золотого оруденения Енисейского кряжа / А. Д. Ножкин, А. С. Борисенко, П. А. Неволько // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 1. – С. 158–181.
 14. *Ручкин Г. В.* Минерагеня пассивных окраин и шельфов окраинных морей / Г. В. Ручкин, В. Д. Конкин // Минерагеня осадочных бассейнов континентов и периконтинентальных областей. – М.: [б.и.], 1998. – 590 с.
 15. *Ручкин Г. В.* Роль метаморфизма и складчатых деформаций в формировании колчеданно-полиметаллических руд / Г. В. Ручкин, В. Д. Конкин ; отв. ред. В. Г. Кушев // Геология и полезные ископаемые в полосе БАМ Северного Прибайкалья. – М. : Наука, 1983. – С. 27–33.
 16. *Ручкин Г. В.* Ряды рудных формаций терригенно-сланцевых складчатых поясов / Г. В. Ручкин, В. Д. Конкин // Руды и металлы. – 2002. – № 1. – С. 15–19.
 17. *Рыцк Е. Ю.* Гранитоиды раннего палеозоя Северного Прибайкалья / Е. Ю. Рыцк, А. А. Андреев, Е. Б. Сальникова, С. Д. Великославинский // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) : материалы совещания. – Иркутск : Ин-т земной коры СО РАН, 2018. – Вып. 16. – 303 с.
 18. *Сазонов А. М.* Золоторудная минерагеня Енисейского кряжа: геолого-структурная позиция, структурные типы рудных полей / А. М. Сазонов, А. А. Ананьев, Т. В. Полева [и др.] // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2010. – № 4. С. 371-395.
 19. *Черных А. И.* Геологическое строение и петролого-геохимические особенности докембрийских офиолитовых и палеостроводужных комплексов Енисейского кряжа : специальность 04.00.08 «Петрография, вулканология» : автореф. дис. на соискание учёного степен. канд. геол.-минерал. наук / Черных Александр Иванович. – Новосибирск, 2000. – 20 с.
 20. *Чугаев А. В.* Rb-Sr изотопная система гидротермального кварца, возраст и источники вещества золоторудных месторождений Сухой Лог (Россия) и Колар (Индия) : специальность 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» : автореф. дис. на соискание учёного степен. канд. геол.-минерал. наук / Чугаев Андрей Владимирович. – М., 2007. – 27 с.
 21. *Чугаев А. В.* Свинцово-изотопные характеристики сульфидов крупных месторождений золота Байкало-Патомского нагорья (Россия) по данным высокоточного изотопного MC-ICP-MS-анализа свинца / А. В. Чугаев, И. В. Чернышев, Ю. Г. Сафонов, М. Р. Сароян // Доклады АН. – 2010. – Т. 434, № 5. – С. 677–680.

STRATIGRAPHIC LOCALIZATION LEVELS OF GOLD AND LEAD-ZINC DEPOSITS, YENISEY AND LENA PROVINCES

V. D. Konkin¹, A. L. Galyamov², A. I. Donets¹, A. V. Okulov¹
 (¹Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, Moscow; ²Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow)

Deposits and occurrences of vein/veinlet and vein-disseminated ores of gold-sulphide-quartz and gold-quartz types in carboniferous flyschoid terrigenous-carbonate, carbonate-terrigenous, tuffaceous-carbonate-terrigenous sequences (black shale formation) of the Yenisei and Lena provinces are revealed at various lithologic-stratigraphic levels. A comparison of the stratum levels of gold mineralization has been made and a conclusion about the causal relationship between both the localization of gold mineralization with synchronous consedimentation processes and the subsequent tectonomagmatism processes was made.

Keywords: Yenisei ore provinces, Lena gold provinces, gold and base metal deposits, lithologic-stratigraphic levels, black shale formation, flyschoid terrigenous-carbonate strata, volcanism, magmatism.

