УДК 553.07

ГЕОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ДЮБКОШСКОЙ ПЛОЩАДИ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

Белозерова А.А.[1]

[1]*ФГАОУ ВПО «Институт горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета», Красноярск, Россия (660025, г. Красноярск, пр. Красноярский Рабочий, 95), e-mail: tolkien1988@mail.ru*

Металлоносные коры выветривания Енисейского кряжа давно являются объектом геологических поисков и тематических исследований. Большое внимание уделяется золотоносным корам выветривания, которые послужили источником металла для большинства россыпей изучаемого района, за счет высвобождения его в процессе выветривания и последующей концентрации в аллювиальных и карстовых отложениях. На изучаемой площади, в пределах Дюбкошского грабена, широкое развитие получили месторождения переотложенных золотоносных кор выветривания в карстовых западинах, так называемых миллионных ямах. Примерами таковых являются месторождения золотоносных кор выветривания ручьев Пьяный, Николаевский и реки Огне. В целом, несмотря на очевидную связь процессов корообразования и россыпей региона, многие вопросы, касающиеся закономерностей локализации объектов этого типа, связи с коренными источниками металла, факторов, контролирующих поведение золота в экзогенных условиях, а также закономерностей размещения обогащенных участков и «струй», остаются до конца не выясненными.

Ключевые слова: золото, линейные и площадные коры выветривания, карст, Дюбкошский грабен, прогнозная карта.

GEOLOGY AND POSSIBILITIES OF GOLD MINERALIZATION OF WEATHERING CRUSTS IN DYUBKOSH AREA (YENISEI RIDGE)

Belozerova A.A.[1]

[1] *Institute of Mining, Geology and Geotechnology of Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia, (660025, Krasnoyarsk, pr.Krasnoyarskiy rabochiy, 95), e-mail: tolkien1988@mail.ru*

Metalliferous crusts of weathering of Yenisei Ridge are the subject of geological prospecting and special scientific investigations for a long time. A big attention is paid to the Au-rich crusts of weathering, which became a source of metal for the most of placers in this region by weathering releasing, migration and its future concentration in alluvial and karst sediments. In the explored area, within the Dyubkosh graben, gold deposits of redeposited metalliferous crust, situated in karst pits, are widespread. Examples of these are deposits of gold-bearing weathering crusts of creeks such as Pyanyi, Nikolaevski and Ognya. In general, despite the obvious connection between crust formation processes and placers of the observed region, many issues concerning the localization regularity of objects of this type, relations with the primary sources of metal, the factors controlling the behavior of gold in the exogenous conditions, as well as regularity of distribution of enriched areas and «streams», currently are not fully understood.

Keywords: gold, linear and areal weathering crust, karst, Dyubkoshsky graben, forecast map.

Введение

Дюбкошская золотоносная площадь пространственно совпадает с отложениями Дюбкошского грабена и вмещает в себя многочисленные россыпные месторождения и месторождения кор выветривания. За всю историю золотодобычи в регионе добыто около 60 тонн россыпного металла.

Близповерхностное залегание кор выветривания, высокая степень дифференциации вещества способствуют промышленной концентрации в них различных элементов. На Енисейском кряже, помимо месторождений кор выветривания, развитых на коренных объектах различных формационных типов [5] (Au-сульфидных, Au-кварц-сульфидных),

широкое развитие получили месторождения переотложенных золотоносных кор выветривания в карстовых западинах, так называемых миллионных ямах. На изучаемой площади, в пределах Дюбкошского грабена, таковыми являются месторождения золотоносных кор выветривания ручьев Пьяный, Николаевский и реки Огне.

Целью данного исследования является изучение золотоносных кор выветривания, проявленных в пределах Дюбкошского грабена. В задачу работы входило выявление их минералого-геохимических особенностей, анализ поисковых критериев и признаков. По совокупности полученных данных ставилась задача выделения перспективных участков для поиска площадных и линейных кор выветривания.

Геология кор выветривания

Дюбкошский грабен (рис. 1) в морфоструктурном плане представляет собой изолированную внутригорную впадину северо-западного направления простирания, которая является частью Тейского прогиба. С запада грабен ограничен Чингасан-Енашиминским, а с востока Дюбкошским взбросами.

Отложения грабена представлены терригенными образованиями верхнего рифея (чингасанская и чапская серии), залегающими с угловым несогласием на нижележащих толщах, представляющих тектонические пластины и надвиговые зоны, ограниченные взбросами и сбросами. В разрезе чапской серии развиты доломиты и известняки подъемской свиты и песчаники, гравелиты, доломитистые известняки, конгломераты суворовской свиты, залегающие с угловым несогласием на полимиктовых песчаниках, алевролитах и аргиллитах чивидинской свиты чингасанской серии. Неоген-четвертичные отложения вмещают многочисленные золотоносные россыпи.

Обрамление и фундамент грабена сложены метаморфизованными породами раннего протерозоя и рифея (удерейская, горбилокская, кординская, рязановская свиты), смятых в сложные складки, прорванные телами гранитов татарско-аяхтинского комплекса и дайками габброидов орловского комплекса.

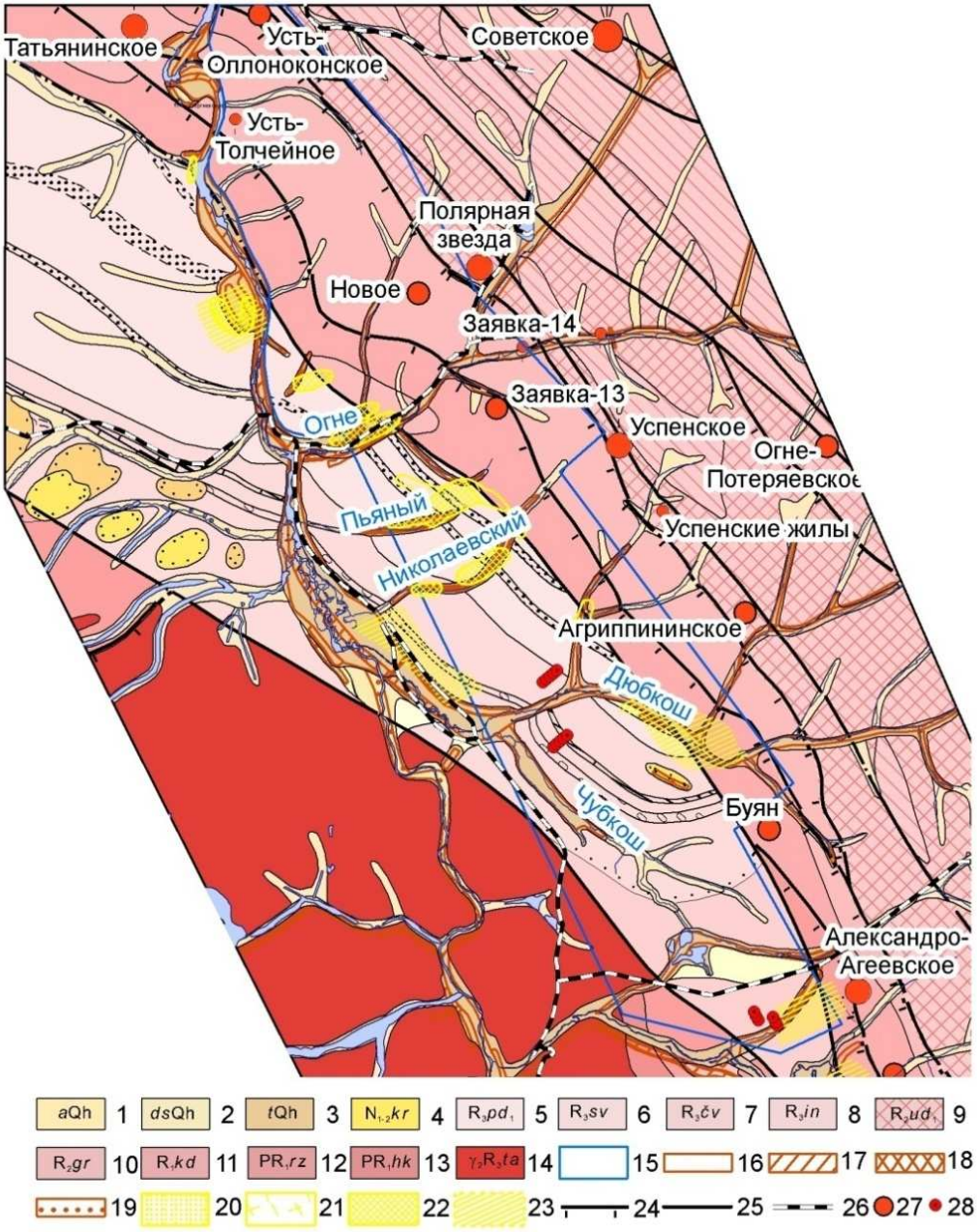

Рис. 1. Геологическая карта Дюбкошского грабена и его обрамления (составлена по материалам А.А. Стороженко и Н.Ф. Васильева (2008 г.) с дополнениями автора). 1-14 – геологические подразделения: 1-2 – четвертичные образования: 1 – перемытые техногенные отложения; 2 – аллювий поймы; 3-4 – подъемская свита: 3 – доломиты, прослои кварцевых песчаников, конгломераты; 4 – песчаники; 5-7 – суворовская свита: 5 – нерасчлененная; 6 – известняки; 7 – конгломераты; 8 – чividинская свита – песчаники известковистые, переслаивающиеся с алевролитами; 9-10 – удерейская свита: 9 – средняя подсвита, сланцы хлорит-серицитовые; 10 – нижняя подсвита, сланцы серицит-углеродистые; 11 – горбилокская свита, сланцы серицит-хлорит-кварцевые; 12 –кординская свита, сланцы биотит-серицит-кварцевые, в основании метагравелиты; 13 – рязановская свита, мраморы, кристаллические сланцы, амфиболиты; 14 – татаро-аяхтинский комплекс гранитовый; 15-контур Дюбкошской площади; 16-19 – россыпи золота: 16 – россыпи промышленные малые; 17 – россыпи промышленные средние; 18 – целиковые непромышленные россыпи; 19 – рядовые россыпи; 20-23 – коры выветривания: 20 – контактовые коры выветривания линейного типа; 21 – карстово-эрозионные, золотоносные; 22 – контактово-эрозионные, не золотоносные или слабо золотоносные; 23 – погребенные под деллювиально-солифлюкционными шлейфами участков долин и террас; 24-25 – разрывные нарушения: 24 – достоверные надвиги, взбросо-надвиги; 25 – неустановленной морфологии; 26 – рудовозные дороги; 27 – золоторудные месторождения (рудопроявления); 28-поисковые скважины.

Расшифровке процессов корообразования на Енисейском кряже посвящены многочисленные исследования (Середенко Г.А., Сердюк С.С., Цыкин Р.А., Прокатень Е.В. и др.). Химическое выветривание в условиях теплого и влажного континентального климата проявилось в регионе с герцинского и вплоть до альпийского времени [3]. Мезозойско-кайнозойская пенепленизация приводит к разрушению коренных пород, выведению на поверхность золотоносных кварцевых жил, высвобождению из них золота, которое накапливалось в древних корах выветривания. В олигоцене с изменением климата и возросшим количеством осадков прекращается формирование зрелых кор выветривания.

Последующее эрозионное расчленение территории [6] обусловило преобразование мел-палеогенового пенеплена в депрессионные долины, заполненные рыхлым обломочным материалом, и купольно-блоковые поднятия с реликтами кор химического выветривания. В четвертичное время происходит преимущественно физическое выветривание в результате материкового оледенения. Территория испытывает блоковые поднятия и активное врезание долин гидросети, рельеф становится близким к современному [4]. Реликты золотоносных отложений древней долины частично размыты и переотложены в многочисленные эрозионные, карстовые и ложковые формы микрорельефа на склонах поднятий и долин ручьев.

В Дюбкошском грабене получили развитие три морфологических типа кор выветривания: 1) площадные; 2) линейные; 3) переотложенные в карстовых депрессиях. В промышленном плане наиболее значимым является третий тип, так как с ним связаны наиболее крупные россыпи, такие как россыпь руч. Пьяный (его верховье), руч. Николаевский, Гавриловская яма в низовьях р. Огне и россыпь реки Дюбкош (рис. 1).

Линейные коры выветривания развиты по доломитам подъемской свиты вдоль восточного борта грабена. Линейность их обусловлена тектоническим контактом грабена и образованием вдоль него карстовых западин глубиной до 70 м. Линейные коры выветривания и россыпи пространственно сопряжены, что очевидно отображает их унаследованное развитие. Вещественный состав золотоносных песков и типоморфных особенностей золота в аллювиальных россыпях (руч. Досер) и переотложенных в карстовые западины корах выветривания (руч. Пьяный) имеет существенные отличия.

Золото россыпи руч. Пьяный можно разделить на мелкое и крупное: от 0,1-0,2 до 0,5 и 1,5 мм. Мелкое золото слабо окатано, с отростковидными, комовидными и пластинчатыми формами, с отсутствием пор, имеет ярко-желтый цвет. Поверхность зерен шероховатая, бугорчато-ямчатая, в ямках отмечаются рыжевато-коричневатые гидрооксиды железа. По мере увеличения размера зерен увеличивается степень окатанности, повышается пористость, цвет зерен становится грязно-желтым. По пробности золото делится на 2 группы:

среднепробное и высокопробное (рис. 2а). Слабопористое золото характеризуется более низкой пробностью. Среди элементов примесей в золоте установлено только серебро в количестве 1,19-14,95%. Анализ золота коры выветривания от краев к центру показал высокие значения пробности в пределах всего зерна.

Золото аллювиальной россыпи руч. Досер отличается более угловатыми и пластинчатыми формами, меньшей пористостью и более тусклым цветом. Размеры преимущественно от 0,1 до 0,4 мм, единичные золотины до 1 мм. Диапазон пробности (рис 2б) варьирует от 740 до 992. В 90% измерений отмечается закономерное увеличение пробности золота от центральной части к краю. На фотографиях, полученных на сканирующем микроскопе, высокопробная кайма отличается от основной массы зерна более светлым оттенком (рис. 3а). В отдельных случаях такие высокопробные полосы отмечаются и в центральной части зерен (рис. 3б), вероятно, за счет слипания или регенерации частиц золота в процессе формирования. В качестве элементов примесей в золоте р. Чубкош было обнаружено только серебро в количестве от 0,78 до 20%.

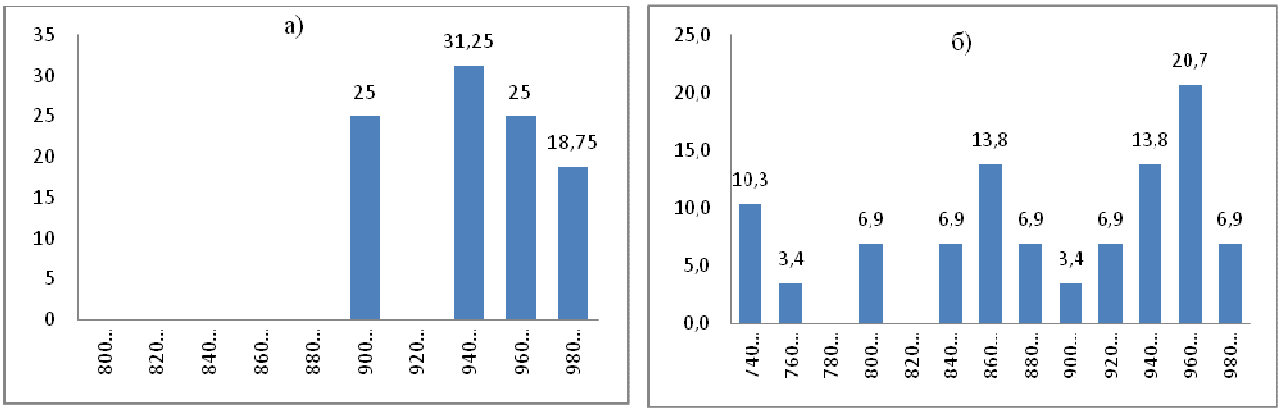

Рис. 2. Пробность золота россыпей, развитых по переотложенным в карстовые западины корам выветривания: а) р. Пьяный (16 замеров); б) р. Досер (29 замеров)

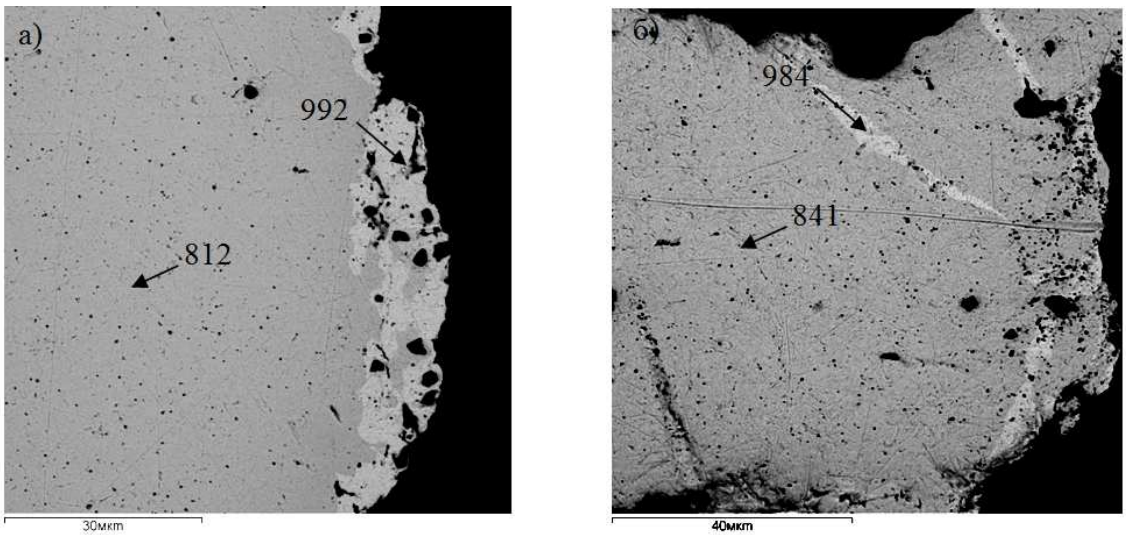

Рис. 3. Распределение пробности в пределах зерна

Разнообразные формы золотин, окатанность, цвет, пробность, наличие элементов примесей подтверждают формирование россыпей Дюбкошского грабена в течение длительного периода времени, начиная с разрушения коренных источников при химическом выветривании в мезозойско-кайнозойское время, высвобождения частиц золота из коренных пород и кварцевых жил северо-восточного обрамления, переотложения его в рыхлых породах грабена и заканчивая формированием россыпей за счет временных и постоянных водотоков.

Перспективы обнаружения золотоносных кор выветривания

Для определения перспективности площади на выявление кор выветривания был проведен анализ критериев (предпосылок) и признаков, с разной степенью предопределяющих условия корообразования, а также указывающих на их наличие.

Из критериев, определяющих размещение золотоносных кор выветривания, определяющими являются: 1 – структурно–тектонические; 2 – литологические; 3 – геоморфологические.

1. Структурно-тектонические критерии. В этой группе важнейшими являются разрывные нарушения, определяющие размещение кор выветривания и локализацию в них золота. Протяженные зоны разломов и повышенной трещиноватости, контакты различных пород (в частности, контакт терригенно-карбонатной толщи подъемской свиты и силикатных пород кординской свиты) представляют собой зоны повышенной проницаемости поверхностных вод и развития кор выветривания.

2. Литологические критерии выделяется на основании тесной пространственной связи карстово-эрозионных западин с терригенно-карбонатными отложениями подъемской и суворовской свит, где наиболее высока вероятность накопления переотложенных золотоносных кор, за счет сноса водными потоками и склоновыми процессами частиц золота в карстовую ловушку.

3. Геоморфологические критерии определяют пространственную связь кор выветривания с мел-палеогеновыми поверхностями выравнивания и карстовыми западинами, в которых происходило накопление переотложенных продуктов выветривания.

Среди признаков кор выветривания выделены прямые и косвенные. К первым отнесены установленные проявления золотоносных кор выветривания. За период разработки россыпей Дюбкошской площади часто в плотике россыпи вскрывались глинистые коры выветривания, как золотоносные, так и с неустановленным содержанием золота. Все они отображены на карте поисковых критериев и признаков.

К косвенным поисковым признакам отнесены геохимические и геофизические аномалии.

Геохимические аномалии. Контрастные вторичные геохимические ореолы калия косвенно указывают на наличие калийсодержащих продуктов коры выветривания. Но в связи с высокой загрязненностью территории аномалии калия могут быть связаны с наличием глинистых эфельных отвалов, связанных с отработкой россыпей. Для того чтобы исключить вероятность присутствия калия как техногенного продукта, с карты критериев и признаков были удалены участки геохимических аномалий, пространственно совпадающие с биогеохимическими полями техногенного (калиевого) фактора [1].

Геофизические аномалии. Значительная часть нагрузки составленной прогнозной карты распространения кор выветривания приходится на аномалии геофизических полей, предположительно вызванных наличием рыхлых гипергенных продуктов. На основе интерпретации карты эффективного удельного сопротивления проведено выделение немногочисленных обводненных, заболоченных участков с предположительно повышенной мощностью рыхлых глинистых отложений.

На основании вышеперечисленных данных построены карта критериев и признаков и карта их плотностей, по которой были выделены перспективные участки на обнаружение кор выветривания (рис. 4). Значения критериев и признаков получены на основании коллективных экспертных оценок [2].

Анализ карты плотности поисковых критериев и признаков позволил выполнить прогноз развития кор выветривания на Дюбкошской площади. Были выделены отработанные участки с известными корами выветривания (рис. 4б, 1), а также известные и новые участки, перспективные на обнаружение линейных карстово-эрозионных и контактово-карстовых кор выветривания с установленной (рис. 4б, 2) и неустановленной (рис. 4б, 3) золотоносностью. Также выделены участки, благоприятные для развития площадных кор выветривания (рис. 4б, 4).

Выводы

Распространенность золотоносных кор выветривания изучаемой площади контролируется сохранностью древних поверхностей выравнивания и региональных кор химического выветривания, их пространственной совмещенностью и генетической связью с золотоносными породами. Совокупные данные по анализу типоморфизма золота указывают на длительный этап формирования россыпей (с мезозоя по настоящее время).

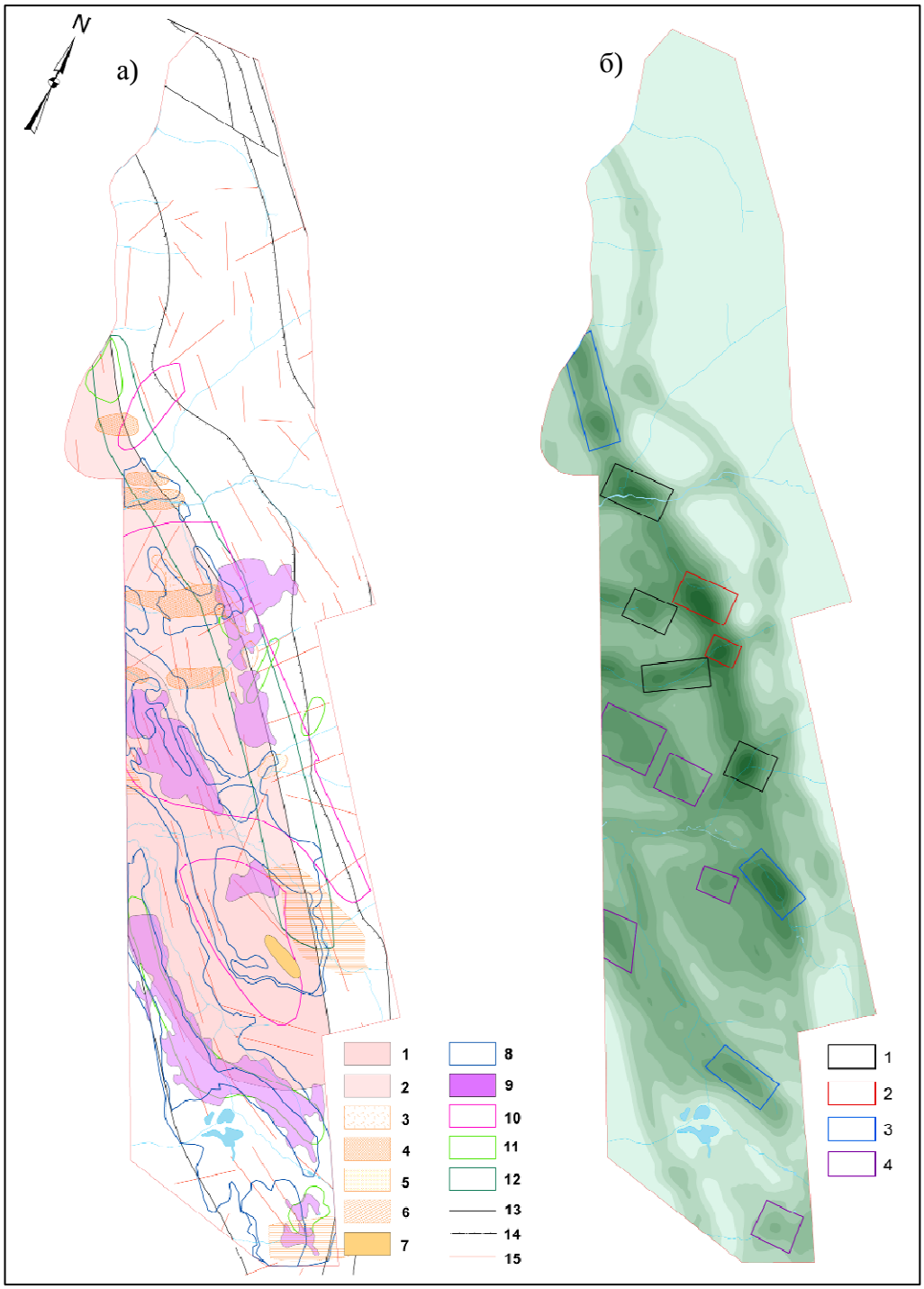

Рис. 4. Карта критериев и признаков (а) и прогнозная карта (б) кор выветривания Дюбкошской площади. Густота окраски отражает плотность выделенных критериев (предпосылок) и признаков.
Условные обозначения к рис. 4: а) 1-2 - геологические подразделения: 1 – суворовская свита, известняки, конгломераты; 2 – подъемская свита, доломиты, конгломераты; 3-7 – коры выветривания: 3 – контактовые коры выветривания линейного типа, слабо золотоносные; 4 – карстово-эрозионные, золотоносные; 5 – контактово-эрозионные, не золотоносные или слабо золотоносные; 6 – погребенные под деллювиально-солифлюкционными шлейфами участки долин и террас; 7 – коры выветривания площадные; 8 – аномалии эффективного удельного сопротивления; 9 – аномалии калия; 10-11 – геоморфология: 10 – мел-палеогеновые поверхности выравнивания; 11 – локальные западины, выделенные по карте теневого рельефа; 12-15 – тектоника: 12 – зона контакта карбонатных и силикатных пород; 13 – тектонические нарушения, ограничивающие грабен; 14 – надвиговые нарушения; 15 – разломы, выделенные при дешифрировании.
б) Прогнозируемые перспективные участки: 1 – участки с известными золотоносными корами выветривания, отработанные; 2 – участки первой очереди; 3 – участки второй очереди,; 4 – участки третьей очереди.

Возможность образования (а значит и обнаружения) золотоносных кор выветривания определяется обязательным присутствием в их субстрате рудной минерализации. Поэтому рассмотрение таких кор невозможно без изучения геологических особенностей района, его структур и характера рудоносности слагающих их горных пород.

Перспективными объектами для поисковых работ первой и второй очереди, с ожидаемыми линейными контактово- и эрозионно-карстовыми корами выветривания, являются участки, расположенные преимущественно вдоль северо-восточного борта Дюбкошского грабена. Данные объекты наиболее перспективны на поиски золота промышленных масштабов.

Список литературы

1. Белозерова А.А., Белоконов Г.В. Отражение природных и техногенных золоторудных объектов в литогеохимических и биогеохимических полях (на примере Дюбкошской золотоносной площади Енисейского кряжа) // Труды XVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова, том 1. – Томск : Изд-во ТПУ, 2012. - С. 175-177.
2. Коробейников А.Ф. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых. - Изд-во ТПУ, 2009. - С. 252.
3. Прокатень Е.В. Мезойско-кайнозойские осадочные образования Енисейского кряжа и их минерагения : дис. - Красноярск, 2006. – 185 с.
4. Середенко Г.А. Отчет о работах по теме «Прогнозно-металлогеническая оценка золотоносных кор выветривания южной части Северо-Енисейского рудного пояса». - Красноярск, 1991.
5. Сердюк С.С. Модели месторождений золота Енисейской Сибири. - Красноярск, 2010. - 584 с.
6. Цыкин Р.А. Геология россыпей Северо-Енисейского золоторудного района // Журнал СФУ. Техника и технология. – 2011. - № 3. - С. 243-262.

Рецензенты:

Сердюк С.С., д.г.-м.н., зам. директора по геологии ООО «Прикладная геология», г.Красноярск.

Корнев Т.Я., д.г.-м.н., заведующий лабораторией петрологии и минералогии КНИИГИМС, г.Красноярск.