

Особенности проведения геологоразведочных работ на рудное золото по заявительному принципу в условиях сложных горно-таёжных ландшафтов

А.И.ИВАНОВ, А.И.ЧЕРНЫХ (Федеральное государственное бюджетное учреждение Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГБУ ЦНИГРИ); 17545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Рассмотрены основные проблемы поисков золоторудных месторождений по «заявительному принципу» на площадях с прогнозными ресурсами категории P_3 или при отсутствии прогнозных ресурсов. Рассмотрены особенности работ в условиях сложных горно-таёжных ландшафтов, риски получения отрицательных результатов и рекомендации по эффективному проведению поисковых работ.

Ключевые слова: «заявительный принцип» лицензирования, сложные горно-таёжные ландшафты, перекрытые месторождения, многолетняя мерзлота, риски, рекомендации.

Иванов Анатолий Иннокентьевич
доктор геолого-минералогических наук

a.ivanov@tsnigri

Черных Александр Иванович
кандидат геолого-минералогических наук



chernykh@tsnigri

Features of claim-based ore gold prospecting in complex mountain and taiga landscape conditions

A.I.IVANOV, A.I.CHERNYKH (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

Main problems of «claim-based» gold deposit prospecting within areas containing undiscovered resources or resource-free areas are discussed. Features of negative results risks and recommendations for efficient prospecting are reviewed.

Key words: «claim-based» licensing, complex mountain and taiga landscapes, concealed deposits, permafrost, risks, recommendations.

Заявительный принцип лицензирования площадей для геологического изучения, введённый в 2014 г., позволил многим компаниям, не имеющим достаточного опыта проведения геологоразведочных работ (ГРП), получить лицензии на геологическое изучение. Всего, включая 2018 г., по заявительному принципу выдано 1943 лицензии (41% из них – в 2018 г.). Планируемые ассигнования на геологоразведочные работы, согласно рассмотренным ФКГУ Росгеолэкспертиза проектам, составляют 65,4 млрд. руб. Большая часть лицензий – на поиски и оценку россыпных месторождений золота. Несколько меньше – на рудное золото (рис. 1). Для оценки динамики этого процесса в 2019 г. (большая часть заявок пока находится на рассмотрении) проведено сравнение количества поданных заявок за первое полугодие 2019 г. с таковым за первое полугодие 2018 г.

Из представленной таблицы отчётливо видно, что количество заявок на рудное золото в 2019 г. возросло более чем в два раза по сравнению с 2018 г., и, соответственно, возрастет количество выданных лицензий.

Почти все лицензии на рудное золото получены на участки, где или совсем отсутствовала оценка прогнозных ресурсов, или имелись прогнозные ресурсы категории P_3 , предполагающие лишь потенциальную возможность выявления месторождений. Поэтому с учётом значительной площади участков (до 100 км²) перед недропользователями в большинстве случаев стоит достаточно непростая задача – за короткий срок (5–7 лет) на слабоизученной территории локализовать и изучить рудоносные структуры, выявить в их пределах рудные тела (рудные зоны), провести оценочные работы с составлением технико-экономического обоснования кондиций и подсчётом запасов.

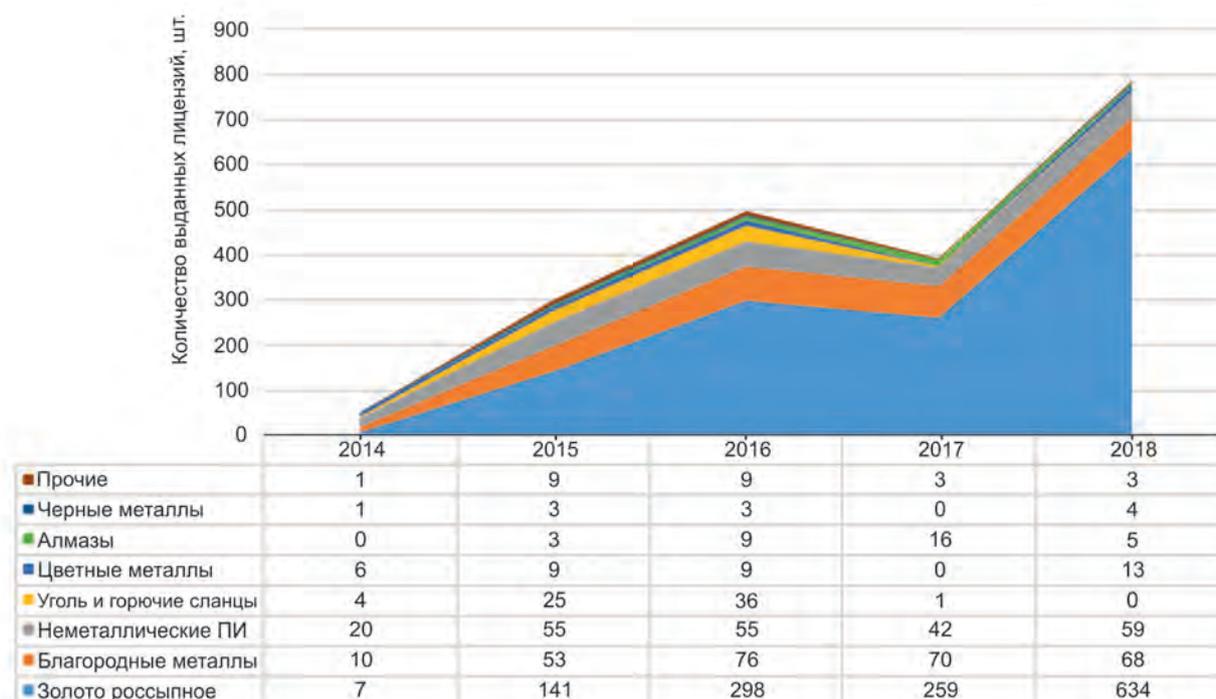


Рис. 1. Динамика количества выданных лицензий на право пользования недрами по «заявительному принципу»

Соотношение количества заявок на пользование недрами по «заявительному принципу» за первое полугодие 2018 и 2019 гг.

Группа полезных ископаемых	Количество, шт.		Доля, %	
	Первое полугодие 2018 г.	Первое полугодие 2019 г.	Первое полугодие 2018 г.	Первое полугодие 2019 г.
Золото россыпное	496	1100	75,6	77,8
Золото рудное	89	193	13,6	13,7
Другие благородные металлы	4	18	0,6	1,3
Неметаллические ПИ	38	42	5,8	3,0
Уголь и горючие сланцы	0	1	0,0	0,1
Цветные металлы	13	22	2,0	1,6
Алмазы	3	18	0,5	1,3
Чёрные металлы	6	14	0,9	1,0
Прочие	7	5	1,1	0,4
Всего	656	1413		

Следует отметить, что в золотоносных регионах практически не осталось площадей с благоприятными ландшафтными условиями, на которых перспективные локальные участки и минерализованные зоны могли быть выявлены «лёгкими» методами – при проведении геологических маршрутов (гидротермально-метасоматические процессы, рудные свалы и др.) и(или) в

результате проведения стандартного литохимического опробования по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) или первичным ореолам (ПО). Заверка таких геохимических аномалий или рудоносных пород и зон, обнаруженных в геологических маршрутах, горно-буровыми работами и приводила ранее к выявлению месторождений рудного золота.



Рис. 2. Перекрытие значительной части площади и, соответственно, рудоносных структур чехлом значительной мощности дальнеприносных отложений (Байкало-Патомская металлогеническая провинция):

А – космоснимок бассейна р. Маракан (видна россыпь р. Маракан и месторождение Ожерелье): зелёные и коричневые цвета – залесённые и мохово-гумусовые участки с развитием многолетней мерзлоты; Б – типичный вид мохово-гумусовых склонов

Как правило, жилы, жильно-прожилковые зоны, зоны и залежи прожилково-вкрапленной или вкрапленной золотой минерализации контролируются метасоматитами березит-лиственитового или кварц-серцитового типов. Такие метасоматиты более подвержены выветриванию по сравнению с неизменёнными породами, а рудоносные структуры часто образуют относительно отрицательные формы рельефа. Соответственно, они характеризуются повышенной задернованностью, относительно увеличенной мощностью перекрывающих коренные породы рыхлых отложений (в том числе дальнеприносных делювиальных и делювиально-солифлюкционных), часто развитием многолетней мерзлоты.

Именно такие участки с неблагоприятными для проведения поисковых работ ландшафтными условиями в большинстве своём подверглись лицензированию на поиски и оценку рудного золота по заявительному принципу. В связи с этим недропользователям для максимального снижения рисков неполучения положительных результатов (выявления месторождений) важно учитывать особенности проведения ГРП в сложных ландшафтных условиях на всех стадиях этого процесса от анализа имеющихся геологических, геохимических, геофизических и других материалов предшествующих работ, проведения прогнозных построений при проектировании и определения оптимальной методики проведения работ.

Поэтому в связи с вышесказанным при проведении работ по заявительному принципу важно учитывать вероятные сложности и риски при реализации проектов.

Типичные сложности, возникающие при проведении ГРП поисковой стадии. Перекрытие существенной части площади и, соответственно, рудоносных структур чехлом значительной мощности делювиальных, в том числе курумниковых, или делювиально-солифлюкционных отложений (зачастую с верхним многолетнемёрзлым мохово-гумусовым слоем), образования кор выветривания. В долинах водотоков – перекрытие аллювиальных отложений ближнего сноса дальнеприносными (ледниковыми или подобными) отложениями.

В таких условиях часто малоинформативны стандартные «простые» методы поисков – геологические маршруты, литохимическое опробование по ВОР (при стандартной глубине отбора в 30 см) и потокам рассеяния (ПР), рядовое шлиховое опробование из водотоков и мелких горных выработок.

В подобных условиях в геологическом маршруте геолог либо может наблюдать только дальнеприносные отложения, перекрывающие информативный слой делювия (см. рисунки 2–6), либо просто не может «добраться» до каменного материала из-за развития многолетней мерзлоты и мохово-гумусового слоя (см. рисунки 7–9). В связи с чем нет возможности не только выявить рудные



Рис. 3. Перекрытие рудной зоны (рыжий цвет в полотне канавы) и рудного делювия (рыжий цвет) несколькими слоями дальнеприносных делювиально-солифлюкционных отложений



Рис. 4. Перекрытие значительной части площади и, соответственно, рудоносных структур чехлом значительной мощности дальнеприносных курумниковых отложений:

А – космоснимок междучья Малой Конкудеры и Икибзяка (Байкало-Патомская металлогеническая провинция): светлый фототон – открытые курумники, зелёный – залесённые курумники и задернованные залесённые склоны; Б – вид курумниковых склонов (видны курумные «реки»); В – условия проходки канав в курумниках

обломки, но и откартировать гидротермально-метасоматические процессы, являющиеся одним из основных поисковых признаков [1, 2].

Литохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния, соответственно, также может производиться либо только из верхнего слоя дальнеприносных отложений, либо из гумуса. В обоих случаях аномалии или не устанавливаются, или выявляются ложные аномалии, заверка эпицентров которых горными выработками не рациональна.

Литохимическое опробование по первичным ореолам и шлиховое опробование водотоков в случае перекрытия информативного аллювия дальнеприносными отложениями большой мощности (рис. 10) и формирования современных аллювиальных отложений при их перемыве также не могут дать объективной информации о рудоносности их бассейнов.

Таким образом, стандартные методы поисков в подобных условиях неинформативны и не приводят к выявлению поисковых признаков оруденения. На этом основании перспективные площади могут отбраковываться на стадии прогнозирования, если не анализируется достоверность ранее проведённых ГРП с учётом ландшафтных условий пробоотбора. Соответственно, при анализе геологических, геохимических, шлиховых данных предшествующих ГРП необходимо это учиты-

вать, и прогнозирование потенциальных золоторудных объектов в условиях «закрытых» ландшафтов должно основываться в большей мере не столько на поисковых признаках, сколько на рудоконтролирующих факторах с целью выделения потенциальных золотоносных структур и возможных участков локализации оруденения в их пределах.

Это должно учитываться и при проектировании геологоразведочных работ – на таких территориях на первой стадии работ должны выявляться и изучаться именно рудоконтролирующие структуры комплексом методов, позволяющим выявить поисковые признаки для их локализации [1–3].

Примеры подобных случаев ранее приводились авторами данной статьи для Мараканского, Светловского, Аройского рудных полей, Додыхтинско-Икибзякского рудного узла [1–3]. В пределах этих территорий неоднократно проводились поисковые работы с целью выявления источников россыпных месторождений золота. Однако на склонах и водоразделах золотоносных долин предшествующими ГРП поисковые признаки коренного оруденения либо не были выявлены совсем, либо в силу своей слабой контрастности и нелокализованности свидетельствовали о низкой перспективности территории. Лишь после проведения прогнозирования скрытых и перекрытых коренных месторождений с выделением

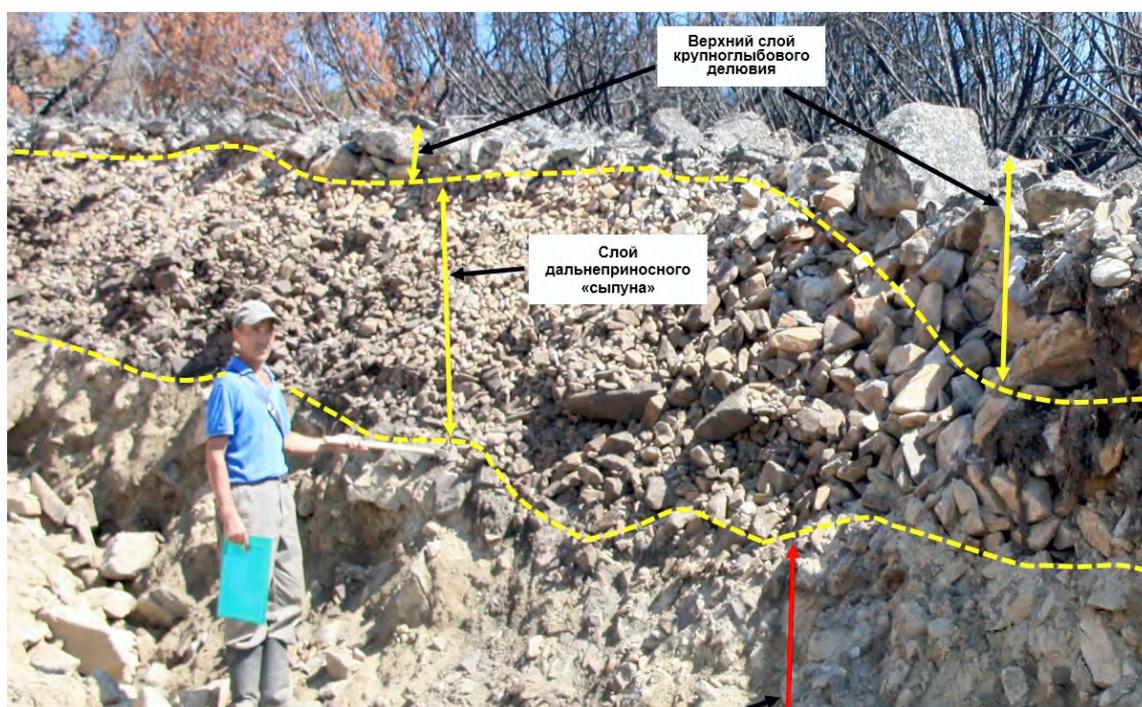


Рис. 5. Типичный разрез курумниковых отложений (см. рис. 4):

под верхним слоем крупноглыбового дальнеприносного курумника залегает ещё один слой дальнеприносного мелкоглыбового курумника («сыпун» – окатанные при делювиальном сносе обломки без глиняного связующего)



Рис. 6. Перекрытие значительной части площади и, соответственно, рудоносных структур чехлом значительной мощности дальнеприносных курумниковых отложений (Аройское рудное поле, Восточный Саян):

А – проходка бульдозерных канав для вскрытия делювия ближнего сноса (видны крупноглыбовые курумные «реки»); Б – выявление рудных обломков (в руках геологов) в делювии ближнего сноса после снятия бульдозером верхнего слоя дальнеприносного делювия; В – перекрытие рудного делювия (рыжий цвет) дальнеприносными курумниковыми отложениями (бульдозером снят верхний слой крупноглыбового курумника)

потенциально-рудноносных структур на основе анализа всего комплекса материалов с учётом реальных ландшафтных обстановок и проведения поисковых работ с использованием специально разработанной методики поисков удалось выявить золоторудные объекты [1–3, 8].

Такие ландшафты, кроме Иркутской области и Красноярского края, характерны для большей части Дальневосточного федерального округа. На рисунках 11–15 приведены примеры подобных площадей по Амурской, Магаданской областям, Республике Бурятия, Забайкальскому краю, Чукотскому АО.

Отсутствие прямых геофизических признаков оруденения для локализации большинства месторождений рудного золота. Геофизические методы исследований имеют большое значение при проведении поисковых работ на рудное золото. Однако, за редким исключением (для некоторых скарновых месторождений), они не являются прямыми методами поисков. Геофизические методы в качестве составляющих общего комплекса методов исследований наряду с геологическими, геохимическими, дистанционными используются для расшифровки общей геологической структуры, выделения рудоконтролирующих структур, зон и областей гидротермально-метасоматической переработки пород и др. Именно комплексный анализ всей информации, включая геофизические данные, позволяет в той или иной степени локализовать перспективные участки для концентрации поисковых работ в их пределах.

Слабая информативность дистанционных методов. Материалы дистанционных методов исследования, включающие, прежде всего, космические снимки (в том числе спектрозональные), аэрофотоснимки различных масштабов, являются очень важной частью комплекса данных для составления геологических карт, уточнения и выделения элементов структуры (складки, разломы, зоны складчато-разрывных деформаций, участки проявления купольных деформаций и др.), в том числе рудоконтролирующих. В условиях хорошей обнажённости (обычно на территориях с резко расчленённым рельефом) могут выделяться зоны и области метасоматической переработки пород как по цветовой гамме, так и путём обработки спектрозональных снимков по соответствующим компьютерным программам.

В мировой практике возрастает роль дистанционного гиперспектрального зондирования по данным спутниковых и аэровоздушных мультиспектральных датчиков (Landsat, ASTER, ALI, SPOT и др.). С использованием соответствующих программных продуктов устанавливаются площади развития минеральных комплексов, характерных для определённых типов пород и метасоматитов.

К сожалению, использование этих методов эффективно только в районах с достаточной обнажённостью, а в сложных горно-таёжных ландшафтах в условиях залесённости, задернованности, повышенной мощности

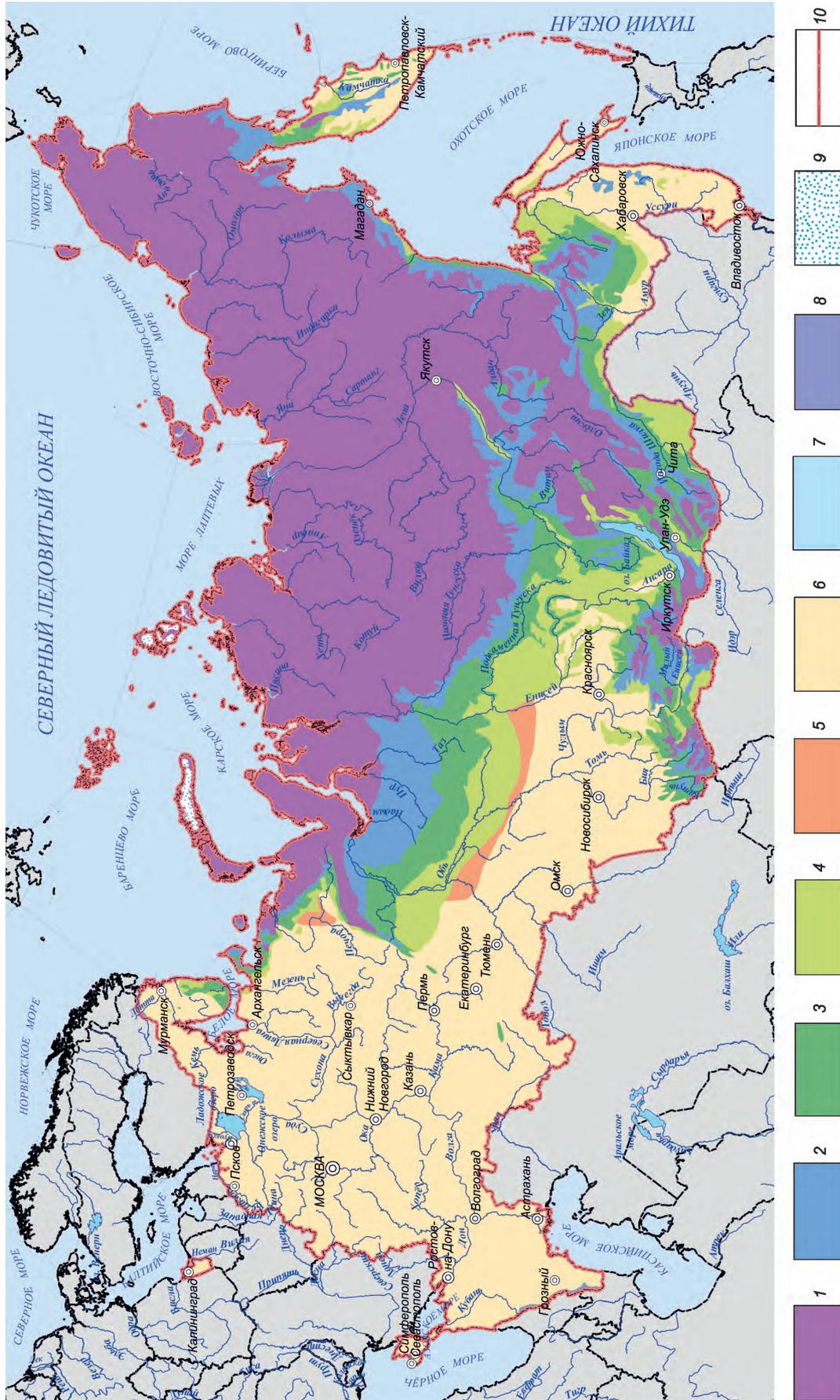


Рис. 7. Схема распространения многолетнемерзлых пород на территории России. По данным ESA GlobalPermafrost:

распространение многолетнемерзлых пород: 1 – сплошное, 2 – прерывистое, 3 – массивно-островное, 4 – островное и редкоостровное, 5 – реликтовая мерзлота, 6 – мерзлота отсутствует; 7 – океаны и внутренние моря; 8 – внутренние озёра; 9 – ледники; 10 – государственная граница России



Рис. 8. Космоснимок северной части Светловского рудного поля (Байкало-Патомская металлогеническая провинция):
зелёные и коричневые цвета – мохово-гумусовые многолетнемёрзлые склоны



Рис. 9. Мохово-гумусовые многолетнемёрзлые склоны на рудной зоне Северная (см. рис. 8):
оттайка делювия после снятия бульдозером мохово-гумусового многолетнемёрзлого слоя



Рис. 10. Перекрывание аллювиальных отложений ближнего сноса дальнеприносными отложениями (Бодайбинский рудный район)

перекрывающих рыхлых отложений возможности всех дистанционных методов ограничены.

Типичные риски, которые могут привести к отрицательному результату. При проведении поисковых работ на участках со сложными горно-таёжными условиями, где прогнозные ресурсы рудного золота отсутствуют или имеются ресурсы только категории P_3 , возникает несколько групп рисков, основными из которых являются: объективные, методические, финансовые и организационные.

Объективные:

- низкая статистическая вероятность выявления промышленного объекта на участках с прогнозными ресурсами категории P_3 (или без ресурсов). Так, по результатам статистической обработки данных поисковых работ за средства федерального бюджета за период 2002–2017 гг., проведённой ЦНИГРИ [5, 6], только на 16% объектов с прогнозными ресурсами категории P_3 были выявлены потенциальные месторождения на начальной стадии поисковых работ после их проведения. Причём следует иметь в виду, что эти работы проводились на лучших участках, подготовленных до 1992 г. В мире, как известно, только 2–4% «зелёных» участков (аналогично российским участкам с прогнозными ресурсами категории P_3) в результате ГРП «превращаются» в месторождения;
- в связи с тем, что многие площади для лицензирования по «заявительному принципу» выделяются в бассей-

нах водотоков с россыпными месторождениями золота без иных значимых поисковых признаков, необходимо иметь в виду, что источником россыпей золота часто являются жильно-прожилковые зоны, жилы или тела иной морфологии с низкой золотоносностью, в следствие чего промышленные рудные месторождения могут отсутствовать (рис. 16).

Методические:

- применение в сложных ландшафтных условиях «простых» неэффективных методов поисков не позволяет локализовать рудоносные структуры [1–3, 8];
- использование недостаточно достоверного опробования при изучении рудных зон и тел на объектах с крупным золотом может привести к недооценке потенциала месторождения [2–4].

Финансовые и организационные:

- непрерывное возрастание стоимости подготовки прогнозных ресурсов высоких категорий и промышленных запасов [5–7];
- перекрывание рудоносных структур рыхлыми отложениями значительной мощности требует применения значительных объёмов «тяжёлых» методов поисков (см. рисунки 3, 5, 6), что не только приводит к удорожанию работ, но и удлинению сроков выявления этих структур и их изучения.

Рекомендации по проведению геологоразведочных работ на начальных стадиях поисковых работ.

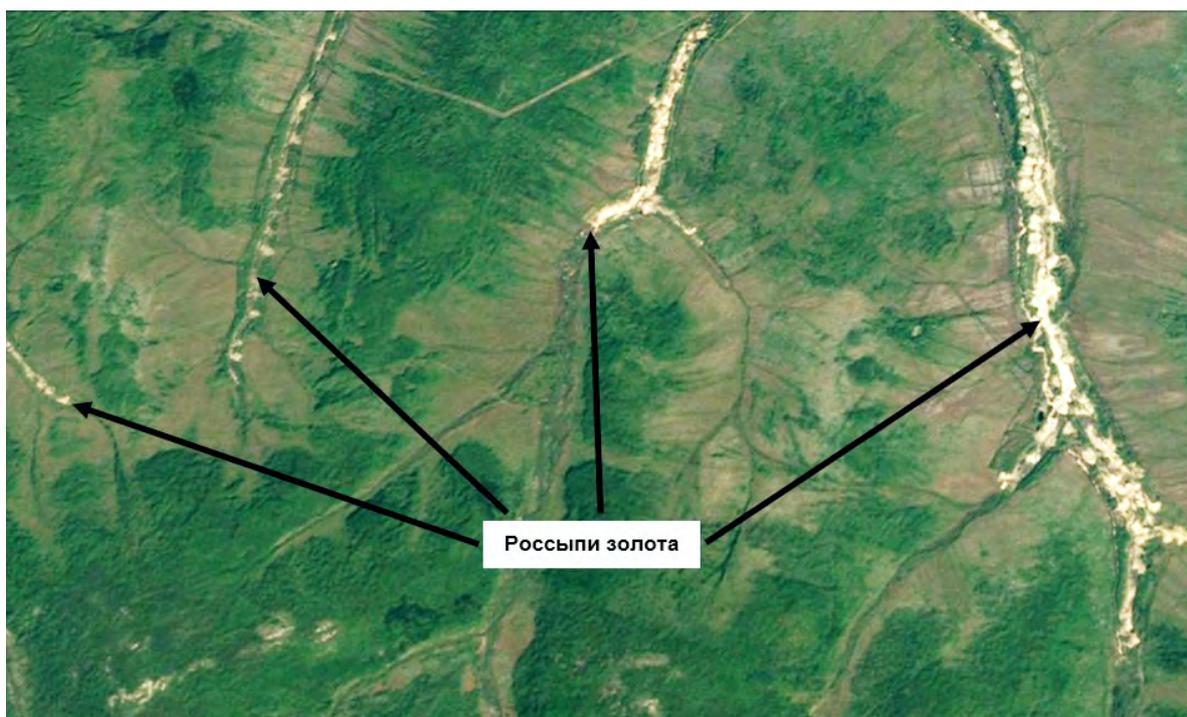


Рис. 11. Типовые ландшафтные условия золотороссыпных узлов Амурской области (космоснимок):

видны обрабатываемые и разведанные россыпи золота; зелёные и коричневые цвета – залесённые и мохово-гумусовые участки с развитием многолетней мерзлоты

На любом участке работ, где неизвестно положение рудоносных структур и рудных зон и тел в их пределах, главной задачей на первом этапе является их локализация для дальнейшего планомерного изучения. Причём, и это очень важно, локализовать рудные объекты желательно с минимальными затратами времени, так как сроки действия лицензий на геологическое изучение ограничены и составляют 5–7 лет. Кроме того, необходимо минимизировать и финансовые затраты. Для этого рекомендуется особое внимание уделить ряду моментов:

Проектирование. На основе анализа всех геологических, геохимических, геофизических и дистанционных материалов по участку работ и сопредельным территориям необходимо:

- определить вероятные геолого-промышленные и формационные типы оруденения с целью выбора объекта-аналога, составления прогнозно-поисковой модели вероятного месторождения и определения прогнозно-поискового комплекса;
- проведение прогнозных построений для выделения рудоносных структур и более локальных участков их пределах для концентрации работ [1–3, 7];
- составление карт условий ведения поисков с предварительной дифференциацией территории по особен-

ностям применения тех конкретных геологических, геохимических и геофизических методов.

Полевые работы первого этапа. В процессе выполнения полевых работ должны проводиться в определённой последовательности:

- проведение опытно-методических работ по адаптации прогнозно-поискового комплекса к конкретным ландшафтным условиям – проходка специальных горных выработок (шурфов, канав) или скважин для определения мощности и состава перекрывающих отложений, положения информативного слоя [1–3] в делювиально-элювиальных и делювиально-солифлюкционных отложениях; определение достоверных с точки зрения надёжности выявления аномалий способов и глубины геохимического и шлихового опробования; определение возможной информативности геологических маршрутов в тех или иных ландшафтных условиях с целью их локализации в благоприятных с этой точки зрения частях участков работ;
- концентрирование всех видов исследований с целью локализации золотоносных структур, их дальнейшее изучение горно-буровыми работами;
- мониторинг выполняемых ГРП, своевременное определение необходимости корректировки их методики и направления.

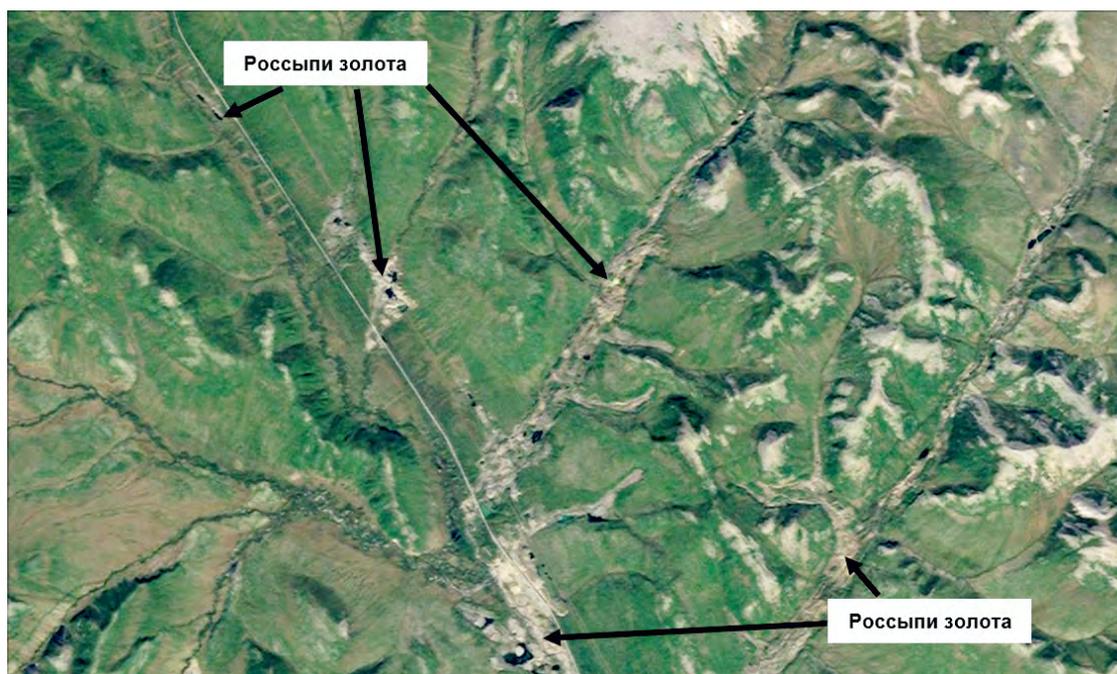


Рис. 12. Типовые ландшафтные условия золотороссыпных узлов Магаданской области (космоснимок):

видны обрабатываемые и разведанные россыпи золота; зелёные и коричневые цвета – залесённые и мохово-гумусовые участки с развитием многолетней мерзлоты, светлый фототон – курумниковые склоны и водоразделы



Рис. 13. Типовые ландшафтные условия золотороссыпных узлов республики Бурятия (космоснимок):

видны обрабатываемые россыпи золота; зелёные цвета – залесённые и задернованные участки, светлый фототон – курумниковые склоны и водоразделы

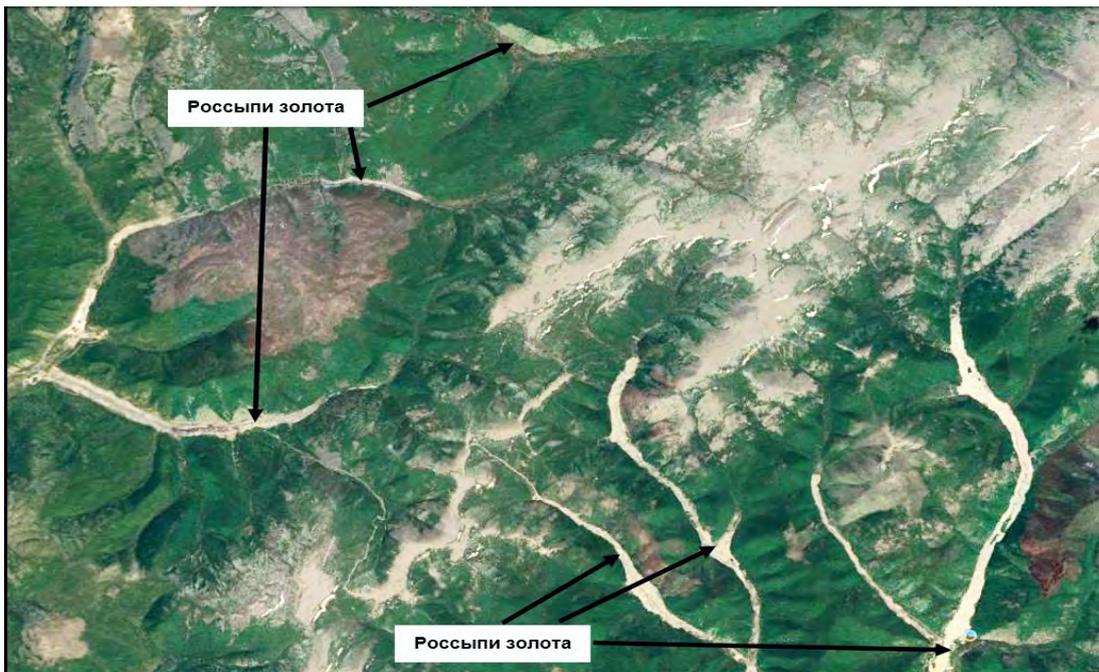


Рис. 14. Типовые ландшафтные условия золотороссыпных узлов Забайкальского края (космоснимок):

видны обрабатываемые россыпи золота; зелёные и коричневые цвета – залесённые и мохово-гумусовые участки с развитием многолетней мерзлоты, светлый фототон – курумниковые склоны и водоразделы

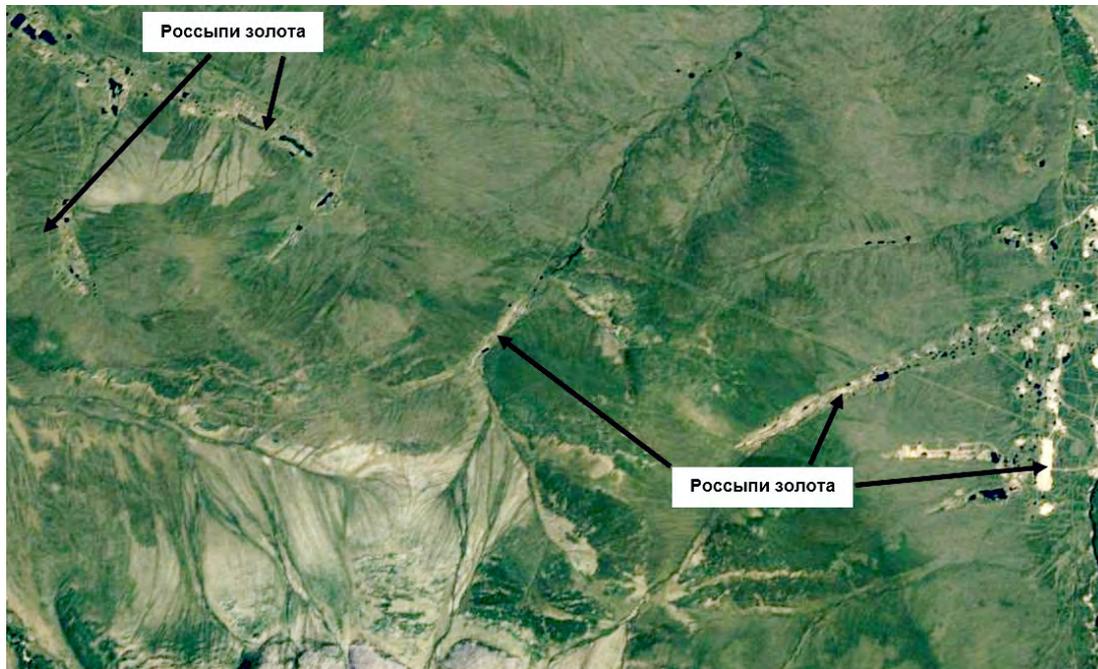


Рис. 15. Типовые ландшафтные условия золотороссыпных узлов Чукотского АО (космоснимок):

видны обрабатываемые и отработанные россыпи золота; зелёные и белесые цвета – мохово-гумусовые участки с развитием многолетней мерзлоты, светлый фототон – курумниковые склоны и водоразделы

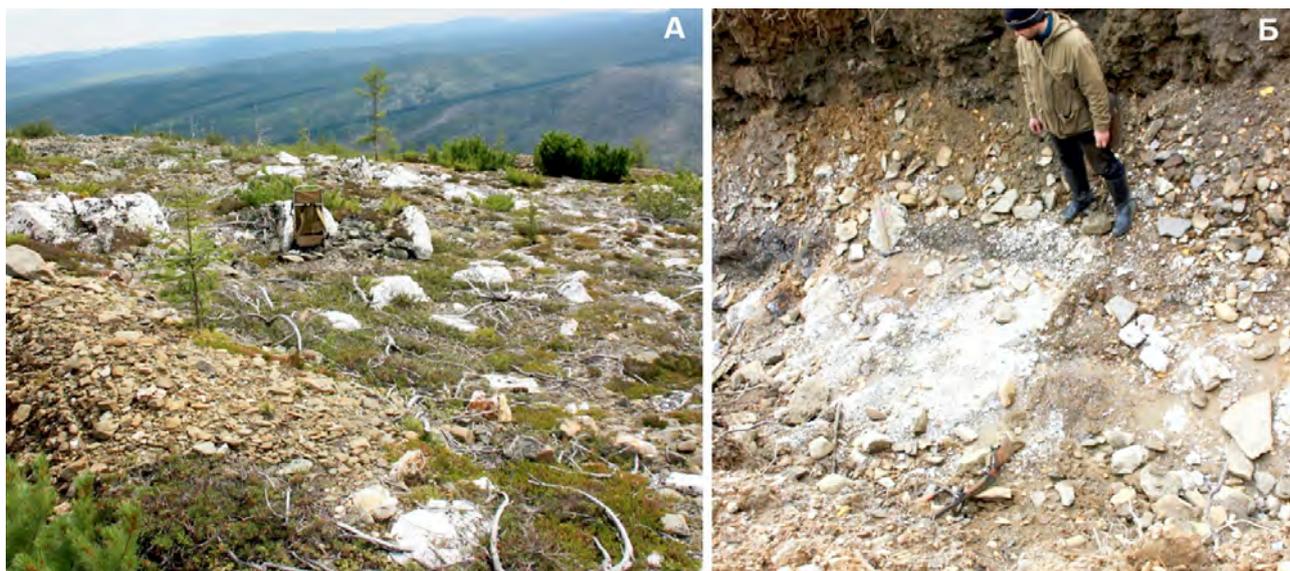


Рис. 16. Примеры россыпеобразующих слабозолотоносных кварцево-жильных зон в делювии (А) и коренном залегании (Б), Байкало-Патомская металлогеническая провинция

В заключение следует отметить, что при планировании геологоразведочных работ на участках, полученных по заявительному принципу, на территориях с преобладанием горно-таёжных ландшафтов необходимо учитывать сложности их проведения для снижения вероятности получения отрицательного результата и минимизации финансовых затрат. Соответственно, учитывать существующие риски как объективные геологического плана (отсутствие на площади участков промышленных объектов), так и финансовые и организационные.

Для уменьшения методических рисков при производстве геологоразведочных работ на участках с преобладанием сложных горно-таёжных ландшафтов очень важно на стадии проектирования выполнить анализ информативности ранее проведённых геологических маршрутов, геохимических и шлиховых поисков с выделением частей поисковых участков, где этими методами получить достоверные данные не представлялось возможным. И это необходимо учитывать при прогнозировании рудоносных структур с целью концентрации работ в их пределах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов А.И.* Закономерности формирования золоторудных месторождений Бодайбинского рудного района и новые аспекты их поисков // *Разведка и охрана недр.* 2004. № 8–9. С. 17–23.
2. *Иванов А.И.* Опыт прогнозирования, поисков и оценки новых золоторудных месторождений в Бодайбинском районе // *Отечественная геология.* 2008. № 6. С. 11–16.
3. *Иванов А.И.* Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). – М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014.
4. *Иванов А.И., Агеев Ю.Л., Конкин В.Д.* К оценке достоверности бороздowego опробования жильно-прожилковых рудных зон с крупным золотом на примере Светловского рудного поля (Бодайбинский рудный район) // *Отечественная геология.* 2017. № 4. С. 81–89.
5. *Иванов А.И., Черных А.И., Вартамян С.С.* Состояние, перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации. // *Отечественная геология.* 2018. № 1. С. 18–28.
6. *Иванов А.И., Черных А.И., Вартамян С.С.* Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации // *Проблемы минеральной, экономической геологии и минеральных ресурсов: Смирновский сборник,* 2018. – М., 2018. С. 10–29.
7. *Иванов А.И., Черных А.И.* Геологоразведочные работы на рудное золото по заявительному принципу – сложности, риски и направления действий // *Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. Сборник тезисов докладов IX научно-практической конференции.* – М., 2019. С. 100–101.
8. *Особенности поисков золоторудных месторождений в районах развития делювиальных курумных развалов / А.И.Иванов, В.Д.Конкин, Ю.Л.Агеев, В.Г.Молочный // Отечественная геология.* № 6. 2017. С. 14–24.