

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗОЛОТА В ПИЛЬДА-ЛИМУРИЙСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Ю.П. Юшманов

ФГБУН Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 682200; e-mail: yushman@mail.ru

Поступила в редакцию 14 января 2014 г.

Установлена важная роль сдвиговой тектоники в локализации золотой минерализации на Нижнем Амуре. Пильда-Лимурийская золотоносная зона контролируется S-образной флексурой, которая образована юрско-меловыми терригенными породами в результате левого сдвига амплитудой 200 км по Лимурчанскому и параллельному ему разломам, образующим широкую меридиональную зону вязкого сдвига. Зона сдвига обладает рядом литологических, структурных и магматических признаков, благоприятных для поисков золота и платины в черносланцевых углеродисто-терригенных толщах. Потенциально крупнотоннажными рудными объектами являются рудные поля и фланги месторождений Агние-Афанасьевское, Покровско-Троицкое, Учаминское, Дяппе, Мартемьяновское и Делькен.

Ключевые слова: левые сдвиги, структурные парагенезисы, сдвиго-раздвиг, золотоносные зоны, черные сланцы, Нижнее Приамурье.

ВВЕДЕНИЕ

На территории Нижнего Приамурья профилирующим полезным ископаемым является золото. Э.Э. Анерт [1] дал подробные сведения о начальном периоде изучения золотоносности Приамурья. Во второй половине прошлого века возросшая потребность в минеральном сырье привела к стремительному росту планомерных объемов геологической съемки и поисково-разведочных работ, что привело к открытию месторождений многих полезных ископаемых. Результаты деятельности производственных и научных организаций опубликованы в ряде изданий, отдельных монографиях и картах [3, 5, 7–9, 14, 17, 18, 20, 30, 35] и др.

Начало золотого промысла в Нижнем Приамурье относится к 1861 г., когда царскими властями была разрешена частная добыча близ Амурского лимана. Пильда-Лимурийская золотоносная площадь известна с дореволюционных времен. До 1925 г. ручным способом было добыто 279 пудов (4423 кг) и драгами 663 кг золота [34]. В последующие годы из россыпей (руч. Бори-Феликс-Ивановский и др.) и коренных месторождений (Агние-Афанасьевское, Дяппе, Мартемьяновское, Покровско-Троицкое и Учаминское) было добыто более 30 т золота. Месторождения разрабатывались столь интенсивно, что большинство из них оказались исчерпанными в первой половине

прошлого века. Нарращивание золоторудной ресурсной базы предпринималось неоднократно. Однако работы прекращались на разных стадиях, когда ожидание крупных месторождений класса Многовершинного не оправдывались. В этой связи весьма актуальна проблема расшифровки тектонических структур Пильда-Лимурийского золоторудного района, расположенного в интенсивно дислоцированных меловых песчано-глинистых терригенных толщах.

Проведенные в последние годы в низовьях Амуре полевые работы [16, 22] показали, что предшествующими исследователями горизонтальные перемещения блоков земной коры по разломам при геологическом картировании и разведке месторождений явно недооценивались. На важную роль горизонтальных смещений в тектонике Сихотэ-Алиня впервые указал Б.А. Иванов [11, 12]. Он установил, что Центральный Сихотэ-Алинский разлом – это левый сдвиг амплитудой от 60 до 200 км. Дальнейшие работы показали, что сдвиги являются одним из основных элементов крупномасштабных горизонтальных перемещений вдоль границы континент-океан. Динамическое направление в исследованиях тектоники Сихотэ-Алиня и его рудных районов основано В.П. Уткиным [27, 28] и продолжено его учениками. В настоящей работе автор рассматривает закономерности размещения промышленных концентраций золота на основе ана-

лиза сдвиговых структурных парагенезов в северном секторе Сихотэ-Алинского орогенного пояса. Цель работы – установить региональные и локальные золотоносные структуры, благоприятные для поисков и разведки крупнотоннажных рудных объектов.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве основного фактического материала использованы геологические карты масштаба 1:2 500 000 Хабаровского края и Амурской области, Приамурья и сопредельных территорий, а также карта полезных ископаемых Хабаровского края масштаба 1:1 500 000 [8, 21]. Проведен анализ фондовых материалов, научных статей и монографий, посвященных геологии, тектонике и металлогении Нижнего Приамурья. Часть информации получена из ГИС-Атласа «Недра России» [35]. Структуры месторождений изучались по геологическим отчетам, картам и планам в ФБУ «Территориальные фонды геологической информации по Дальневосточному федеральному округу» в г. Хабаровске. По большинству месторождений, к сожалению, разведочная графика безвозвратно утеряна. Кроме того, автор использовал свой опыт структурных исследований при полевом изучении условий локализации золота в зонах вязкого сдвига в Центральном Сихотэ-Алине и прибрежной зоне Приморья [31, 32].

Одним из методов изучения горизонтальных тектонических движений (в частности, сдвиговых перемещений по разломам) является анализ структур, обязанных своим происхождением именно горизонтальным движениям, по методике, разработанной В.С. Буртманом, А.В. Лукьяновым, А.В. Пейве, С.В. Руженцевым [26]. Она дополнена сбором и статистическим анализом материалов о разрывах, кварцевых жилах, дайках, складках, штриховках и зеркалах тектонического скольжения и других структурных элементах из фондовой геологической документации. Обработка структурных элементов проводилась по методике В.П. Уткина [27], которая широко применяется в практике структурных и геодинамических исследований Сихотэ-Алиния и его рудных районов. В результате обработки и синтеза обширного фактического материала построены тектоническая и геолого-структурные схемы, диаграммы и таблица с краткой характеристикой месторождений.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Исследуемая территория располагается в северном секторе Сихотэ-Алинского мезозойского ороген-

ного пояса в зоне сочленения разновозрастных тектонических комплексов (океанических, континентальных, окраинноморских и островодужных). На севере Сихотэ-Алинский орогенный пояс сочленяется с Монголо-Охотской покровно-складчатой системой, на западе примыкает к Цзямусы-Буреинскому кратонному рельефу. Его восточный фланг на всем протяжении перекрывается вулканитами Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Согласно недавнему обобщению геофизических данных [10], низкоскоростная (6.2–6.3 км·с⁻¹) земная кора Северного Сихотэ-Алиния сокращена до 25–35 км, а мощность и плотность литосферы, наоборот, увеличены до 130 км и 3.28 г·см⁻³, соответственно. Земная кора, описываемая реологическими гравитационными моделями [24], характеризуется существованием двух слоев повышенной жесткости. Первый слой представляет собой кристаллическое основание вулканогенно-осадочных комплексов (PZ₃ – MZ), кровля которого погружается по направлению к Татарскому проливу. В зоне наиболее резкого погружения этого слоя расположена зона сдвигового дуплекса, образованная Лимурчанским и Приозерным глубинными разломами. В зоне дуплекса находится большая часть месторождений Пильда-Лимурийского рудного района (рис. 1). Второй жесткий слой залегает в виде пластин океанической или островодужной коры, надвинутой на континентальную кору и пододвинутую под вулканогенно-складчатые комплексы. Кровля второго слоя погружается в западном направлении и осложнена локальным поднятием островодужной или океанической природы под Пильда-Лимурийским рудным районом до глубины 11–12 км. В Прибрежной вулканической зоне отсутствует гранитно-метаморфический слой, т.е. вулканогенно-осадочный слой залегает здесь на океанической коре.

По данным А.М. Петрищевского [24], рудная минерализация Нижнего Приамурья контролируется зоной синдвигового растяжения – на границе континентальной и океанической (островодужной) коры (рис. 2 А). Подошвой сдвига является метаморфический фундамент континентального типа (гранитно-метаморфический слой), кровля которого в правом крыле сдвига залегает на глубине 20–22 км. Амплитуда левого горизонтального перемещения по сдвигу с трансензионной составляющей (сдвиг с элементами растяжения), определяемая по суммарной амплитуде раскрытия северо-западных раздвигов Z-образного μ_z -минимума, составляет 200 км. Синдвиговая зона растяжения в подкоровом слое верхней мантии (рис. 2 Б) смещена к востоку относительно внутрикоровой структуры растяжения. Отсутствие в ее пределах рудных месторождений указывает на то, что мантийный сдвиг, возможно, образовался позднее,

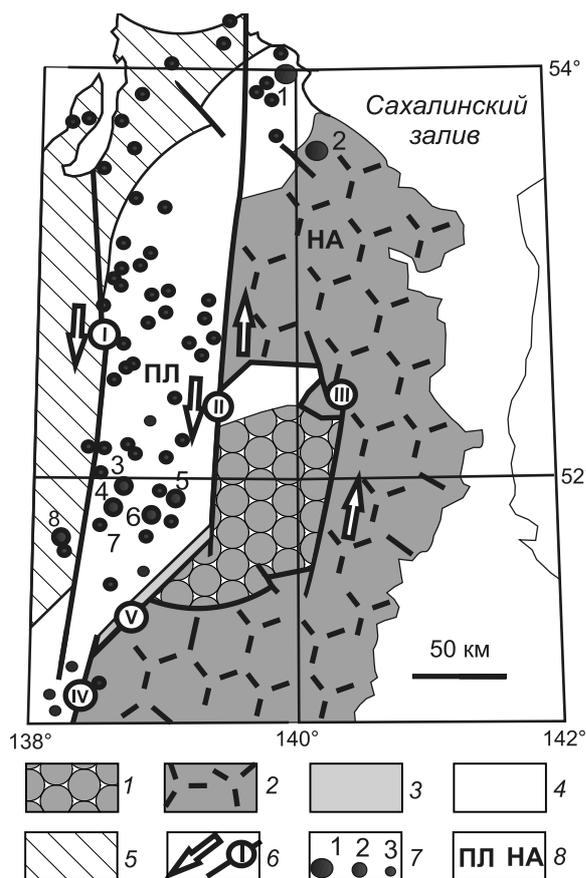


Рис. 1. Тектоническая схема контроля золоторудных месторождений Нижнего Амура (составлена с использованием данных [8, 15, 21, 35]).

1 – четвертичные континентальные отложения Удыль-Кизинской впадины; 2 – Восточно-Сихотэ-Алинский вулcano-плутонический пояс позднемеловой–неогеновый; 3 – Киселевско-Маноминский апт-сеноманский террейн; 4 – Журавлевско-Амурский террейн раннемелового турбидитового бассейна трансформной окраины; 5 – Ульбанский террейн юрский турбидитовый; 6 – разломы и их номера: I – Лимурчанский, II – Приозерный, III – Утанский, IV – Центральный Сихотэ-Алинский, V – Киселевский, стрелки указывают направление сдвига; 7 – месторождения золота: крупные (1), средние (2), рудопроявления (3) и их номера: 1 – Многовершинное, 2 – Белая гора, 3 – Покровско-Троицкое, 4 – Агни-Афанасьевское, 5 – Дяппе, 6 – Мартемьяновское, 7 – Учаминское, 8 – Делькен; 8 – рудные районы: ПЛ – Пильда-Лимурский, НА – Нижнеамурский.

чем основная часть месторождений Нижнего Приамурья. С другой стороны, крутопадающие разломы на границах мантийной структуры растяжения тоже имели рудоконтролирующее значение, поскольку большая часть месторождений на рассматриваемой территории приурочена к границам μ_z -минимума. На поздний возраст кулисообразного мантийного сдвига с соответствующими элементами растяжения по северо-западным разрывам указывает широкое присутствие кайнозойских базальтов в северной и восточной

частях Нижнего Приамурья [7]. Пространственное размещение приповерхностной рудной минерализации Приамурья сопоставляется с распределением аномалий градиентов плотности земной коры и верхней мантии до глубины 100 км. Дискретная металлогеническая зональность литосферы выражена закономерным увеличением вертикальной протяженности региональных рудно-магматических систем от преимущественно оловоносных к преимущественно золотоносным: Sn (95–15 км)→Sn, W, Mo (30 км)→W, Mo (60–70 км)→Au (100 км) [23, 24].

Современное тектоническое районирование территории Нижнего Приамурья показано в работах [2, 7, 8, 9, 29–35]. С позиций теории геосинклиналей традиционно выделяются структурно-формационные зоны (СФЗ), с позиций террейновой тектоники территория рассматривается как коллаж террейнов разного возраста и происхождения. Эти построения, несмотря на разные подходы, используют издавна известные главные геологические структуры, которые в своих границах остаются неизменными. Используя двойную терминологию, аналогами СФЗ являются Ульбанский (Ульбанская СФЗ), Журавлевско-Амурский (Горинская СФЗ), Киселевско-Маноминский (Нижнеамурская СФЗ) террейны. Главные, особенности геологического строения, геодинамики, магматизма и металлогении террейнов (СФЗ) подробно изложены в цитируемых выше работах.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И СТРУКТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗОЛОТОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Исследуемая территория расположена в северном сегменте Восточно-Сихотэ-Алинского вулcano-плутонического пояса, наложенного на мезозойские осадочные образования Сихотэ-Алинского орогенного пояса (рис. 1). По особенностям геологического строения здесь выделяются две тектонические зоны – Прибрежная вулканическая и Перивулканическая, ограниченные с флангов Лимурчанским и Приозерным глубинными разломами, которые расположены на продолжении Центрального Сихотэ-Алинского сдвига. Особенностью тектонического строения Прибрежной зоны является двухъярусное строение и пониженная мощность земной коры. Верхний ярус образуют базальты, андезибазальты, андезидациты и риодациты позднего мела–палеоцена [9, 17]. Вулканогенные отложения на востоке скрыты водами Татарского пролива. С запада они ограничены Приозерным глубинным разломом, который прослеживается на 334 км от залива Рейнеке на севере до оз. Кизи, продолжаясь к югу на 320 км.

В Перивулканической зоне вулканический чехол срезан, и эрозией вскрыт фундамент Прибрежной зоны, сложенный преимущественно мезозойскими

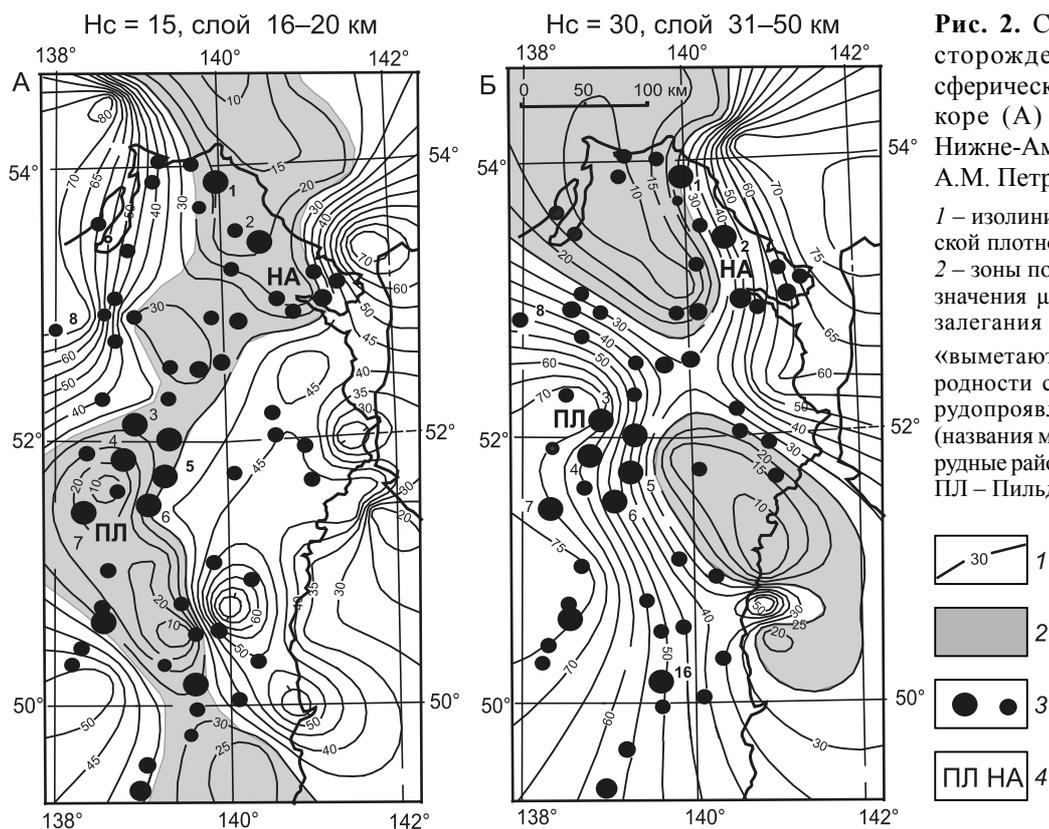


Рис. 2. Связь золоторудных месторождений с нормированной сферической плотностью в земной коре (А) и верхней мантии (Б) Нижне-Амурского региона (данные А.М. Петрищевского, 2013 г.).

1 – изолинии нормированной сферической плотности (1 ед. = 10–2 кг/м³/км); 2 – зоны пониженной вязкости (низкие значения μ_z -параметра), H_c – глубина залегания поверхности, на которую «выметаются» плотностные неоднородности слоя; 3 – месторождения и рудопоявления золота и их номера (названия месторождений на рис. 1); 4 – рудные районы: НА – Нижне-Амурский, ПЛ – Пильда-Лимурийский.

терригенными интенсивно дислоцированными отложениями Журавлевско-Амурского турбидитового и Киселевско-Маноминского аккреционного террейнов. Журавлевско-Амурский террейн на западе по Лимурчанскому глубинному разлому граничит с Ульбанским террейном. В Ульбанском террейне, как это следует из карт [8, 35], преобладают верхнетриасово-юрские и юрские интенсивно дислоцированные осадочные отложения, а в двух первых террейнах – нижнемеловые. Тектоническому строению соответствуют металлогенические зоны. В Нижнеамурской вулканической металлогенической зоне развиты близповерхностные золотосеребряные кварц-алунитовые месторождения, а в Пильда-Лимурийской перивулканической – золото-кварцевые слабо сереброносной формации. Подчиненное значение имеют месторождения и рудопоявления золотосульфидной формации гипабиссального уровня глубинности [17, 18].

Перивулканическая Пильдо-Лимурийская золотоносная зона выступает в тектоническом блоке, ограниченном на западе Лимурчанским, а на востоке Приозерным глубинными разломами, на юге – северо-восточной зоной Киселевского разлома. Глубинные разломы образуют широкую (50–70 км) меридиональную зону вязкого левого сдвига протяженностью 275 км от залива Николая на севере до р. Амур на юге [33]. На геологических картах [8, 35] ампли-

туда сдвига определяется по флексурному S-образному изгибу складчатых мезозойских терригенных толщ (рис. 1). Судя по его размерам, горизонтальная амплитуда левостороннего сдвига составляет 200 км с учетом разворота складчатых структур к меридиональному простираению параллельно Лимурчанскому разлому, вертикальная амплитуда по геофизическим данным – 8 км (устное сообщение А.М. Петрищевского). При сдвиге в режиме трансенсии флексура испытала растяжение в центральной части, где геологическим картированием фиксируется основная масса гранитов, внедрившихся в локальные раздвиги. С гранитами нижнеамурской натриевой серии повышенной основности ассоциирует золоторудная минерализация.

В зоне Лимурчанского разлома разрывные и складчатые дислокации изучались в бассейнах одноименной реки и ее левом притоке руч. Делькан [20]. Было установлено доминирование субгоризонтальных тектонических штрихов и борозд скольжения на разрывах, составляющих зону разлома, которую сопровождает интенсивная аксоноклиальная складчатость (складками с крутым погружением шарниров), характерная для зон сдвигов [4, 26, 27].

По результатам изучения фондовых материалов для этого района построена сводная роза-диаграмма разрывов (рис. 3), где левые сдвиги занимают сектор

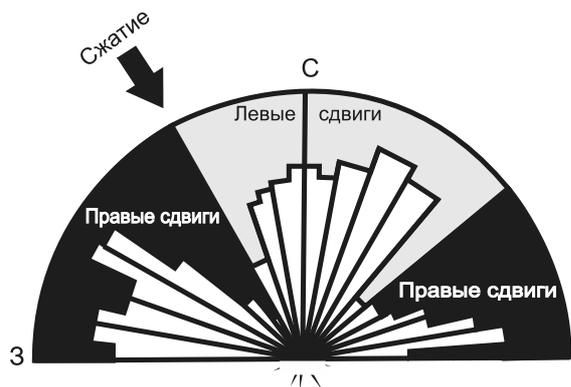


Рис. 3. Роза-диаграмма частоты простираний левых и правых сдвигов в зоне Лимурчанского разлома (1700 замеров, по данным [22]). Бассейн р. Лимурчан.

простираения СЗ-СВ $330\text{--}40^\circ$, а сопряженные правые сдвиги – СЗ $270\text{--}320^\circ$, СВ $70\text{--}90^\circ$. Образование этих разрывов, по-видимому, связано с горизонтальным сжатием, которое было ориентировано в направлении СЗ 330° . Подмечено, что субмеридиональные разрывы-сколы, слагающие зону Лимурчанского разлома, расположены кулисно с S-образным изгибом отдельных разрывов по простиранию [20]. Простирание разрывов на коротких интервалах меняется от северо-восточного через меридиональное на северо-западное и характеризуется левосдвиговыми малоамплитудными смещениями. Вдоль отдельных субмеридиональных разрывов наблюдаются малоамплитудные правые сдвиги, наложенные на основные левосторонние сдвиги. Разрывы растяжения в зоне сдвига ориентированы субпараллельно латеральному сжатию. Дайки, штоки, кварцевые жилы занимают полости, образовавшиеся в результате горизонтального раздвигания стенок крутых разломов и трещин. Все это в совокупности подтверждает левосторонний сдвиг по Лимурчанскому разлому. На глубинное происхождение Лимурчанского разлома указывают проявления платины и ртути в зоне сдвига.

По представлениям В.П. Уткина [27, 28], раннемеловая активизация левых сдвигов Сихотэ-Алиня привела к формированию зоны тектонического срыва в основании осадочного слоя с развитием в нем складчатости. В позднем мелу–неогене осадочный чехол испытал растяжение при левосторонней активизации близмеридиональных и северо-восточных сдвигов фундамента. В условиях трансенсии сформировалась Нижнеамурская вулканическая зона. Структурно она напоминает гигантскую брекчию, где блоки осадочных пород растащены, сцементированы магматическим веществом и перекрыты эффузивами. Горизонтальные смещения по сдвигам продолжались

и в четвертичный период, об этом свидетельствует Удыль-Кизинская ромбовидная сдвиго-раздвиговая впадина (pull apart basin), выполненная четвертичными аллювиально-озерными отложениями, которая рассматривается как составной элемент Приозерного, Утанского и Киселевского сдвигов [16, 22].

Структурные условия размещения золотого оруденения рассмотрим на примере Покровско-Троицкого, Агние-Афанасьевского, Учаминского, Делькенского, Дяппенского и Мартемьяновского месторождений – типичных представителей Пильда-Лимурийского золотоносного района. На карте полезных ископаемых Хабаровского края [35] эти месторождения и рудопроявления приурочены к юрско-меловым углеродистым сланцевым толщам, контролируемым зонами вязкого сдвига. Вязкие сдвиги характеризуются большой шириной и протяженностью, отсутствием единой плоскости разлома, вместо которого наблюдаются параллельные сколы послойного срыва в толщах осадочных пород разной компетентности. По простиранию вязкий сдвиг проявляется в многочисленных дуплексах трансенсии или транспрессии. Сдвиги сопровождаются складками с крутонаклонными шарнирами, к которым часто приурочены золотоносные кварцевые жилы и прожилки. Ведущей формой контроля локализации руд в разломах являются секущие структуры блокирования. В зоне динамического влияния Лимурчанского глубинного разлома золотоносная зона вязкого сдвига прослеживается в северо-восточном направлении на 50 км от Агние-Афанасьевского золото кварцевого месторождения до Учаминского золотоарсенопиритового месторождения и далее на север до Покровско-Троицкого месторождения. Ширина зоны сдвига колеблется от первых сотен метров до 2–3 км. Дадим краткую геолого-структурную характеристику месторождений (с севера на юг).

Покровско-Троицкое золото кварцевое месторождение разрабатывалось с 1942 по 1958 гг. Рудные тела локализованы в интенсивно дислоцированных нижнемеловых песчано-сланцевых отложениях пионерской свиты, нарушенных многочисленными разрывами северо-восточного направления, образующими широкую зону (2–3 км) вязкого левого сдвига. В разрезе преобладают песчаники, а глинистые сланцы играют подчиненную роль. В сланцах наблюдаются тонкие кварцевые прожилки. Изверженные породы на площади рудного поля имеют ограниченное распространение и внедрены в виде штоков, поясов даек, сложенных диоритовыми порфиритами, диоритами и гранодиоритами. Мощность даек от 0.09 до 30 м. С диоритовыми порфиритами ассоциируют золотосодержащие кварцевые жилы (до 12 г/т Au), что свидетельствует неоднократном приоткрывании

рудовмещающих трещин. В небольших массивах гранодиоритов наблюдаются микропрожилки кварца с вкрапленностью пирита и арсенопирита. Вмещающие осадочные породы вблизи интрузивных тел ороговикованы, окварцованы, каолинизированы и лимонитизированы. Содержание золота в окварцованных и пиритизированных песчаниках от следов до 1–4 г/т. На рудном поле канавами вскрыты зоны мощностью 8.0 м окварцованных песчаников, контролируемые послойными срывами. В бороздовых пробах содержание золота в зоне колеблется от 0.4 г/т до 6.0 г/т, средневзвешенное – 2.65 г/т. В маломощных зонах дробления (0.25 м) содержание золота достигает 120 г/т. Промышленное значение имели крутопадающие золотокварцевые жилы, содержащие вкрапленность самородного золота, пирита, антимонита, сфалерита, галенита, халькопирита и арсенопирита. В основном горными выработками вскрывались маломощные, не протяженные жилы, которые, как правило, с флангов блокируются сколами. Дорудные смещения по сколам на амплитуду до 1–3 м обусловили незначительное раскрытие рудовмещающих трещин. Установлены штокверковые зоны лестничного типа, которые не разведывались из-за малой мощности прожилков. Наблюдается явная вторичность жильно-прожилковых золотокварцевых проявлений по отношению к тонко-рассеянной сульфидной (пирит-арсенопиритовой) минерализации.

Рудное поле **Агние-Афанасьевского месторождения** расположено в надинтрузивной зоне скрытого рудогенерирующего массива диоритов в восточном крыле Лимурчанского сдвига. Рудовмещающие нижнемеловые углеродистые песчано-глинистые отложения пионерской свиты слагают ядро антиклинальной складки, а крылья – песчаники пиванской свиты (рис. 4). Осадочные породы прорваны штоками и дайками позднемеловых диоритов, кварцевых диоритовых порфиритов, гранитов, гранодиоритов, гранит-порфиров и спессаритов [18]. Все эти породы были вовлечены в деформацию вязкого сдвига. Сдвиги распознаются с помощью статистического анализа замеров ориентировки шарниров складок на стереографической диаграмме А (рис. 4, врезка). Складки первой генерации (F_1) с субгоризонтальными осями и вертикальными осевыми поверхностями нарушены системой складок волочения второй генерации (F_2) с пологонаклонной (20–40°) ориентировкой шарниров. Они интерпретируются как сохранившиеся складчато-надвиговые и взбросо-сдвиговые структуры раннего этапа деформаций на крыльях цилиндрических складок первой генерации. Наложенная аксоноклиналная складчатость с крутонаклонными шарнирами, достигающими 90°, развита на крыльях складок

первой и второй генерации вдоль субвертикально падающих пластов. Аксоноклинали образуют складки волочения третьего порядка (F_3), связанные с многочисленными послойными сдвигами. Оси складок первой генерации концентрируются в двух направлениях: близширотном (СВ 70–80°) и близмеридиональном (СВ 10–20°), что отражает закономерный разворот складчатых структур к меридиану в процессе левого сдвига по Лимурчанскому разлому. Опережающие его северо-восточные взбросы, взбросо-сдвиги и сдвиги, как правило, прослеживаются вдоль контактов осадочных толщ разной компетентности. Так, на Агние-Афанасьевском месторождении золотокварцевые и золотосульфидные жилы локализованы в пластичной углеродистой песчано-глинистой толще, расплющенной в условиях транспрессии между блоками жестких пород преимущественно песчаникового состава.

И.А. Преображенский, посетивший в 1923 г. прииски Пильда-Лимурийской группы, пришел к выводу, что источником золота в россыпях являются глинистые сланцы, относимые к мартемьяновской толще (пионерская свита в современном понимании), которая подверглась пиритизации, окварцеванию и динамометаморфизму. Золото в сланцах связано с пиритом и кварцем [1]. Кроме того, высказано предположение, что золото находится в сланцах и независимо от кварца и пирита. Это согласуется с современными результатами геохимического опробования осадочных толщ [4, 5, 25]. Литолого-стратиграфический контроль золотокварцевых и золотосульфидных жил проявлен как в рассматриваемом месторождении, так и в смежных районах.

Структурная обстановка предопределила морфологию и ориентировку малосульфидных кварцевых жил. Жилы, как правило, расположены кулисно по простиранию и падению, образуя эшелонированные разрывные структуры протяженностью до 1 км. Расстояние между жилами от 10 до 20 м. Мощность жил непостоянна – от 5–10 см, изредка до 0.8–1.2 м. Сводная стереографическая диаграмма Б (рис. 4, врезка) иллюстрирует ориентировку кварцевых жил преимущественно в северо-восточном направлении согласно складчатым структурам (F_1) и секущим близмеридиональным и северо-западным разрывам с углами падения от 27° до 60°. Золотоносные кварцевые жилы в пределах рудного поля встречаются редко. На их долю приходится не более 5–10 % от числа известных жил [4]. С 1936 по 1962 год эксплуатировалось порядка 30 золотокварцевых жил со средним содержанием золота 25 г/т, иногда до 1–2 кг/т [18]. Как правило, кварцевые жилы быстро меняют мощность и простирание на небольших отрезках. Рудные растворы проникали по трещинам, которые были чаще и значительнее в

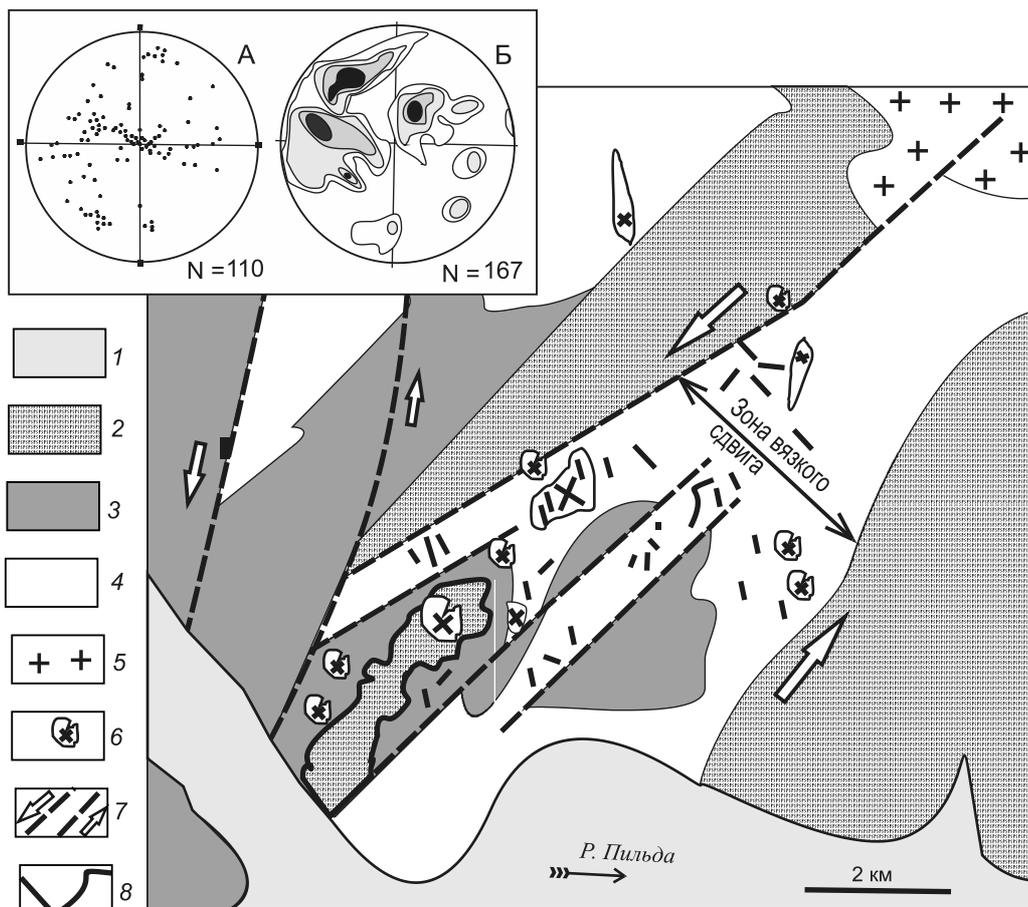


Рис. 4. Геолого-структурная схема Агние-Афанасьевского месторождения (составлена по данным Ю.И. Никитина).

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2–4 – нижнемеловые терригенные отложения: 2 – песчаники, 3 – флишеидное переослаивание алевролитов и песчаников, 4 – алевролиты с редкими прослоями песчаников; 5 – граниты; 6 – диориты; 7 – сдвиговые зоны; 8 – рудные тела. На врезке стереографические диаграммы ориентировки (проекции на нижнюю полусферу) [5]: А – шарниров складок (110 замеров), Б – золотокварцевых жил (167 замеров).

местах, где сланцы подвергались наибольшей складчатости, отчего получилась не одна жила, а целый ряд жил, измененных в отношении падения их мощности [1]. Контакты жильных тел четкие. Приурочены они к узким зонам рассланцевания и поэтому сопровождаются многочисленными согласными трещинками кливажа разлома.

На водоразделе р. Пильда и руч. Малый Бори на участке площадью всего 1.2 км² расположена мегаштокверковая залежь, где пройдено около 100 км штолен. Разведочными штольнями были вскрыты и слепые жилы. По сообщению В.Е. Кириллова [34], разрабатывались кварцевые жилы с ураганными содержаниями золота в бананцах. Бывало так, что из 20 кг кварца получалось 4 кг золота. Селективная отработка богатых рудных тел привела к быстрому истощению запасов. За время существования рудника добыто 12 т рудного золота и примерно столько же россыпного [18]. В 1938 г. на обогатительной фабрике

Агние-Афанасьевского месторождения впервые было проведено опытное извлечение благородного металла по гравитационно-флотационной технологии из мартемьяновских сланцев в технологической пробе весом 21 т со средним содержанием золота 3.17 г/т. Экономически извлечение золота из сланцев было признано нерентабельным.

Учаминское месторождение состоит из вольфрамового месторождения, открытого в 1944 г., и золотомышьякового, открытого в 1954 г. В пределах месторождения распространены песчаники и алевролиты, прорванные штоками и дайками гранит-порфиров и лампрофиров. Рудовмещающей является северо-восточная зона брекчирования мощностью 1.5–6.0 м на поверхности и до 30 м на глубине. Она прослежена по простиранию на 1450 м в углеродистых алевролитах нижнего мела и сопровождается зоной рассланцевания, серицитизации и вкрапленного оруденения. Распределение золота относительно равномерное со

средними содержаниями 4.1–12.2 г/т. Главными рудными компонентами являются золото, серебро и мышьяк. Pb, Zn, Cu, Sb, Sn, Bi и V присутствуют в незначительных количествах. Учаминское золотомышьяковое месторождение имеет промышленную ценность по концентрации золота, но разведанные запасы его невелики (табл.). Вследствие этого, а также сложной технологии обогащения, месторождение признано не промышленным.

К юго-западу от Учаминского месторождения, в западном крыле Лимурчанского сдвига, расположен **Делькенский золоторудный узел**. Его рудное поле слагают осадочные юрские образования ульбанской и силинской свит Ульбанского террейна. В составе ульбанской свиты преобладают алевролиты. Силинская свита в основном сложена песчаниками. Рудовмещающими являются северо-восточные и субмеридиональные взбросо-сдвиги, сдвиги, оперяющие Лимурчанский разлом. Вдоль разломов вмещающие породы гидротермально изменены, лимонитизированы, пронизаны сетью тонких прожилков кварца с мелкой вкрапленностью сульфидов. Типичными элементами структуры рудных полей являются зоны интенсивной сланцеватости, катаклаза и аксоноклинальной складчатости, образующие широкие (до 700 м) и протяженные (1.5–5 км) северо-восточные зоны вязкого сдвига. Наиболее высокие концентрации золота (до 33.5 г/т) установлены в катаклазированных алевролитах [13]. Судя по результатам бурения ФГУП «Дальгеофизика» на водоразделе ручьев Делькен–Попутный, вертикальный размах золотого оруденения не менее 250 м. Прогнозируемые ресурсы категории P₂ оцениваются в 63 т золота (табл.).

Месторождения Дяппе и Мартемьяновское расположены в золотоносной зоне протяженностью 18 км, контролируемой северо-восточным Киселевским левым сдвигом. В области его динамического влияния прослеживается зона динамометаморфизма (шириной более 1 км) в осадочных породах верхнего мела, которые смяты в складки северо-восточного простирания (СВ 50°). Рудовмещающие пачки алевросланцев и песчаников характеризуются повышенным содержанием углерода (1.5–3 %), золота (до 5–8 г/т) и платины (до 3.5 г/т) [5, 19].

Золотосурьмяное месторождение Дяппе эксплуатировалось с 1935 по 1938 гг. на золото и в 1941–1942 гг. на сурьму. Добыто 177,6 кг золота и 15 т сурьмы при 30 % ее содержании. Месторождение приурочено к выходу на поверхность небольшой интрузии кварцевых диоритов, которая прорывает песчаные алевролиты позднемелового возраста (ларгасинская свита). В 1936 г. В.А. Мелиоранский и Е.А. Ставровская пришли к выводу, что магматические породы и ору-

денелые участки на площади месторождения Дяппе составляют единую рудную зону северо-восточного простирания шириной 550 м, которая прослеживается за пределы участка работ. Рудную минерализацию и магматизм контролирует левосдвиговый дуплекс растяжения, компенсированный кварцевыми диоритами (рис. 5). Золото связано с гидротермально измененными породами и локализуется в кварцевых жилообразных зонах и жилах, зонах метасоматического и прожилкового окварцевания, зонах серицитовых метасоматитов. Зоны имеют северо-восточное, редко близмеридиональное простирание. Рудные тела, группируясь, образуют систему кулисообразных эшелонированных в зонах скалывания в эндо- и экзоконтактах интрузии. В пределах эшелонированных рудных тел с промышленным золотом. Мощность зон – от 4–5 до 20 м. Содержание золота варьирует от 0.01 г/т до 26 г/т. Наиболее разведан северо-западный фланг рудного поля. Кулисное расположение рудных тел обусловило трудности их поисков. Часто выходящие на поверхность золоторудные зоны в буровых скважинах не обнаруживаются. В то же время, выявляются «слепые» зоны гидротермально измененных пород, часто золотоносных. Встречаются золотоарсенопиритовые и сурьмяные жилы. Широко проявлено рассеянное оруденение в виде сети тончайших золотоносных прожилков. Штокверки развиты в интрузивных породах и вмещающих песчаных алевролитах. По данным Э.Н. Бруско, «слепой» штокверк перебурен скважиной № 15 на глубине 100 м в кварцевых диоритах. Среднее содержание золота на мощность 80 м составляет около 4 г/т. Широко развиты линейно вытянутые участки гидротермально измененных и пиритизированных сланцев, содержащих до 5 г/т золота, что обусловлено наличием кварц-лимонитовых жилок. Кроме того, золото присутствует и в пирите, где его содержание достигает 40–50 г/т. Все горные породы месторождения Дяппе в разной степени золотоносны. Обычно в руде содержится теллур, поэтому золото обогащается с трудом и с большими потерями. Между месторождениями Дяппе и Мартемьяновское картируются измененные породы, брекчии, зеркала скольжения и свалы кварца.

Мартемьяновское золоторудное месторождение было открыто в 1912 г. на левобережье р. Лимури. Разведка месторождения с попутной добычей проводилась периодически с перерывами до 1954 г. Добыто 33 кг золота. Золотоносные кварцевые жилы локализованы в черных глинистых сланцах с ярко выраженной сланцеватостью и пиритом, которые были названы «мартемьяновскими» по названию месторождения. На месторождении известно 20 кварцевых жил, прослеженных на глубину 30 м. Обычно с глу-

Таблица. Краткая характеристика месторождений.

№	Место-рождение	Возраст оруденения	Уровень глубины оруденения	Рудная формация или тип	Проба золота	Запасы ресурсы золота (т)	Ср. сод. Au, запасы ресурсы, г/т в руде	Степень пром. освоения и элементы-индикаторы оруденения
Нижнеамурская металлогеническая зона								
1	Многовершинное	K ₂ -P ₁	субвулканический	Au-адуляр-кварцевая	750–850	<u>83</u>	<u>9.5</u>	Разрабатываемое Au, Ag, Pb, Zn, Sn, Mo, Bi, Sn, W, Ni, Co, Se, Te
2	Белая гора	P ₁	субвулканический	Au-адуляр-кварцевая	646–656	<u>33.7</u>	<u>3.1</u>	Разрабатываемое Au, Ag, As, Pb, Cu, Te, Hg
Пильда-Лимурийская металлогеническая зона								
3	Покровско-Троицкое	K ₂	гипабиссальный	Au-кварцевая малосульф.	625–790	<u>1.48</u> 47	<u>35.4</u> 3.0	Частично отработанное Au, As, Cu, Zn, Pb
4	Агние-Афанасьевское	K ₂	гипабиссальный	Au-кварцевая малосульф.	625–790	<u>1.82</u> 71.8	<u>7.3–7.7</u> 3.17	Отработанное, геол. изучение W Cu Au Sn Mo Sb, Zn, As, Hg
5	Дяппе	K ₂	гипабиссальный	Au-кварцевая малосульф.	600–650	<u>1.9</u> 34.86	<u>6.8</u> 4.0	Разведываемое Sb, Au, As
6	Мартемьяновское	K ₂	гипабиссальный	Au-кварцевая малосульф.	-	<u>0.18</u> 22	<u>2.6</u> 2.7	Неосваиваемое -
7	Учамино-ское	K ₂	гипабиссальный	Au-серебряно-арсенопиритовая	625–790	<u>5.19</u> 9	<u>5.2</u> 4.1	Неосваиваемое W, Au, Ag, As, Pb, Zn, Be
8	Делькен	K ₂	гипабиссальный	Au-кварцевая малосульф.	-	63	8.43	Разведываемое Au, Ag, As, Cu, Zn, Sb, Pb,

Примечание. Курсивом выделены крупные и средние месторождения золота. По данным [17, 18, 35].

биной содержание золота уменьшается. Простираение жил северо-восточное, падение – юго-восточное под крутыми углами. Мощность жильных рудных тел колеблется от 20 см до 3 м (в среднем 0.9–1.5 м). По простиранию они прослежены от 40 до 850 м. Содержание золота в кварцевых жилах неравномерное до 32.3 г/т. Во вмещающих породах и кварцевых жилах присутствует пирит, реже арсенопирит. На северо-восточном фланге месторождения расположено два рудопоявления: Жерминское и Дорожное, где вскрыты кварцевые жилы с содержанием золота от 3–5 до 86 г/т. Месторождение и рудопоявления признаны непромышленным и не эксплуатируются.

Приведенные данные свидетельствуют, что прежняя концепция отработки месторождений заключалась в селективной выемке богатых золотокварцевых жил. Тонкие прожилки и вкрапленные руды в межжильном пространстве массово не опробовались, оставаясь в целиках. Однако вмещающие кварцевые жилы зоны дробления, песчаники, сланцы, дайки и штоки с наложенной гидротермальной минерализацией сами являются рудными телами. Сегодня существующие мировые цены на золото и современные технологии позволяют с экономической выгодой из-

влекать золото при пониженном минимальном промышленном содержании до 1.5 г/т и бортовом – до 0.4 г/т [6]. В этой связи к объектам первой очереди разведки золоторудных месторождений в Пильда-Лимурийском рудном районе можно отнести ранее разрабатывавшиеся мелкие месторождения золота. Месторождения контролируются зонами вязкого сдвига, которые являются благоприятной структурной обстановкой для проявления штокверкового и мелкожильного (до десятков и сотен в рудном поле) оруденения. Суммарный потенциал золота по месторождениям и рудопоявлениям автором оценивается в 1200 т.

Как показал многолетний опыт, разведка месторождений должна проводиться с привлечением квалифицированных геологов-структурщиков. Только выяснив геодинамические условия структурообразования: тектонические поля напряжения и доминирующие движения тектонических блоков, можно приступить к крупномасштабному и детальному прогнозированию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования по изучению структурно-тектонических закономерностей размещения

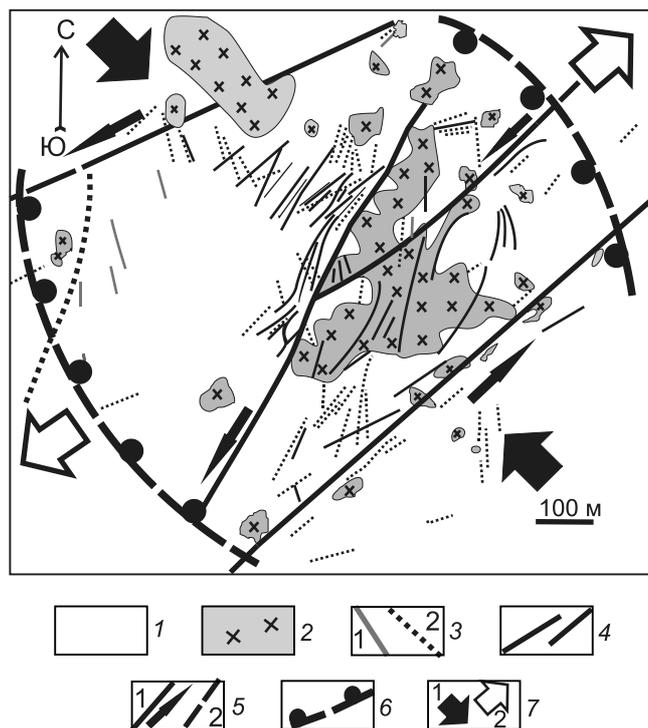


Рис. 5. Дуплексная зона левосдвигового растяжения, компенсированная кварцевыми диоритами месторождения Дяппе (составлена по данным Э.Н. Бруско).

1 – песчаные алеволиты; 2 – кварцевые диориты; 3 – дайки гранит-порфиров (1) и диоритовых порфиров (2); 4 – рудные тела; 5 – разломы установленные с вектором сдвига (1) и предполагаемые (2); 6 – граница рудолокализирующей структуры растяжения; 7 – вектора горизонтального сжатия (1) и растяжения (2).

месторождений золота в Пильда-Лимурийском рудном районе позволяют сделать ряд выводов, основные из которых следующие.

1. Установлено, что основную роль в региональном контроле золотого оруденения в Пильда-Лимурийском рудном районе играет Лимурийско-Приозерный транспрессивный сдвиговый дуплекс, где рудные поля ассоциируют с S-образной флексурой, образованной юрско-меловыми терригенными породами в результате левого сдвига амплитудой 200 км. Наиболее продуктивный тектонический режим для рудоотложения отвечал условиям локального растяжения на фоне общего латерального сжатия.

2. Ближайшая перспектива увеличения золотодобычи связана с открытием крупнообъемных прожилково-вкрапленных и штокверковых залежей золото-кварцевого минерального типа золотосульфидной формации в мезозойских черносланцевых углеродистых терригенных толщах, вовлеченных в деформацию вязкого сдвига. Потенциально крупнотоннажными рудными объектами являются рудные поля и

фланги месторождений Агние-Афанасьевское, Покровско-Троицкое, Учаминское, Дяппе, Мартемьяновское и Делькен.

3. Находит свое подтверждение литологический контроль золотосульфидной минерализации с дисперсным золотом меловыми черносланцевыми толщами (пионерской, ларгасинской или лимурийской свит – «мартемьяновские» сланцы).

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность сотрудникам ФБУ «Территориальные фонды геологической информации по Дальневосточному федеральному округу», предоставившим возможность использовать фондовые геологические материалы, В.Г. Гоневчуку, Ю.И. Бакулину, А.В. Волкову за внимательное прочтение и ценные замечания, способствовавшие улучшению содержания статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анерт Э.Э. Богатство недр Дальнего Востока. Хабаровск-Владивосток: Кн. дело, 1928. 932 с.
2. Анойкин В.И. Лимурийская подзона – новое структурно-формационное подразделение в составе морских отложений нижнего Амура // Тектоника, магматизм и геодинамика Востока Азии: VI Косыгинские чтения: Материалы всерос. конф. 12–15 сентября 2011, г. Хабаровск / А.Н. Диденко, Ю.Ф. Манилов. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2011. С. 452–455.
3. Бакулин Ю.И. Систематизация оловоносных и золотосодержащих рудных систем для целей прогнозирования. М.: Недра, 1991. 192 с.
4. Буряк А.В., Виславных Н.А., Врублевский А.А. Условия локализации кварцево-жильного оруденения в дислоцированных осадочных толщах (Пильда-Лимурийский район) // Геологические условия локализации эндогенного оруденения. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 76–85.
5. Буряк В.А. Основы минерагении золота. Владивосток: Дальнаука, 2003. 261 с.
6. Волков А.В., Сидоров А.А., Гончаров В.И. Перспективные типы большеобъемных месторождений золота Северо-Востока России // Геология, минералогия и геохимия месторождений благородных металлов Востока России и новые технологии переработки благороднометалльного сырья // Сб. науч. трудов / Под ред. В.Г. Моисеенко, А.П. Сорокина. Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2005. С. 75–79.
7. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 981 с.
8. Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области. 1:2 500 000: Объясн. зап. / М.В. Мартынюк, А.Ф. Василькин, А.С. Вольский и др. Хабаровск: Дальгеология, Таежгеология, 1991. 51 с.
9. Геология СССР. Т. XIX. М.: Недра, 1966. 736 с.
10. Глубинное строение и металлогения Восточной Азии / отв. ред. А.Н. Диденко, Ю.Ф. Малышев, Б.Г. Саксин. Владивосток: Дальнаука, 2010. 332 с.
11. Иванов Б.А. Центральный Сихотз-Алиньский разлом

- (сдвиг) // Докл. АН СССР. 1961. Т. 138, № 4.
12. Иванов Б.А. Центральный Сихотэ-Алиньский разлом. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1972. 115 с.
 13. Запорожцев В.М., Роганов Г.В., Змиевский Ю.П. Перспективы выявления месторождений рудного золота на территории Хабаровского края. dvforum.ru/2006/doklads/dokl
 14. Изох Э.П., Русс В.В., Кунаев И.В. и др. Интрузивные серии Северного Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья, их рудоносность и происхождение. М.: Наука, 1967. 384 с.
 15. Крюков В.Г. Металлогенетические особенности Нижнего Приамурья // Современные проблемы регионального развития: Материалы IV междунар. науч. конф. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2012. С. 68–69.
 16. Кудымов А.В. Кайнозойские поля напряжений в зоне Киселевского разлома Нижнего Приамурья // Тихоокеан. геология. 2010. Т. 29, № 6. С. 49–56.
 17. Металлогения Дальнего Востока России / В.И. Сухов, Ю.И. Бакулин, Н.П. Лошак и др. Хабаровск, 2000. 217 с.
 18. Моисеенко В.Г., Эйриш Л.В. Золоторудные месторождения Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1996. 352 с.
 19. Невструев В.Г., Беспалов В.Я. Перспективы обнаружения крупнообъемных месторождений золота на территории Хабаровского края // Горный информ.-аналит. бюлл. (научно-техн. журн.) 2010. Т. 4, № 12. С. 507–517.
 20. Нефтегазоносность юга Дальнего Востока и сопредельных регионов (Сопоставительный анализ) / В.А. Буряк, В.И. Бакулин, В.Я. Беспалов и др. Хабаровск: ИКАРП ДВО РАН, ДВМС, Дальгеолком МПР РФ, 1998. 282 с.
 21. Обзорная карта основных полезных ископаемых Хабаровского края и Еврейской автономной области. 1:1 500000. Хабаровск / М.В. Мартынюк, А.В. Васькин, А.В. Вольский и др. Хабаровск: Дальгеология, 1980.
 22. Пересторонин А.Н., Развозжаева Е.П. Система кайнозойских депрессий Приамурья и Приморья: строение, тектоническая позиция и геодинамическая интерпретация // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, № 2. С. 58–74.
 23. Петрищевский А.М. Прогноз глубинных источников оруденения и перспективы освоения скрытых минеральных ресурсов в Приамурье // Региона. проблемы. 2007. № 8. С. 6–12.
 24. Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии (в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Восточной Азии). М.: Наука, 2013. 192 с.
 25. Пискунов Ю.Г., Забелин В.В. Геохимия золота в стратиграфическом разрезе Северного Сихотэ-Алиня // Геология, минералогия и геохимия месторождений благородных металлов Востока России. Новые технологии переработки благороднометалльного сырья: Сб. науч. трудов / Под ред. В.Г. Моисеенко, А.П. Сорокина. Благовещенск: ИГИП ДВО РАН, 2005. С. 226–229.
 26. Разломы и горизонтальные движения земной коры. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 311 с.
 27. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980. 144 с.
 28. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М.: Наука, 1989. 165 с.
 29. Ханчук А.И. Геологическое строение и развитие континентального обрамления северо-запада Тихого океана: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. М., 1993. 31 с.
 30. Хомич В.Г. Металлогения вулканоплутонических поясов северного звена Азиатско-Тихоокеанской мегазоны взаимодействия. Владивосток: Дальнаука, 1995. 343 с.
 31. Юшманов Ю.П., Петрищевский А.М. Тектоника, глубинное строение и металлогения Прибрежной зоны Южного Сихотэ-Алиня. Владивосток: Дальнаука, 2004. 111 с.
 32. Юшманов Ю.П. Геология, структура и металлогения Соболиного рудного узла (Приморье). Биробиджан: ГОУВПО «ДВСТА», 2009. 62 с.
 33. Юшманов Ю.П. Закономерности размещения золотого оруденения на Нижнем Амуре // Вестн. Приамур. гос. ун-та им. Шолом-Алейхема. 2012, № 2 (11). С. 98–99.
 34. dv-geolog.ru/2-na-pilde-i-limuri-v-krayu-zabroshennykh-shakht.html
 35. www.vsegei.ru / Гис-Атлас «Недра России»

Рекомендована к печати В.Г. Гоневчуком

Yu. P. Yushmanov

Structural-tectonic patterns of gold distribution in the Pilda-Limuriysky ore district, Lower Priamurie

The important role of shift tectonics in localization of gold mineralization in Lower Priamurie has been determined. The Pilda-Limuriysky gold-bearing zone is controlled by a S-shaped flexure which consists of Jurassic and Cretaceous terrigenous rocks as a result of the left strike-slip faults with an amplitude of 200 km along the Limurchansky and those parallel to it faults forming a wide meridional zone of viscous displacement. The shift zone displays a number of lithological, structural and magmatic features favorable for searching gold and platinum in the black shale carbonaceous and terrigenous sediments. Agnie-Afanasevsky, Pocrovka-Troitsk, Uchaminsky, Dyappe, Martemyanovsky, and Delken ore fields and flank ore deposits are potentially large-tonnage gold ore objects of the Pilda-Limuriysky gold-bearing zone.

Keywords: left strike-slip faults, structural paragenesis, pull-apart, gold-bearing zones, black shales, Lower Priamurie.