

Научная статья
УДК 553.411
DOI: 10.31857/S0869769825020047
EDN: GFIDZD

О золотом оруденении черносланцевого и карлинского типов в Верхне-Биджанском золотоносном узле Хинганской рудоносной области (Дальний Восток)

А.М. Жирнов

Анатолий Михайлович Жирнов

доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник
Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия
zhanmich@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4538-9382>

Аннотация. Рассматриваются новые типы золотого оруденения в Верхне-Биджанском золотоносном узле Еврейской автономной области, весьма перспективном в регионе. В пределах рудного узла наиболее перспективны Талачинское и Желтогорское золотоносные поля, расположенные в поперечном тектоническом блоке относительно региональных рудо-контролирующих разломов. Талачинское золотоносное поле локализовано в черносланцевой толще рифея. В рудном поле выявлена контрастная геохимическая аномалия золота длиной 0,6 км. В Желтогорском золотоносном поле околнурена залежь кварцевых джаспероидов длиной 1,3 км, подобная залежи на месторождении Твин-Крик в США. По геолого-структурным и геохимическим условиям Верхне-Биджанский золотоносный узел перспективен для выявления промышленных месторождений золота крупного-среднего масштаба.

Ключевые слова: Еврейская автономная область, Верхне-Биджанский золотоносный узел, региональные разломы, геохимические аномалии золота, вероятные месторождения золота

Для цитирования: Жирнов А.М. О золотом оруденении черносланцевого и карлинского типов в Верхне-Биджанском золотоносном узле Хинганской рудоносной области (Дальний Восток) // Вестн. ДВО РАН. 2025. № 2. С. 45–56. <http://dx.doi.org/10.31857/S0869769825020047>

Благодарности. Автор весьма благодарен коллеге по работе Горюхину Михаилу Владимировичу за помощь при подготовке рисунков.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания ИКАРП ДВО РАН, номер гос. регистрации 0234-2021-0006.

About gold mineralization of black-shale and karlin types in the Upper Bijan gold bearing node of the Khingan ore bearing region (Far East)

A.M. Zhirnov

Anatoly M. Zhirnov

Doctor of Sciences in Geology and Mineralogy, Leading Researcher
Institute of Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS, Birobidzhan, Russia
zhantmich@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4538-9382>

Abstract. New types of gold mineralization in the Upper Bijan gold-bearing node of the Jewish Autonomous Region (Far East), which is very promising in the region, are being considered. The Talachinskoye and Zheltogorsk gold-bearing fields located in a transverse tectonic block relative to regional ore-controlling faults are the most promising within the ore node. The Talachinsky field is localized in the black of the Riphean age. A contrasting geochemical anomaly of gold with a length of 0,6 km was revealed in the ore field. A 1,3 km long quartz jasperoid deposit has been contoured in the Zheltogorsky goldfield, similar to the deposits at the Twin Creeks deposit in the USA. The Verkhne-Bijan gold-bearing node is promising for identifying large- to medium-scale industrial gold deposits

Keywords: Jewish Autonomous Region, Verkhne-Bijan gold-bearing node, fault grids, geochemical anomalies, industrial gold deposits

For citation: Zhirnov A.M. About gold mineralization of black-shale and karlin types in the Upper Bijan gold bearing node of the Khingan ore bearing region (Far East). *Vestnik of the FEB RAS*. 2025;(2): 45–56. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.31857/S0869769825020047>

Acknowledgments. The author is very grateful to his colleague Mikhail V. Goryukhin for his help in preparing the drawings.

Funding. The work was carried out within the framework of the State task of the Institute Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS, state registration No. 0234-2021-0006.

Введение

По состоянию на 2020 г. прогнозные ресурсы коренного золота России недостаточны для устойчивого развития промышленности, и необходимо значительное увеличение средств из федерального бюджета на проведение прогнозно-металлогенических и поисковых работ [1, 2]. Поэтому весьма актуальной задачей в настоящее время является прогнозная переоценка золотоносных площадей в пределах известных рудных территорий [3]. Одной из них является Еврейская автономная область, расположенная в западной части Хинганской рудоносной площади Дальнего Востока.

Золото – один из ведущих промышленных металлов территории, но представлено оно главным образом россыпями в долинах рек и присутствует как попутный компонент в крупных железорудных месторождениях [4].

Золотоносные россыпи золота широко распространены в западной части рудоносной области, в пределах распространения архейских метаморфических сланцев и палеозойских гранитов. Они были открыты еще в XIX в. и разрабатывались до последнего времени, добыто

около 30 т золота. Коренных источников золота не было установлено. Предполагается, что коренные источники золота протерозойского и палеозойского возраста эродированы и от них остались лишь многочисленные долинные мелкозалегающие россыпи, уже выработанные к настоящему времени [5]. Вероятны лишь мезозойские месторождения золота в регионе [6].

В центральной части рассматриваемой территории (совпадающей по административному делению с Еврейской автономной областью) установлены в последние годы два перспективных золотоносных поля с золотым оруденением черносланцевого и карлинского типов.

Черносланцевый тип месторождений золота – это важнейший тип золоторудных месторождений России, к которому относятся более половины известных месторождений различного масштаба, включая крупные и крупнейшие [7].

Месторождения золота карлинского типа, имеющего важнейшее значение в Северной Америке, в России мало распространены: в Алданском районе Якутии почти отработано богатое Куранахское месторождение, на Урале разрабатывается крупное Воронцовское месторождение [3, 8].

Вместе с тем рассматриваемые месторождения часто локализованы в специфических разломных решетках, характерных для позиции многих крупных и крупнейших месторождений золота, что представляет исключительный интерес [8, 9]. Рудоносные площади в тектонических решетках представляют собой компактные геологические образования, ограниченные с периферии разрывными нарушениями или интрузивными дайками. Они формируются на участках пересечения парных разломов различного направления и отличаются геометрически прямоугольными, квадратными, и другими фигурами или сочетанием нескольких решеток [8, 9].

Цель работы – рассмотреть новые типы золотого оруденения в разломных решетках рудных полей и ресурсы золота в них. Задачи исследования: 1) изучение разломных решеток как новый тип рудоносных структур; 2) характеристика главного рудоконтролирующего разлома; 3) характеристика золотоносных полей золота в разломных решетках; 5) обсуждение перспектив золотого оруденения в разломных решетках ЕАО.

Материалы и методы исследований

Материалами исследования являются результаты геологических съемок масштаба 1:50 000, проведенных в 1978 г. (М.И. Алексеев), и 1:200 000 – в 1995–2000 гг. [10], а также авторские полевые исследования золотоносности железорудных месторождений и прогнозно-поисковые маршруты в пределах золотоносных полей, с учетом результатов опубликованных исследований по району.

Разломные решетки как новый тип рудоносных структур

Эндогенные месторождения, включая золоторудные, часто группируются вдоль глубинных разломов, секущих различные структуры земной коры [11].

Однако наиболее крупные месторождения в пределах линейных рудных структур локализируются в особых структурных условиях. Как правило, они формируются на участках пересечения рудоносных структур с поперечными или диагональными крупными разломами более древнего возраста, в так называемых узловых структурах [8, 9]. Более того, «узлы пересечения поперечных разломов и геологических дислокаций следует рассматривать в качестве *прямых поисковых признаков возможной локализации скрытых руд золота*» [9, с. 41].

Специальное рассмотрение разломных структур выполнено в работе [8]. Наиболее благоприятными для локализации месторождений золота рассматриваются участки пересечений парных разломов разных направлений [8, с. 268, рис. 49, а]. В качестве примера приводится Нижнее Приамурье [8, рис. 50], с прямоугольными и квадратными разломными решетками золотоносных узлов Многовершинного, Бичи-Лимурийского и др.

В новой публикации [12] показывается разломная решетка месторождения золота – гиганта Калгурли в архейском блоке Западной Австралии.

Характеристика Кульдуру-Костеньгинского рудоконтролирующего разлома

Главные зоны железистых кварцитов территории, Кимкано-Костеньгинская (центральная) и Южно-Хинганская (южная), составляют крупнейшую меридиональную структуру территории длиной около 100 км, сопоставимую по размерам с крупным Криворожским железорудным бассейном Украинского кристаллического щита.

Кульдуро-Костеньгинский глубинный разлом меридионального направления пересекает территорию в центральной части. Длина его около 250 км. Он трассируется ступенчатыми отрезками вдоль долин рек Кульдур, Яурин и разграничивает мезозойские эффузивы Хингано-Олонойской вулканогенной впадины от палеозойских габбро-диоритов и гранитов, а еще севернее – разделяет отдельные поля архейских метаморфических пород от палеозойских гранитов. Вблизи разлома локализованы месторождения олова, урана, магнезиального сырья.

На южном фланге вдоль этого разлома локализована протяженная железорудная зона длиной 40 км, включающая Кимканское, Сутарское и Костеньгинское месторождения с утвержденными балансовыми запасами. Костеньгинское весьма протяженное месторождение, длиной 20 км, залегает на южном фланге железорудной структуры (рис. 1).

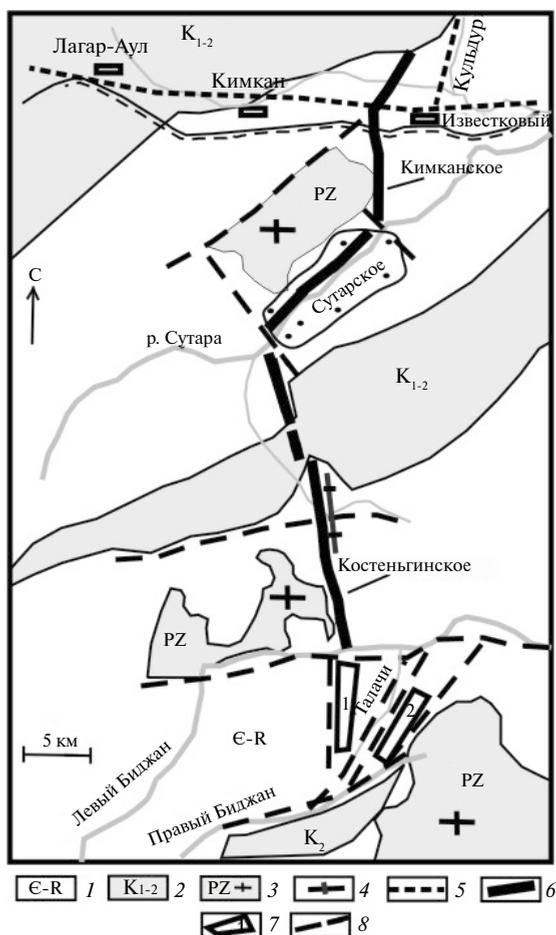


Рис. 1. Положение Верхне-Биджанского золотоносного узла на южном фланге Кульдуру-Костеньгинского рудоконтролирующего разлома [10. 13]: 1 – кембро-рифейские метаморфические породы; 2 – эффузивные породы мелового возраста; 3 – палеозойские граниты; 4 – дайка диабазов; 5 – железнодорожная магистраль Москва–Владивосток; 6 – месторождения железа (названия см. на рисунке); 7 – золоторудные поля (1 – Талачинское, 2 – Желтогорское); 8 – разломы

Центральная часть ее перекрыта эффузивами Сутарской вулканогенной впадины, а южная составляет, собственно, Костеньгинское месторождение. Длина его 13 км, мощность 15–50 м, падение крутое на северо-запад под углами 65–77°. Месторождение разведано скважинами до глубины 400 м и по данным геофизики продолжается на глубину до 1 км.

Золотоносность Верхне-Биджанского рудного узла

Верхне-Биджанский золотоносный блок расположен южнее широтного разлома, ограничивающего с юга Костеньгинское месторождение железа. Здесь расположены два перспективных рудных поля, рассматриваемых в статье – Талачинское и Желтогорское (рис. 1).

Геологическое строение площади Верхне-Биджанского золоторудного узла приведено по данным геологической карты масштаба 1:200 000 [10]. Оно неоднородно. В западной части его, на площади Талачинского золотоносного поля, развиты черносланцевые толщи игинчинской свиты верхнего протерозоя. В восточной части, на площади Желтогорского золотоносного поля, развиты карбонатные толщи венда–нижнего кембрия в обрамлении кремнисто-глинистых сланцев и известняков мурандавской свиты венда.

Южнее широтного разлома в пределах рудного узла выделено три локальных золотоносных участка – Сухоложский северный северо-восточного простирания, на левобережье ручья Сухого, Талачинский – на левой стороне от долины р. Талачи и Осиновский участок – на правой стороне от долины р. Талачи (рис. 2).

В пределах Верхне-Биджанского рудного узла указанные толщи пород золотоносны (рис. 2, 3).

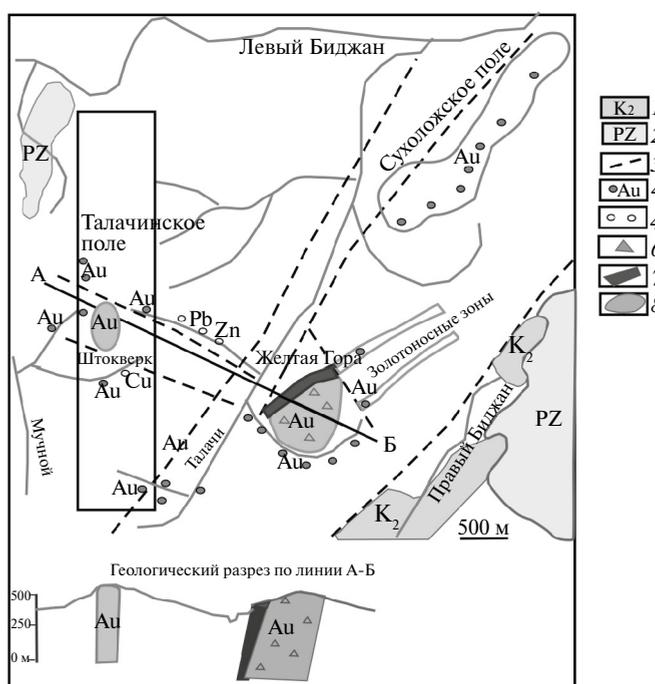


Рис. 2. Положение золотоносных полей Верхне-Биджанского золотоносного узла: 1 – верхнемеловые эффузивы – K₂; 2 – палеозойские граниты – PZ; 3 – некоторые разломы; 4 – аномальные точки золота на площади рудных полей; 5 – аномальные точки: меди, свинца и цинка в донных пробах ручьев; 6 – золотоносные обломки кварцевых метасоматитов; 7 – зона окремнения висячем боку рудного тела; 8 – рудное тело кварцевых метасоматитов (джаспероидов)

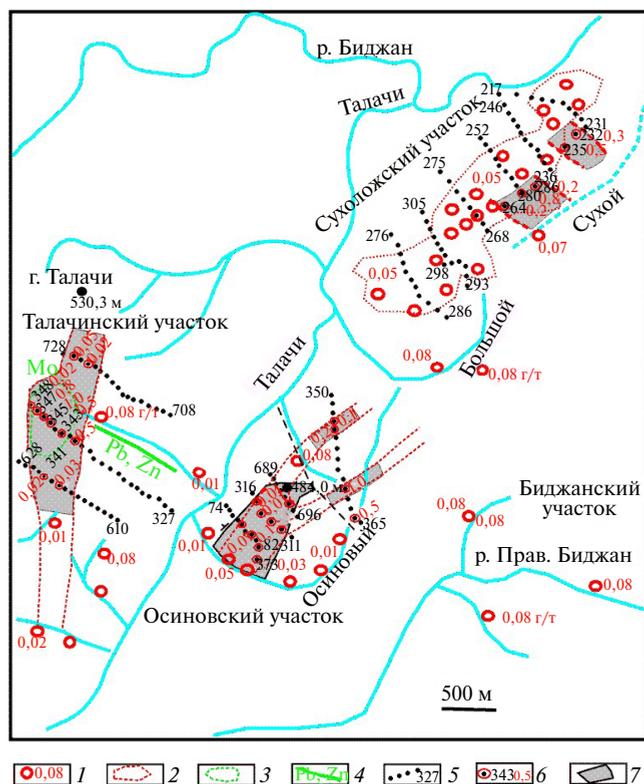


Рис. 3. Карта результатов геохимического опробования мелкозем на водораздельных участках Верхне-Биджанского узла, по данным автора, 2003 г.: 1 – точки повышенной золотонности, по данным донного опробования водотоков (М.А. Алексеев, 1978 г.); 2 – контуры золотонных участков; 3 – геохимическая аномалия золота в центральной части Талачинского поля, 2003 г.; 4 – поток свинца и цинка, по данным донного опробования, 2000 г.; 5 – точки геологических наблюдений и отбора геохимических проб, по данным работ 2003 г.; 6 – точки отбора проб с аномальными содержаниями золота, по данным работ 2003 г.; 7 – аномально золотонные участки, по данным исследований автора

Характеристика Талачинского черносланцевого золоторудного поля

Талачинское и Желтогорское сближенные золоторудные поля, разделенные долиной ручья Талачи, локализованы в крупном трапециевидном тектоническом грабене на южном фланге Костеньгинского месторождения железа (рис. 1, 3).

Талачинское золотонное поле находится на продолжении Костеньгинского железорудного месторождения, от которого оно отделяется крупным широтным разломом вдоль долины р. Левый Биджан.

Золоторудное поле длиной 8 км находится в черносланцевой толще рифея, прорванной дайками гранодиоритов – в надинтрузивном пространстве повеса-грабена над предполагаемым гранитным массивом. Отдельные выходы – апофизы этого массива обнажаются в западной части рудного поля (рис. 2).

По данным геологической съемки масштаба 1:50 000 (М.И. Алексеев, 1978 г.), многие водотоки, дренирующие водораздельный горст в междуречье Мучного и Талачи, характеризуются в донных пробах повышенными содержаниями меди, цинка и золота – до 0,08 г/т (рис. 3).

Для проверки возможной золотонности горного водораздела автором было выполнено в 2003 г. несколько геологических пересечений водораздела с опробованием делювиально-элювиальных рыхлых отложений (из копуш глубиной 30 см, через 50 м). по данным геологических наблюдений в отдельных обломках склоны горного водораздела покрыты

делювиальными отложениями, представленными главным образом глинистыми сланцами с редкими участками песчаников, относимыми к игинчинской свите рифейского возраста [10].

По данным анализов геохимических проб на гребне горного водораздела установлена крупная геохимическая аномалия золота шириной 200 м.

Содержания золота в пробах, отобранных в пределах аномального участка, варьируют от 0,2 до 1,0 г/т (золотоспектральные анализы выполнены в лаборатории бывшего института ДВИМС). Геохимическая аномалия приурочена к округлой плоской высоте в середине водораздела, длиной 600 м, ограниченной с флангов разломами. За пределами золотоносной вершины ширина аномальных зон уменьшается вдвое, как и содержания золота в них (рис. 4).

Элювиальный материал из копуш в пределах геохимической аномалии имеет желто-бурый цвет за счет гидроокислов железа. Это свидетельствует (наряду с отсутствием обломков кварца в копушах и присутствием точечных аномалий меди, свинца и цинка в верховьях водотоков, дренирующих горный хребет) о преобладающе вкрапленном золотосульфидном типе оруденения в коренных породах горной вершины и штокверковом характере глубже залегающего рудного тела.

В качестве объекта-эталона для вероятного золотосульфидного штокверка принимается штокверковое золоторудное месторождение Дегдекан в Южно-Колымской области, разведанное до глубины 200 м, с параметрами главного рудного тела: длина 0,9 км, ширина 300 м, среднее содержание золота 1,4 г/т [14].

Глубина распространения руд вероятного штокверка принимается 500 м (как в прилегающем с севера Костеньгинском месторождении). Тогда ресурсы золотоносного штокверка определяются как достаточно крупные [13].

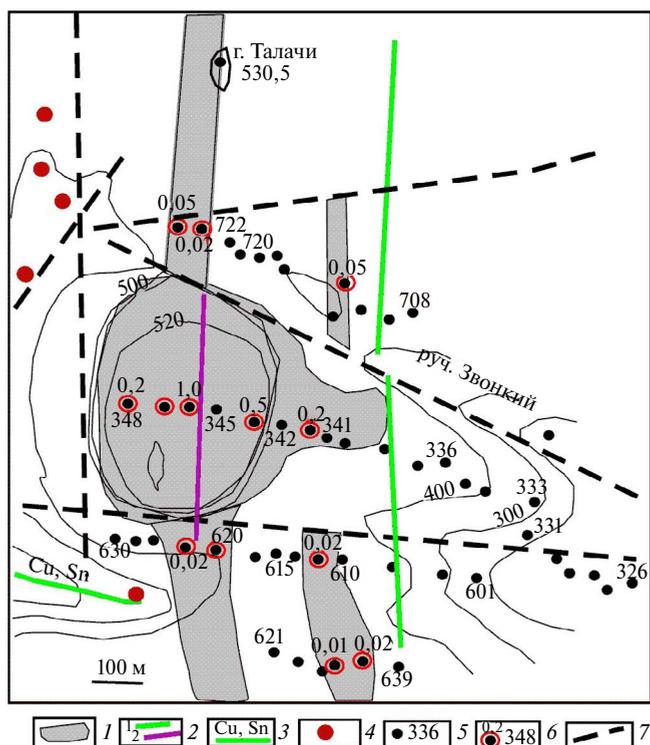


Рис. 4. Карта результатов литохимического опробования Центрального блока Талачинского рудного поля [10]: 1 – контуры выявленных геохимических аномалий золота в 2003 г.; 2 – дайки (1 – долерита, 2 – гранодиорита); 3 – поток аномальных содержаний меди и олова в ручье (на юго-западе карты), по данным донного опробования в 1978 г.; 4 – точки отбора проб с аномальными содержаниями золота в мелкозему по работам 1978 г.; 5 – точки геологических наблюдений и отбора проб по мелкозему в 2003 г.; 6 – точки с аномальными содержаниями золота по работам автора в 2003 г.; 7 – разломы

Характеристика Желтогорского золотоносного поля с карлинским типом оруденения

Желтогорское золотоносное поле составляет южный фланг более протяженного Сухоложского золотоносного поля, на правом водоразделе р. Талачи (рис. 2, 3). Рудное поле пересечено серией поисковых геологических маршрутов, с геохимическим опробованием рыхлых пород из копуш и опробованием из отдельных обломков и глыб из окварцованных пород.

Желтогорское поле по составу представляет собой поле окварцованных доломитов (джаспероидов) лондоковской свиты венда и является типичным золотоносным объектом карлинского типа. Рудный объект ограничен с юга полукольцевым ручьем Осиновским, с севера – предполагаемым разломом в створе поперечного узкого ручья. Длина его – 1,4 км, ширина – 800 м в южной части и 300 м в северной части, в среднем – 500 м (рис. 4). Падение крутое (75–80°) на северо-запад, в сторону долины р. Талачи.

Штокверк сложен лимонит-кварцевыми метасоматитами (джаспероидами) тонко-скрытокристаллического строения, часто брекчированными. Обломки метасоматитов сцементированы светло-серым кварцем тонкокристаллического строения. Порода насыщена многочисленными желто-бурыми вкраплениями лимонита, развитыми по пириту, придающими породе в целом светло-желтую окраску.

С всячего бока шток сопровождается зоной черных роговиков (черного кремневидного кварца) мощностью 30–50 м (рис. 2).

С лежачего бока шток граничит с известняками и глинистыми сланцами мурандавской свиты венда.

Содержания золота в лимонит-кварцевых метасоматитах штока Желтая Гора варьируют от сотых до десятых долей г/т (золотоспектральный анализ литохимических и штуфных проб). Судя по присутствию в рудах элементов-металлов надрудного уровня месторождений (сурьма, серебро, ртуть), на поверхности обнажается надрудный уровень скрыто залегающего месторождения с весьма неравномерным распределением золота и низкими содержаниями его в кварцевых метасоматитах.

Золотоносный шток Желтая Гора весьма сходен с месторождением Твин-Крик по геологической позиции [15] – в 3 км от интрузивного массива (рис. 5).

Промышленные руды месторождения вероятны в интервале глубин 0–700 м от поверхности, аналогично глубинам локализации руд в месторождении Твин-Крик в Северной Америке.

На северо-восточном фланге шток джаспероидов расщепляется и продолжается на северо-восток виде двух золотоносных структур шириной 50–150 м, с содержаниями золота в элювии от 0,2–0,3 до 1 г/т (рис. 3).

Руды рассмотренных объектов сходны и по содержаниям элементов-спутников золота (см. таблицу).

Величина ресурсов золота в Желтогорском поле может быть весьма существенной, по крайней мере на уровне запасов среднего месторождения.

Обсуждение

Согласно современным разработкам, крупные месторождения золота формируются в определенных геолого-структурных и литологических условиях. Главными из них являются:

1. Положение рудных узлов и полей в пределах региональных рудоконтролирующих глубокопроникающих разломов [8, 11]. Особенно благоприятны поперечные (торцовые) тектонические блоки, часто в виде разломных решеток [9, 11, 13]

2. Благоприятный геолого-формационный (литологический) тип оруденения, например черносланцевый, карлинский и др. [7, 16].

3. Наличие рудных проявлений золота и геохимических аномалий в перспективных участках региональных разломов [9, 11, 13, 17, 18].

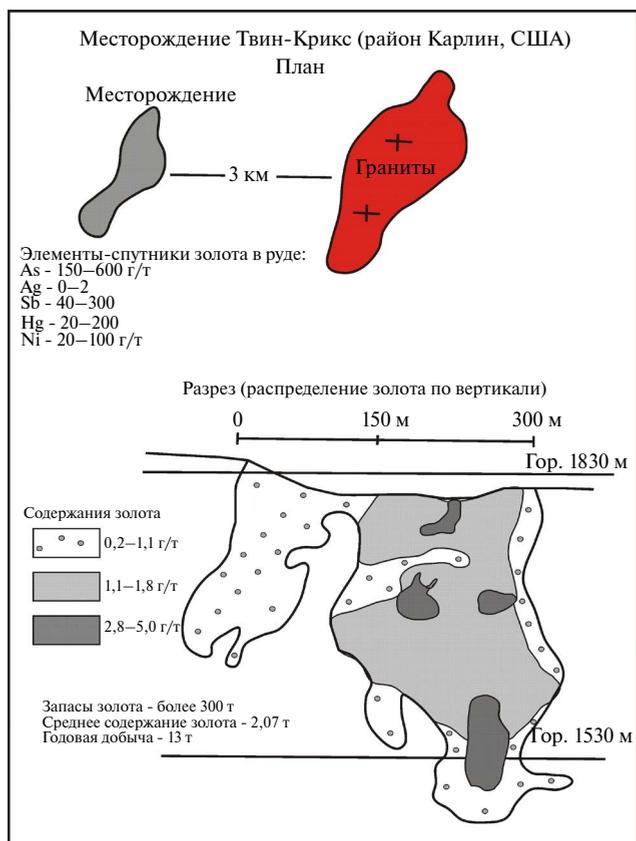


Рис. 5. Геологическая модель (план и разрез) месторождения Твин-Крик (США) [15]

Сравнительная таблица элементов-спутников золота в рудах месторождения Твин-Крик и потенциального месторождения Желтая Гора

Химические элементы	Месторождение Твин-Крик [15]	Месторождение Желтая Гора
Ag	0–2 г/т	0,4–0,6 г/т
As	150–600	40–100
Sb	40–300	100–300
Hg	20–200	0,1–0,3
Ni	20–100 г/т	20–60 г/т
Fe	–	4–10%

Рассмотренные выше золотоносные поля локализованы в весьма благоприятной геолого-структурной обстановке. Талачинское поле – на замыкании меридионального глубинного рудоконтролирующего разлома в поперечном золотоносном тектоническом блоке, Желтогорское – также на замыкании регионального Помпеевско-Талачинского северо-восточного разлома в поперечном золотоносном тектоническом блоке.

Именно подобные узловое пересечения крупных разломов, в пределах региональных рудоконтролирующих разломов, являются локализаторами многих крупных и крупнейших золоторудных и оловорудных месторождений Дальнего Востока [8, 13, 17, 19].

Обращается внимание на содержание в рудах месторождения Твин-Крикс ртути в концентрациях на порядок-два больших, чем золота. Поэтому из месторождений карлинского типа нередко добывается ртуть, что позволило выделить золотортутную формацию теле-термальных месторождений золота [20]. На территории Еврейской автономной области имеет смысл обратить внимание на ореолы и проявления ртути как признак подобных золоторудных месторождений.

Установленные Талачинская и Желтогорская золотоносные структуры, с вероятными крупными и средними ресурсами золота, могут представить большой интерес для государственных организаций и частных предпринимателей как перспективные объекты для проведения детальных поисковых работ.

Выводы

Верхне-Биджанский золотоносный узел в Хинганской рудоносной области Дальнего Востока расположен в весьма благоприятной геолого-структурной обстановке, в разломных решетках на окончании региональных разломов, и характеризуется, по геохимическим данным, высокой золотоносностью. В его пределах четко обособляются два наиболее перспективных золоторудных поля – Талачинское и Желтогорское, локализованные в разломных решетках, с возможными крупными–средними ресурсами золота.

Поскольку в рудах месторождения Твин-Крикс содержание ртути на порядок-два больше содержания золота, то на территории Еврейской автономной области необходимо обратить внимание на ореолы и проявления ртути как признак подобных золоторудных месторождений.

Верхне-Биджанский золотоносный узел рекомендуется заинтересованным организациям для первоочередного проведения детальных поисковых работ, с применением канав и скважин.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев Я.В., Корчагина Д.А. Сырьевая база рудного золота России: состояние освоения и перспективы развития до 2040 г. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. 2020. № 4. С. 3–7.
2. Иванов А.И., Алексеев Я.В., Черных А.И. и др. Благородные металлы Российской Федерации – состояние минерально-сырьевой базы и перспективы ее развития // Отечественная геология. 2022. № 1. С. 3–25. DOI: 10.47765/0869-7175-2022-10001.
3. Викентьев В.И., Викентьева О.В., Блоков В.И. и др. Новые данные по геологической зональности и структуре Воронцовского золоторудного поля на Северном Урале // Руды и металлы. 2023. № 4. С. 23–35. DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10017.
4. Жирнов А.М. Благороднометалльные железомарганцевые месторождения Кимканского бассейна Дальнего Востока // Литология и полезные ископаемые. 2016. № 5. С. 1–17. DOI: 10.31857/S0024-497X20194295-317.
5. Эйриш Л.В. Закономерности локализации и принципы прогнозирования золоторудных месторождений на Дальнем Востоке России // Руды и металлы. 2012. № 1. С. 5–16.
6. Саксин Б.Г., Усиков В.И., Невструев В.Г. Мезозойское рудное золото Малого Хингана (Дальний Восток России) и обоснование направления поисков в рамках концепции флюидно-каркасных систем // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36, № 3. С. 57–69.
7. Рафаилович М.С. Золоторудные гиганты в черносланцевых толщах Центральной и Северной Азии // Отечественная геология. 2012. № 1. С. 29–39.
8. Буряк В.А., Бакулин Ю.И. Металлогения золота. Владивосток: Дальнаука, 1998. 403 с.
9. Некрасов Е.М. Локализация руд золота в разломах разных типов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2019. № 6. С. 33–43.
10. Атрашенко А.Ф., Жевержеева М.К., Беломестнова Т.Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. 2-е изд. Серия Буреинская, листы М–52– (XXXV), М–52–XXXVI. Объяснительная записка. М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2000. 226 с.

11. Золоторудные гиганты России и Мира / М.М. Константинов, Е.М. Некрасов, А.А. Сидоров, С.Ф. Стружков. М.: Научный мир, 2000. 272 с.
12. Vielreicher N.M., Groves D.I., McNaughton N.J. The giant Kalgoorlie Gold Field revisited // *Geoscience Frontiers*. 2016. No. 7. P. 359–374. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.07.006>
13. Жирнов А.М. о золотоносности возможного штокверка в Еврейской автономной области // *Региональные проблемы*. 2019. Т. 22, № 1. С. 20–25. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-1-2025.
14. Михайлов Б.К., Стружков С.Ф., Наталенко М.В. Многофакторная модель крупнообъемного золоторудного месторождения Дегдекан (Магаданская область) // *Отечественная геология*. 2010. № 2. С. 20–31.
15. Stender D.P., Kesler S.E., Peltonen D.R., Tapper C.J. Deposition of Gold in Carlin-type Deposits: The role of Sulfidation and Decarbonation at Twin Creeks Nevada // *Economic Geology*. 1998. Vol. 93, No. 2. P. 201–215.
16. Волков А.В., Сидоров А.А. Геолого-генетическая модель месторождений золота карлинского типа // *Литосфера*. 2016. № 6. С. 145–165.
17. Условия формирования и основы прогноза крупных золоторудных месторождений / М.М. Константинов, В.В. Аристов, М.Е. Вакин и др. М.: ЦНИГРИ, 1998. 155 с.
18. Горячев Н.А., Фридовский В.Ю., Будяк А.Е. и др. Роль металлогенических исследований в прогнозе перспективных территорий. от моделей к объектам // *Вестник РАН*. 2023. Т. 93, № 7. С. 614–622.
19. Столяренко В.В., Минаков А.В., Рябшапко А.Г. и др. Прогнозно-поисковая модель золоторуднения в пределах мезозойских впадин в Центрально-Алданском рудно-россыпном районе (на примере Верхне-Якутского рудного поля) // *Руды и металлы*. 2022. № 1. С. 44–76. DOI: 10.47765/0869-5997-2022-10003.
20. Степанов В.А. Структурные и геохимические особенности золоторудных районов Приамурской провинции // *Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН*. 2022. № 4. С. 46–56.

REFERENCES

1. Alekseev Ya.V., Korchagina D.A. Syr'evaya baza rudnogo zolota Rossii: sostoyanie osvoiniya i perspektivy razvitiya do 2040 g. *Mineral'nye Resursy Rossii: Ekonomika i Upravlenie*, 2020;4:3–7. (In Russ.).
2. Ivanov A.I., Alekseev Ya.V. Chernykh A.I. et al. Blagorodnye metally Rossiiskoi Federatsii – sostoyanie mineral'no-syr'evoi bazy i perspektivy ee razvitiya. *Otechestvennaya Geologiya*. 2022;(1):3–25. (In Russ.). DOI: 10.47765/0869-7175-2022-10001.
3. Vikent'ev V.I., Vikent'eva O.V., Blokov V.I. et al. Novye dannye po grologicheskoi zonal'nosti i strukture Vorontsovskogo zolotorudnogo polya na Severnom Urale. *Rudy i Metally*. 2023;(4):23–35. (In Russ.). DOI: 10.47765/0869-5997-2023-10017.
4. Zhimov A.M. Blagorodnometall'nye zhelezomargantsevye mestorozhdeniya Kimkansкого basseina Dal'nego Vostoka. *Litologiya i Poleznye Iskopaemye*. 2016;(5):1–17. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0024-497X20194295-317.
5. Eirish L.V. Zakonomernosti lokalizatsii i printsipy prognozirovaniya zolotorudnykh mestorozhdenii na Dal'nem Vostoke Rossii. *Rudy i Metally*. 2012;(1):5–16. (In Russ.).
6. Saksin B.G., Usikov V.I., Nevstruev V.G. Mezozoiskoe rudnoe zoloto Malogo Khingana (Dal'nii Vostok Rossii) i obosnovanie napravleniya poiskov v ramkakh kontseptsii flyuidno-karkasnykh system. *Tikhookeanskaya Geologiya*. 2017;36(3):57–69. (In Russ.).
7. Rafailovich M.S. Zolotorudnye giganty v chernoslantsevakh tolshchakh Tsentral'noi i Severnoi Azii. *Otechestvennaya Geologiya*. 2012;(1):29–39. (In Russ.).
8. Buryak V.A., Bakulin Yu.I. Metallogeniya zolota. Vladivostok: Dal'nauka; 1998; 403 P. (In Russ.).
9. Nekrasov E.M. Lokalizatsiya rud zolota v razlomakh raznykh tipov. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Geologiya i Razvedka*. 2019;(6):33–43. (In Russ.).
10. Atrashenko A.F., Zheverzheeva M.K., Belomestnova T.D. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii masshtaba 1:200 000*. 2-e izd. Seriya Bureinskaya, listy M-52-XXXV, M-52- XXXVI. Ob'yasnitel'naya zapiska. Moscow: Moskovskii filial FGBU, VSEGEI; 2016. 226 P. (In Russ.).
11. Konstantinov M.M., Nekrasov E.M., Sidorov A.A., Struzhkov S.F. Zolotorudnye giganty Rossii i Mira. Moscow: Nauchnyi Mir; 2000. 272 s. (In Russ.).
12. Vielreicher N.M., Groves D.I., McNaughton N.J. The giant Kalgoorlie Gold Field revisited. *Geoscience Frontiers*. 2016;7:359–374. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.07.006>

13. Zhimov A.M. O zolotonosnosti vozmozhnogo shtokverka v Evreiskoi avtonomnoi oblasti. *Regional'nye Problemy*. 2019;22(1):20–25. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-1-2025.
14. Mikhailov B.K., Struzhkov S.F., Natalenko M.V. Mnogofaktornaya model' krupnoob'emnogo zolotorudnogo mestorozhdeniya Degdekan (Magadanskaya oblast'). *Otechestvennaya Geologiya*. 2010;(2):20–31. (In Russ.).
15. Stender D.P., Kesier S.E., Peltonen D.R., Tapper C.J. Deposition of Gold in Carlin-type Deposits: The role of Sulfidation and Decarbonation at Twin Creeks Nevada. *Economic Geology*. 1998;93(2):201–215.
16. Volkov A.V., Sidorov A.A. Geologo-geneticheskaya model' mestorozhdenii zolota karlinskogo tipa = [Geological and genetic model of gold deposits of the Karlin type]. *Lithosphere*. 2016;(6):145–165. (In Russ.).
17. Konstantinov M.M., Aristgov V.V., Vakin M.E. et al. Usloviya formirovaniya i osnovy prognoza krupnykh zolotorudnykh mestorozhdenii. Moscow: TsNIGRI; 1998. 155 s. (In Russ.).
18. Goryachev N.A., Fridovskii V.Yu., Budyak A.E. Rol' metallogenicheskikh issledovaniy v prognoze perspektivnykh territorii, ot modelei k ob'ektam. *Vestnik RAN*. 2023;93(7):614–622. (In Russ.)
19. Stolyarenko V.V., Minakov A.V., Ryaboshapko A.G. et al. Prognozno-poiskovaya model' zolotogo orudneniya v predelakh mezozoiskikh vpadin v Tsentral'no-Aldanskom rudno-rossypnom raione (na primere Verkhne-Yakokutskogo rydnogo polya). *Rudy i Metally*. 2022;(1):44–76. (In Russ.).
20. Stepanov V.A. Structural and geochemical features of the gold ore regions of the Amur provinc. *Bulletin of the North-Eastern Scientific Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2022;(4):46–56. (In Russ.).