



ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ, КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ПЕРЕОТЛОЖЕННЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САЛАИРА

А. В. Алямкин

Обсуждаются отличительные признаки переотложенных кор выветривания Северо-Восточного Салаира. Данные образования имеют выраженные геолого-структурные, литолого-петрографические и минералого-геохимические особенности, позволяющие отнести их к разряду критериев при поисках месторождений гипергенных руд и россыпного золота. В качестве примера рассмотрено Июньское золотобарит-полиметаллическое месторождение, расположенное в пределах Северо-Восточного Салаира, на котором установлены остаточные и переотложенные золотоносные коры выветривания.

Ключевые слова: Северо-Восточный Салаир, золотоносные коры выветривания.

DISTINGUISHING FEATURES, DISCRIMINATORY CRITERIA AND GOLD CONTENT OF REDEPOSITED WEATHERING CRUSTS IN NORTH-EASTERN SALAIR

A. V. Alyamkin

Distinctive features of redeposited weathering crusts in the North-Eastern Salair are discussed. These formations have expressed geological and structural, lithological and petrographic, mineralogical and geochemical particularities, which allow attributing them to some criteria when prospecting for supergene ores and placer gold. As an example, the Iyunkoye gold-barite-complex deposit is considered. It is located within the North-Eastern Salair and contains the residual and redeposited gold-bearing weathering crusts.

Keywords: North-Eastern Salair, gold-bearing weathering crust.

Переотложенные золотоносные коры выветривания (ПЗКВ) являются самостоятельным и весьма важным звеном в системе «коренной источник – кора выветривания in situ – *переотложенная кора выветривания* – аллювиальная россыпь». Им присущ целый ряд характерных признаков, позволяющих отличать их как от остаточных золотоносных кор выветривания (ОЗКВ), так и от собственно аллювиальных объектов с россыпным золотом:

- приуроченность к эрозионно-денудационным депрессиям и погребенным эрозионно-карстовым линейным структурам, выполненным нерасчлененными N–Q образованиями, в пределах древних поверхностей выравнивания с широкого развитыми линейно-площадными остаточными корами выветривания K₂–P;

- наличие разрезов рыхлых образований мощностью от первых метров до первых десятков-сотен метров, представленных груборасслоенными щебнисто-песчано-глинистыми (нередко с галечным материалом) осадками элювиально-делювиального и делювиально-пролювиально-аллювиального типа, сложенными преимущественно продуктами корообразовательного процесса при отсутствии структурно-текстурных признаков исходных пород;

- обратная зональность гипергенного профиля выветривания (наиболее «зрелые» продукты

корообразовательного процесса слагают нижние части разреза рыхлых отложений);

- наличие парагенетической связи с рудными объектами района, в том числе присутствие в разрезе одного или нескольких горизонтов, вмещающих автохтонно-аллохтонные россыпи валунчатых руд (Сунгайское месторождение – оксидные марганцевые, месторождение села Томского – бурожелезняковые, месторождение Успенское – хромитовые) и гравитационного золота (промышленные россыпи Июньская-1, Июньская-2, Звончихинская, Красноземная, Баритовская и др.).

Изучение ПЗКВ в целях расширения комплекса отличительных признаков и разработки критериев их выделения в полях развития линейно-площадных ЗКВ может способствовать решению целого ряда практических задач, одной из которых является установление возможности локального прогноза коренных золоторудных объектов и ОЗКВ при поисковых работах в районах развития пенеплена с реликтами нерасчлененных рыхлых образований формации коры выветривания (КВ). Поскольку образования ПЗКВ потенциально продуктивны на гравитационное золото, необходимо определить пути и уровень концентрирования в них шлихового золота с целью прогнозной оценки перспективных площадей на россыпное золото.

В качестве эталонного объекта предлагается рассмотреть **Июньское золотобарит-полиметаллическое месторождение (Урский рудно-**

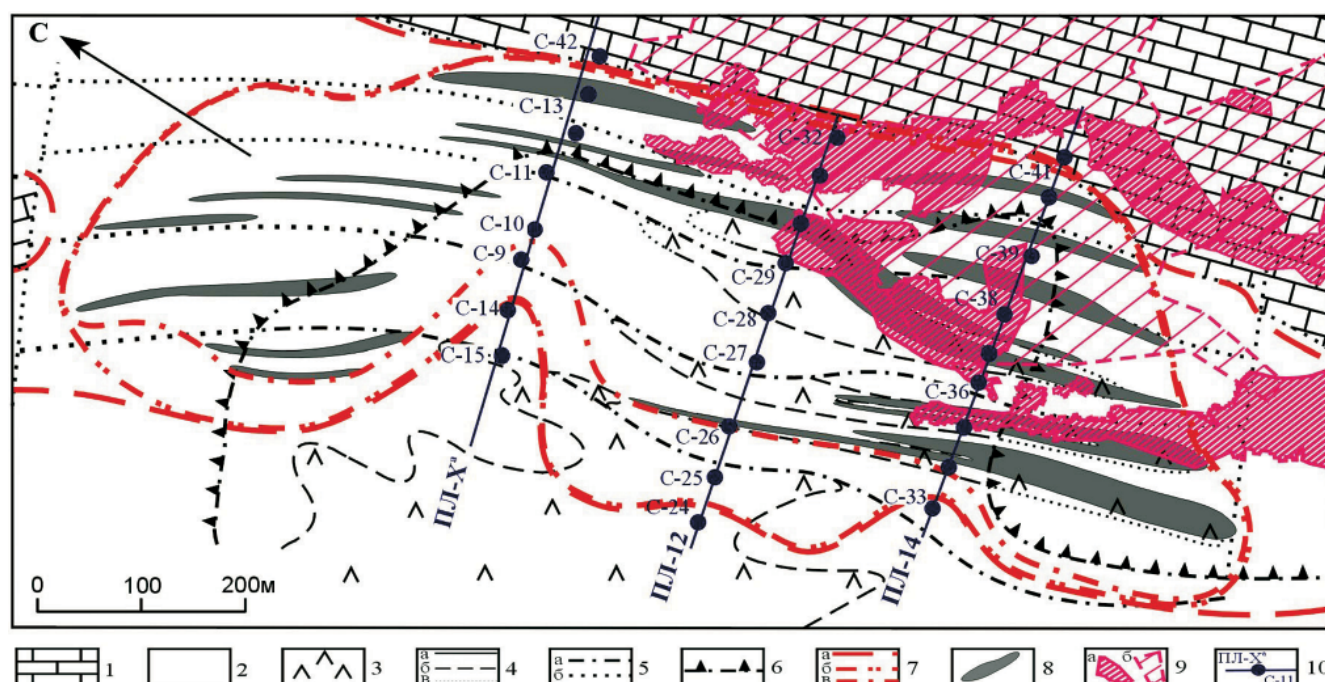


Рис. 1. Схематический геолого-поисковый план Июньского месторождения ЗКВ

1 – нижнекембрийские карбонатно-сланцевые отложения анчевской свиты; 2 – нижнекембрийские вулканогенно-терригенные отложения печеркинской свиты; 3 – нижнекембрийские субвулканические тела риолито-дацитов; 4 – геологические границы (а – предполагаемые, б – предполагаемые по геофизическим данным, в – предполагаемые под рыхлыми отложениями); 5 – тектонические нарушения (предполагаемые: а – по геолого-геофизическим данным, б – под рыхлыми отложениями); 6 – граница распространения неоген-нижнечетвертичных отложений; 7 – граница распространения золоторудных кор выветривания верхнемел-палеогенового времени (а), контуры выхода золоторудной залежи под наносы (б) и ее проекция на горизонтальную плоскость (в); 8 – контуры выходов золоторудных тел (бортовое содержание 0,5 г/т) под наносы; 9 – погребенная россыпь золота Июньская-1 (а – участки отработанные подземным способом, б – контур промышленных запасов); 10 – линии поисковых скважин, пройденных в 2003–2007 гг.

россыпной узел, Северо-Восточный Салаир), на котором проявлен широкий спектр образований формации КВ. Основные отличительные особенности образований ПЗКВ излагаются далее в сравнении с ОЗКВ.

Рыхлые продукты ПЗКВ имеют явные отличительные признаки от образований ОЗКВ по геологическому строению рыхлой толщи, положению в разрезе, морфологии рудных тел и качественной характеристике золотого оруденения. К примеру, ОЗКВ Июньского месторождения по строению разреза, морфологии рудных тел и характеру вторичных концентраций золота относится к линейно-трещинному в сочетании с контактово-карстовым морфологическим подтипом [1–3]. Залежь ОЗКВ, локализованная в зоне контакта вулканогенно-терригенных пород печеркинской свиты с карбонатно-сланцевыми отложениями анчевской свиты, имеет протяженность 1200 м при ширине выхода на поверхность (под наносы) 150–350 м и глубине распространения до 110–140 м и более (рис. 1, 2). Рудоносность ОЗКВ связана с процессами гипергенного преобразования минерализованных зон, вмещающих первичное золотосодержащее барит-полиметаллическое и наложенное золотосульфидно-кварцевое оруденение. Образования ОЗКВ представлены кварц-гидрослюдисто-каолинитовым

минеральным типом в различных сочетаниях с гидроксидно-(гетит-гидрогетит-пирролизит-псиломелан)-каолинитовым, закономерно сменяющимися друг друга в разрезе.

Концентрации основных полезных компонентов – золота и серебра – в ОЗКВ варьируют в широких пределах и распределяются весьма неравномерно. По данным опробования выделены полого падающие на юго-запад кулисообразно расположенные рудные тела мощностью от 3,0 до 20,3–25,1 м со средним содержанием золота по пересечению 0,6–3,84 г/т; по рядовым пробам содержания золота от следов до 28,0–46,0 г/т, серебра – от 0,2 до 58,6–75,5 г/т. Они сопровождаются более мощными ореолами шлихового золота мелкого – тонкого класса крупности, в пределах которых локализуются продуктивные пласты мощностью 5,0–32,0 м со средним содержанием металла 172–3113 мг/м³; по рядовым пробам шлиховое золото содержится в количестве от знаков до 7,040–1,704 г/м³ (максимум 4862 знака, или 158,52 мг металла на шлиховую пробу; РТ-1 (рудное тело 1), С-10 (скв. 10), инт. 23,9–24,4 м).

В зоне окисления исходные оруденелые породы превращены в щебнисто-охристо-глинистые образования пестрой (от белой, желтовато-серой и розовой до кирпично-красной и красновато-бурой) окраски, местами наследующие их морфо-

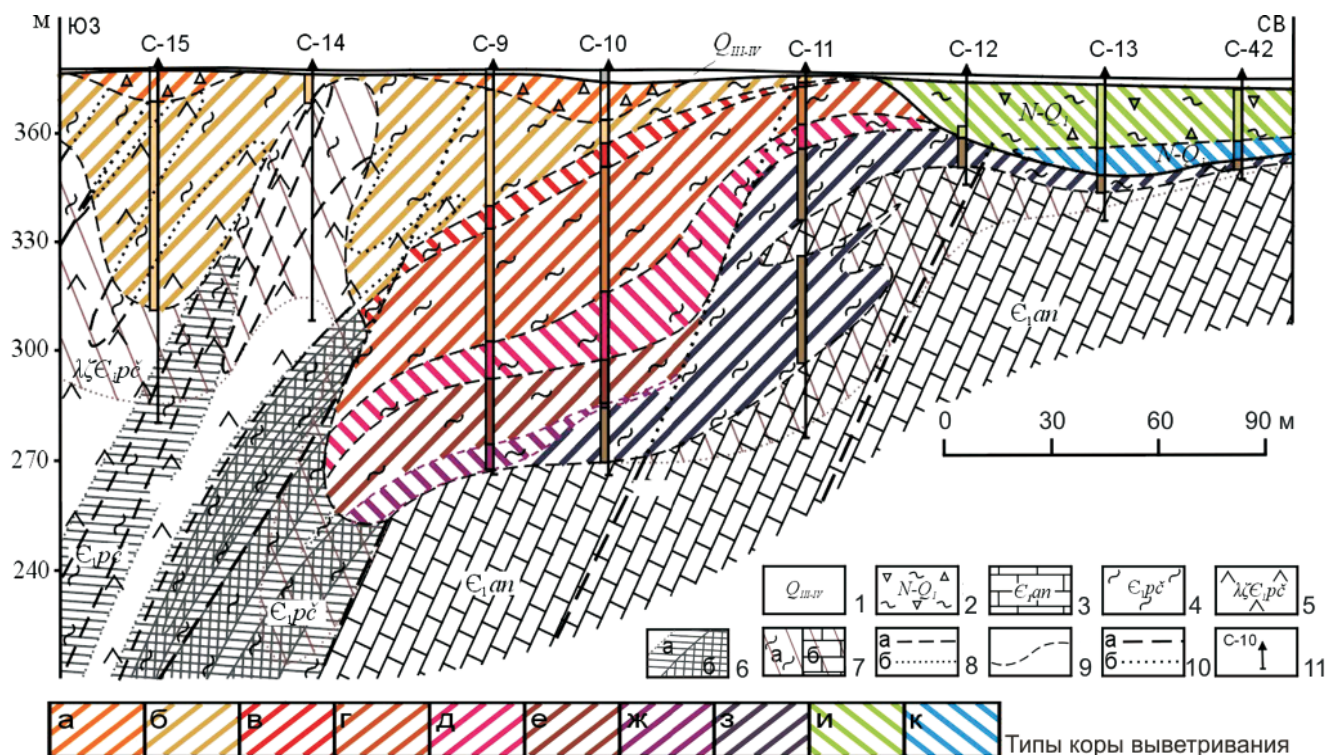


Рис. 2. Схематический геологический разрез по ПЛ-Х^а Юньского месторождения ЗКВ (приведена схема компоновки выборок для обработки геохимических и минералогических данных)

1 – средне-верхнеплейстоценовые суглинки и глины; 2 – переотложенная кора выветривания неоген-нижнечетвертичного времени; 3 – карбонатно-сланцевые породы анчешевской свиты; 4 – вулканогенно-терригенные породы печеркинской свиты; 5 – субвулканические риолито-дацитовые порфиры печеркинского комплекса; 6 – минерализованные зоны с вкрапленным (а) и прожилково-вкрапленным (б) золото-барит-полиметаллическим оруденением; 7 – «сапролитовая» кора выветривания (а – по вулканогенно-терригенным породам, б – по карбонатно-сланцевым породам); 8 – геологические границы (а – предполагаемые, б – предполагаемые в коре выветривания); 9 – граница распространения различных типов кор выветривания; 10 – тектонические нарушения (а – предполагаемые, б – предполагаемые в коре выветривания); 11 – скважины, пробуренные в 2003–2007 гг.; выделенные в разрезе *типы коры выветривания*: а – бесструктурная глинистая, б – структурная глинистая (надрудная зона), в – структурная глинистая (рудное тело 1), г – структурная глинистая (межрудная зона 1), д – структурная глинистая (рудное тело 2), е – структурная глинистая (межрудная зона 2), ж – структурная глинистая (рудное тело 3), з – щебнисто-глинистый карст (подрудная зона), и – щебнисто-гравийно-песчано-глинистые отложения, к – щебнисто-галечно-гравийно-песчано-глинистые отложения (рудное тело 4)

логию, структурно-текстурные (сланцеватость, порфировые выделения, брекчиевые текстуры, зоны кварцевого прожилкования) и минералогическо-геохимические особенности. По мере удаления от первичных рудных тел по восстанию (с юго-запада на северо-восток) глинистые руды в ОЗКВ теряют структурные признаки исходных пород, а морфология рудных залежей испытывает частичную деформацию из-за просадок, образованных за счет наложения контактово-карстовых процессов. Наибольшие деформации морфологии рудных залежей выражены в наиболее удаленных от коренных руд частях разреза, где происходит формирование *рыхлой толщи ПЗКВ*, вмещающей в пределах Юньского рудного поля золотоносную россыпь Юньская-1 (см. рис. 2).

Полигенная автохтонно-аллохтонная **золотоносная россыпь Юньская-1** является погребенной и в современном рельефе практически не выражена. Приурочена она к северному склону Подкопной эрозионно-денудационной впадины (палеобассейн ближнего – местного сноса)

и представляет собой погребенную палеоложбину юго-восточного направления, заложенную на контакте алюмосиликатных в различной степени выветрелых (печеркинская свита) и карбонатных (анчешевская свита) пород. Протяженность палеоложбины на участке россыпи 1,5 км, при ширине 400–800 м и глубине 15–28 м; поверхность ложа имеет средний уклон 0,02 км/км. Палеоложба выполнена грубо расслоенной толщей рыхлых отложений. «Торфа» россыпи представлены отложениями кедровской и бачатской свит нижнего – среднего и среднего – верхнего плейстоцена соответственно и нерасчлененными аллювиальными верхнеплейстоцен-голоценовыми осадками. Золотоносные «пески» приурочены преимущественно к делювиально-пролювиально-аллювиальным отложениям неогена – нижнего плейстоцена, нередко распространяясь в плотик (ОЗКВ верхнего мела – палеогена) и «торфа» (перекрывающие средне-позднечетвертичные осадки). В западно-юго-западном борту палеоложбины «песками» россыпи являются в различной



Таблица 1

Сводная таблица коэффициентов парной корреляции золота (г/т) с основными элементами-спутниками (г/т) в различных типах ЗКВ Июньского месторождения

Химический элемент	ПЗКВ		ОЗКВ			
	ПЗКВ+РТ-4	РТ-4	RZ	РТ-1	РТ-2	РТ-3
Cu	0,34	0,45	-0,05	-0,18	-0,15	-0,18
Pb	-0,07	0,07	-0,04	-0,29	-0,19	-0,16
Zn	0,54	0,78	-0,08	-0,29	-0,19	-0,27
Ag	-0,02	-0,22	-0,06	-0,23	-0,14	-0,11
As	-0,02	-0,03	-0,02	-0,2	-0,1	-0,15
Sb	0,14	—	-0,01	-0,12	-0,08	-0,08
Co	0,28	0,65	0,02	-0,11	-0,01	-0,36
Ni	0,12	0,13	0,05	-0,05	0,06	-0,04
V	0,38	0,49	0,01	0,28	-0,12	-0,37
Mn	-0,23	-0,4	0,07	-0,12	0,16	-0,28
Sr	-0,35	-0,46	0,01	0,05	0,08	-0,15
Ba	-0,32	-0,4	0	-0,02	-0,09	-0,06
Mo	-0,14	0,09	-0,03	-0,12	-0,13	-0,35
Sn	0,24	0,72	-0,06	-0,52	-0,1	-0,26
W	0,18	0,44	0	-0,12	-0,09	-0,09

Примечание. Принятые сокращения названий выборок: ПЗКВ+РТ-4 – объединенная по рудному телу № 4 и вмещающим его отложениям ПЗКВ; РТ-4 – по рудному телу № 4 в ПЗКВ; RZ – объединенная по рудной зоне, включающей рудные тела № 1–3 и междурудные слабозолотоносные интервалы; РТ-1 – рудное тело № 1 в ОЗКВ; РТ-2 – рудное тело № 2 в ОЗКВ; РТ-3 – рудное тело № 3 в ОЗКВ.

степени обогащенные гравитационным золотом выходы в ОЗКВ золоторудных тел, наиболее богатые участки которых были объектами подземной старательской отработки.

Продуктивные неоген-нижнеплейстоценовые отложения мощностью 2–25 м представлены коричневыми, буровато-коричневыми, желтовато-коричневыми плотными, во влажном состоянии – «месниковатыми» глинами с переменным количеством гравия, гальки, дресвы, щебня и песка. Обломочный материал преимущественно плохо окатан и не окатан, но встречаются и хорошо окатанные гравий и галька кварца, кварцитов, бурого железняка, выветрелых пород, реже известняка и диабаз. Горизонт (нередко несколько) с повышенным количеством обломочной фракции и шлиховым золотом располагается в нижней – средней части разреза и обычно перекрыт толщей коричневых и буровато-коричневых глин с незначительной примесью обломочного материала. Содержание шлихового золота в «песках» россыпи Июньская-1 варьирует от 100 до 7164 мг/м³ (по пласту 1 в среднем 854 мг/м³, по пласту 2 – 586 мг/м³). Распределение золота гнездово-струйчатое в плане и линзо-пластообразное в разрезе. Количество добытого подземным способом россыпного золота составляет 465 кг; балансовые запасы металла для открытой раздельной добычи на текущий момент 714 кг (среднее содержание в «песках» 565 мг/м³).

За весь многолетний период изучения территории Северо-Восточного Салаира накоплен огромный объем фактического материала, в том числе по образованиям ЗКВ. Открытие здесь многих рудных объектов золота и полиметаллов в большей степени обусловлено значительными

затратами физических и материальных ресурсов. В настоящее время с целью минимизации затрат на выявление промышленных объектов золота, включая образования коры выветривания назрела необходимость применения актуализированных научно-методических разработок, базирующихся на использовании фактических данных, полученных ранее при проведении стандартного комплекса геолого-поисковых работ. Объективно наиболее информативны из них для решения поставленных задач материалы

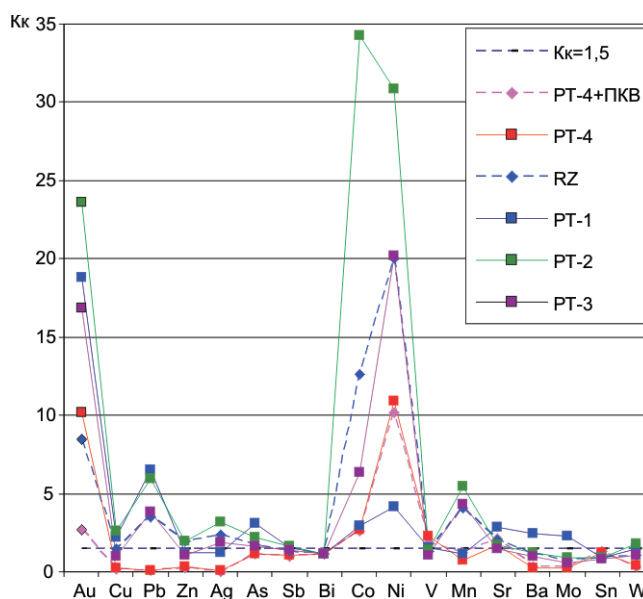


Рис. 3. Уровень концентраций (Кк) золота (Au в 10-й г/т, по данным пробирного анализа) и его элементов-спутников (Cu в %, по данным спектрального полуколичественного анализа) в различных типах ЗКВ Июньского месторождения (ПЛ-Х^а; скважины С-9-13, 42); принятые сокращения см. в табл. 1



Таблица 2
Сводная таблица факторных нагрузок выявленных ассоциаций золота с основными элементами-спутниками в различных типах ЗКВ Июньского месторождения

Химический элемент, дисперсия	ОЗКВ									
	ПЗКВ					РЗ				
	ПЗКВ+РТ-4*		РТ-4		F1	F2		F3		F1
	F1	F2	F1	F2		F1	F2	F1	F2	
Au	0,27	-0,78	0,69	0,51	-0,04	-0,10	0,05	0,23	-0,03	-0,29
Cu	0,31	-0,52	-0,06	0,90	0,70	0,21	-0,13	0,36	-0,45	0,90
Pb	0,70	0,34	0,60	-0,19	0,60	0,32	0,32	-0,49	0,03	0,84
Zn	0,66	-0,35	0,90	0,23	0,54	-0,30	0,23	-0,37	-0,03	0,88
Ag	0,33	0,10	0,06	-0,53	0,80	-0,05	-0,50	-0,67	0,06	0,84
As	-0,19	-0,37	0,18	0,31	0,58	0,12	-0,12	0,13	-0,21	0,72
Sb	0,87	0,13	-	-	0,34	0,54	-0,09	0,19	0,42	0,65
Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-
Co	0,70	0,02	0,58	0,33	0,18	-0,36	0,45	-0,78	0,37	0,59
Ni	0,77	0,01	0,66	-0,41	0,45	-0,65	0,66	-0,26	0,49	0,23
V	0,80	-0,34	0,90	-0,22	0,33	-0,14	0,33	0,59	0,10	0,64
Mn	0,26	0,58	-0,29	-0,68	0,45	-0,58	0,55	-0,70	0,33	0,45
Sr	-0,64	0,35	-0,89	0,24	0,25	-0,47	-0,72	-0,37	0,57	-0,22
Ba	0,61	0,56	0,17	-0,93	0,62	0,18	-0,85	-0,28	0,80	0,77
Mo	0,64	0,32	0,41	0,11	0,36	0,53	-0,15	0,38	0,54	0,83
Sn	0,49	-0,07	0,37	0,53	0,01	0,49	-0,14	0,25	-0,07	0,78
W	0,70	-0,06	0,83	-0,23	0,21	0,40	-0,75	-0,38	0,48	0,61
Общая дисперсия	5,69	2,28	5,16	3,58	3,41	2,40	3,33	3,13	2,60	7,34
Доля общей дисперсии	0,36	0,14	0,34	0,24	0,21	0,15	0,21	0,20	0,15	0,46

Примечание. F1–F3 – факторные нагрузки; остальные сокращения см. в табл. 1.

геохимических и минералогических исследований района.

Северо-западная часть Урско-го рудно-россыпного узла, где локализовано Июньское рудное поле (северо-западная часть), характеризуется развитием интенсивных комплексных (Cu, Zn, Pb, Ag, Au, As и др.) геохимических первичных и вторичных ореолов рассеяния и шлиховым ореолом площадью в несколько квадратных километров (от 2–3 до 5–7 км²) в зависимости от методики их выделения и оконтуривания. Пространственная сопряженность ОЗКВ и ПЗКВ, широкое площадное развитие последних, «зараженность» рудогенными элементами более поздних «звеньев гипергенного транзита» – основа для формирования таких значительных по площади аномальных в геохимическом плане участков в районах с оруденением колчеданного типа. «Рудный» облик геохимических ореолов в ПЗКВ обусловлен наличием в них рудных обломков и обогащенного рудными элементами илистого глинистого материала, сформированного в верхней части профиля выветривания рудной зоны («железная шляпа»). При сохранении общей тождественности геохимической специализации данных образований с остаточной in situ ЗКВ, оторванность от исходного рудного объекта проявляется в деформациях его геохимического поля. При этом по данным спектрального полуколичественного анализа рядовых проб устанавливаются следующие отличающиеся от ОЗКВ геохимические черты ПЗКВ.

1. Геохимическая специализация рыхлых образований ПЗКВ по комплексу халькофильных, сидерофильных, литофильных элементов и золота, отражающему характер исходного золотосодержащего колчеданного оруденения, в полной мере сохраняется при существенном понижении уровня концентраций всех рудных элементов относительно ОЗКВ (рис. 3) за счет разубоживания в процессе транспортировки рудного корового материала безрудным.

2. В отличие от ОЗКВ, где золото, судя по данным корреляционно-го анализа, имеет значимые отрицательные связи со всеми рудными



(халькофильная и литофильная группы) элементами, кроме редко наблюдаемых слаболожительно-связей с отдельными сидерофильными элементами (Mn, V, Co, Ni), в отложениях ПЗКВ для золота характерны высокие положительные значения корреляции, практически со всеми рудными элементами (табл. 1).

Очевидно, данный признак отражает полигенный и полихронный характер исходного золотобарит-полиметаллического оруденения (основная масса золота является наложенной на колчеданное оруденение в результате более поздних процессов). В гипергенных условиях – в процессе корообразования и последующей совместной транспортировки продуктов выветривания, золото и полиметаллы формируют естественную устойчивую «полирудную» (*термин автора*) геохимическую ассоциацию. О том, что эта геохимическая ассоциация – производный элемент зоны окисления колчеданного оруденения, свидетельствует установленная положительная корреляция большей части рудогенных элементов (золота, халькофильных и литофильных) с группой сидерофильных элементов, как правило, маркирующих верхнюю часть профиля выветривания. Приведенные выводы подтверждаются результатами выполненного факторного анализа геохимических данных (табл. 2).

3. В рудных телах и в рудной зоне ОЗКВ в целом золото образует устойчивые геохимические ассоциации преимущественно с элементами сидерофильной группы, возникновение которых обусловлено гипергенными процессами, в результате которых сидерофилы накапливаются, концентрируя золото и такие элементы, как кобальт и никель, содержание которых в исходных породах не превышает кларкового. В образованиях ПЗКВ золото формирует устойчивую значимую геохимическую ассоциацию со всеми рудогенными элементами. Данная «полирудная» геохимическая ассоциация, в которую органично входит золото, вероятно, может служить индикатором при идентификации ПЗКВ. Подобное поведение золота в гипергенных условиях может существенно затруднять локальный прогноз объектов рудного золота и ОЗКВ по геохимическим данным, так как формирование ПЗКВ происходит порой на значительном расстоянии (0,5–5 км) от исходного оруденения [4, 5].

Для выявления основных отличительных особенностей *породно-минерального состава обломочной фракции* в продуктах ОЗКВ и ПЗКВ Июньского месторождения проанализированы данные, полученные в результате промывки на установке ПОУ, обогащении на сепараторе «Knelson-7,5'» (с доводкой на тарелке «Золотой кувшин») рядовых керновых проб (скважины 9–13, 42; ПР-Х^а; 278 проб) [1–3]. На основании этих исследований сделаны следующие основные выводы.

1. Обломочный материал всех рыхлых продуктов формации КВ Июньского месторождения, как и всех объектов подобного типа, характеризуется наличием как «остаточных» (кварц и кварциты, барит) породно-минеральных образований, устойчивых в зоне выветривания, так и «новообразованных» (бурый железняк, железомарганцевые пиролюзит-псиломелановые руды, боксит), сформированных в гипергенных условиях. Значительная часть обломочного материала представлена в различной степени выветрелыми исходными породами (вулканитами, сланцами различного состава и известняками). Продукты ОЗКВ отличаются от рыхлого материала ПЗКВ большей вариативностью соотношений породно-минеральных разновидностей крупнообломочного материала, подчеркивающей «пестрый» по составу разрез исходных пород рудно-минерализованной зоны. Соотношение долей основных породно-минеральных разновидностей крупнообломочной фракции ОЗКВ (числитель) и ПЗКВ (знаменатель) следующее (средние значения по выборкам, %):

каменистый бурый железняк	<u>1,6–39,8</u> 15,6–15,7
железомарганцевые руды	<u>1,2–14,2</u> 0,8–2,0
кварц+кварцит	<u>33,0–72,4</u> 50,8–70,2
выветрелые вулканогенно-терригенные породы	<u>4,0–22,0</u> 11,7–32,5
известняк	<u>0–42,9</u> 0,4
барит	<u>0–1,4</u> 0
боксит	<u>0–0,9</u> 0,3–0,6

Крупнообломочный материал в отложениях ПЗКВ, в отличие от ОЗКВ, представлен в различной степени обработанными обломками, концентрирующимися преимущественно в нижней приплотиковой части разреза. Относительно низкие концентрации железомарганцевых руд в отложениях ПЗКВ обусловлены их нахождением в исходных образованиях ОЗКВ, как правило, в охристо-сажистой «нетранспортабельной» форме. Присутствие значительного количества аллохтонного материала в образованиях ПЗКВ проявляется в наиболее удаленных (первые километры) от исходного оруденения частях палео-депрессийных структур, характеризующихся значительной площадью водосбора.

2. Долевое соотношение основных породно-минеральных монофракций шлиха, в том числе шлихового золота, выглядит в отложениях ОЗКВ (числитель) и ПЗКВ (знаменатель) аналогично (средние значения по выборкам в %, шлиховое золото в г/м³) (рис. 4):

шлиховое золото	<u>0,225–2,592</u> 0,544–2,083
лимонит	<u>14,2–31,6</u> 26,2–53,1



мартит+гематит	2,9–8,7 5,1–14,1
пирролюзит+псиломелан	4,5–27,1 0,2–2,6
кварц+кварцит	5,0–15,4 27,9–29,9
выветрелые вулканогенно-терригенные породы	6,0–15,4 2,9–11,2
окисленный пирит	8,0–13,1 3,1–6,5
карбонат (кальцит)	1,1–11,0 0,0–0,3
барит	5,8–32,1 0,1–0,8
магнетит	0,2–0,3 1,2–5,6
акцессорные минералы+темноцветы (рутил, лейкоксен, циркон, хромит, ильменит + эпидот, гранат, амфибол)	0,2–0,4 1,5–3,4

В тяжелой фракции шлихов из материала ОЗКВ, помимо отмеченных минералов, в единичных знаках повсеместно присутствуют ярозит, малахит, халькопирит, галенит, арсенопирит, киноварь, редко шеелит (С-11), мельниковит.

3. *Гравитационное золото* в образованиях ОЗКВ, по результатам корреляционного анализа, проявляет значимые положительные связи с основными породно-минеральными разновидностями рудной зоны, представленной минерализованными породами с золотосодержащим барит-полиметаллическим оруденением. В различных выборках ОЗКВ шлиховое золото коррелируется с лимонитом и баритом, в меньшей степени с кварцем, окисленным пиритом, мартитом+гематитом и пирролюзитом+псиломеланом.

В отложениях ПЗКВ *шлиховое золото* проявляет значимую положительную связь только с лимонитом и акцессорными минералами (и темноцветными). Связь золота с лимонитом обусловлена, вероятно, тем, что данный мине-

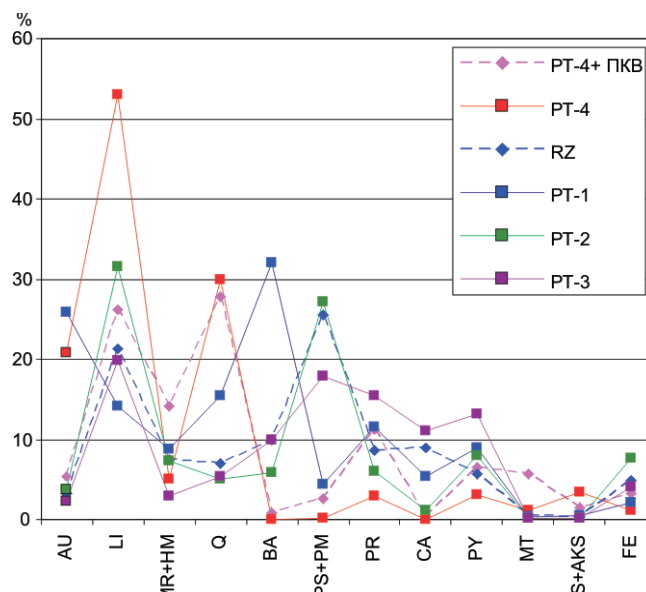


Рис. 4. Характер распределения гравитационного золота и минералов шлиха в различных типах ЗКВ Июньского месторождения (ПЛ-Х^а; скважины С-9-13, 42); принятые сокращения названий выборок см. в табл. 1, минералов шлиха – в табл. 3

рал имеет максимальные концентрации в исходных породах – продуктах верхней части профиля выветривания («железной шляпе»), транслируясь на их производные – отложения ПЗКВ. Положительная связь шлихового золота с акцессориями (и темноцветами) отражает, очевидно, единый механизм их концентрирования за счет гравитационной сепарации при транспортировке, что подтверждается максимальными их концентрациями в ПЗКВ: в рудных телах ОЗКВ доля акцессорных минералов от общего объема шлиха составляет не более 0,2–0,4 %, а в РТ-4 и ПЗКВ+РТ-4 их доля почти на порядок выше – 1,5–3,4 % (табл. 3).

4. В целом аналогичная ситуация прослеживается по результатам факторного анализа. *Шли-*

Таблица 3

Сводная таблица коэффициентов парной корреляции шлихового золота (10·г/м³) с породно-минеральными фракциями шлиха в различных типах ЗКВ Июньского месторождения

Породно-минеральные разности шлиха	ПЗКВ		ОЗКВ			
	ПЗКВ+РТ-4 (n = 47)	РТ-4 (n = 11)	RZ (n = 231)	РТ-1 (n = 17)	РТ-2 (n = 52)	РТ-3 (n = 16)
LI	0,65	0,56	0,04	0,61	-0,39	-0,47
MR_HM	-0,36	-0,48	-0,04	-0,19	0,09	-0,11
Q	-0,15	-0,41	0,00	-0,31	0,21	-0,14
BA	-0,20	-0,33	0,16	0,06	0,41	0,88
PS_PM	-0,27	-0,35	-0,08	-0,07	-0,13	0,10
PR	-0,44	-0,48	0,00	-0,06	0,07	-0,30
CA	-0,06	–	-0,06	-0,19	-0,19	-0,26
PY	-0,34	-0,42	0,00	-0,14	0,18	-0,23
MT	-0,42	-0,58	-0,04	-0,14	-0,10	-0,19
TMC_AKS	0,60	0,57	-0,02	-0,15	0,39	-0,16
FE	-0,16	-0,57	0,01	-0,08	0,20	-0,09

Примечание. Минералы шлиха, в % от общего объема шлиха: LI – лимонит, Q – кварц, BA – барит, MR_HM – мартит+гематит, PS_PM – пирролюзит+псиломелан, PR – выветрелые породы, CA – кальцит, PY – пирит (преимущественно окисленный, единичные зерна свежего), MT – магнетит, TMC_AKS – темноцветы+акцессории, FE – железная стружка бурового инструмента.



хвоее золото в ОЗКВ формирует устойчивые ассоциации практически со всеми минералами шлиха при значительной вариативности их состава по различным выборкам (табл. 4). В отложениях ПЗКВ шлиховое золото образует устойчивую ассоциацию с лимонитом и акцессорными минералами (и темноцветами) (фактор 1) лишь в выборке шлихов из РТ-4; выводы по ее формированию согласуются с п. 3. В данной выборке также отмечаются слабоустойчивые ассоциации шлихового золота с группами тяжелых (фактор 2 – лимонит, мартит+гематит, пиролюзит+псиломелан, магнетит) и легких породообразующих (фактор 3 – кварц, выветрелые породы) минералов. Наличие первой ассоциации отражает совместное нахождение тяжелых минералов в результате процессов гравитационной сепарации при формировании ПЗКВ; типично практически полное отсутствие барита, который формирует залежи баритовых «сыпучек» преимущественно *in situ*. Проявление второй породной ассоциации иллюстрирует процессы нивелирования литолого-петрографического состава отложений ПЗКВ по мере удаления от исходного разнотипного оруденения, завершающая фаза которых зафиксирована во всех ассоциациях выборки ПЗКВ+РТ-4.

Приведенные выводы имеют предварительный характер в связи с недостаточной представительностью отдельных изученных выборок. Необходимо отметить, что эти результаты в целом подтверждены автором на более представительных материалах по району, но это тема уже другой работы.

Изменчивость *гранулометрии шлихового золота* в разрезе ЗКВ Июньского месторождения (результаты расситовки металла, извлеченного из 523 рядовых проб гравитационным методом, и подсчета количества знаков по классам крупности: менее 0,05 мм; 0,05–0,1 мм; 0,11–0,25 мм; 0,26–0,5 мм; 0,51–1,0 мм; более 1,0 мм) отражает следующие закономерности [1, 3]:

- В продуктах ЗКВ Июньского месторождения *гравитационное золото* представлено зернами разной размерности от пылевидного и мелкого (0,05–0,25 мм) до среднего (0,4–0,5 мм, редко до 2,5 мм).

- Доля *шлихового золота* от общего количества металла, определенного пробирным методом, варьирует от 0 (ОЗКВ, РТ-1, С-11) до 100 % (ПЗКВ, РТ-4, С-13).

- *Пылевидное и тонкое шлиховое золото* (< 0,05–0,1 мм) распространено повсеместно в разрезе ОЗКВ и ПЗКВ и шлиховой ореол в общем плане оконтуривает Июньское рудное поле.

- Ореолы распространения *шлихового золота* весьма мелкого – мелкого класса крупно-

Таблица 4

Сводная таблица факторных нагрузок выявленных ассоциаций шлихового золота с породно-минеральными разностями шлиха в различных типах ЗКВ Июньского месторождения

Породно-минеральные разности шлиха, дисперсия	ОЗКВ									
	ПЗКВ					РТ-1				
	ПЗКВ+РТ-4*					РТ-2				
	F1	F2	F3	F1	F2	F1	F2	F3	F1	F2
AU**	-0,84	0,00	0,04	0,74	0,01	0,20	0,23	0,80	0,62	-0,10
LI	-0,84	0,38	0,00	0,85	0,39	-0,43	0,46	0,70	-0,75	0,37
MR_HM	0,39	0,82	0,01	-0,63	0,48	-0,29	0,77	-0,32	0,04	0,73
Q	0,08	-0,78	0,32	-0,62	-0,48	-0,83	-0,48	-0,06	0,68	0,33
BA	0,43	-0,07	0,44	-0,27	-0,81	0,81	-0,39	0,03	0,53	0,01
PS_PM	0,52	-0,04	0,26	-0,64	0,50	0,11	-0,25	-0,14	-0,42	-0,72
PR	0,67	-0,15	0,28	-0,61	-0,04	-0,73	-0,07	0,19	0,20	-0,23
CA	0,08	0,27	0,11	-	-	-0,40	-0,52	-0,17	-0,30	0,21
PY	0,40	-0,49	-0,49	-0,45	-0,45	-0,09	0,82	-0,41	0,38	-0,07
MT	0,63	0,47	-0,37	-0,93	0,14	-0,44	-0,07	-0,31	-0,24	0,64
TMC_AKS	-0,54	-0,25	-0,15	0,31	-0,49	-0,18	0,01	-0,37	0,36	-0,20
FE	0,21	-0,24	-0,80	-0,93	0,19	-0,52	-0,21	0,33	0,75	0,20
Общая дисперсия	3,36	2,11	1,49	4,93	2,02	2,86	2,31	1,83	2,88	1,90
Доля общей дисперсии	0,28	0,18	0,12	0,45	0,18	0,24	0,19	0,15	0,24	0,16
Примечание. F1–F3 – факторные нагрузки; остальные сокращения см. в табл. 3.										

Примечание. F1–F3 – факторные нагрузки; остальные сокращения см. в табл. 3.



сти (0,11–0,5 мм), являющегося преобладающей фракцией, в значительной мере отражают морфологию выделенных тел гипергенных руд (РТ-1-4).

- Максимальные концентрации доли *золотин мелкого – среднего класса крупности* (0,51–1,0 мм и более) приурочены к РТ-1 (ОЗКВ) и РТ-4 (ПЗКВ), что в первом случае обусловлено исходным оруденением преимущественно золотосульфидно-кварцевого типа, а во втором – концентрированием шлихового золота в процессе транспортировки за счет гравитационной сепарации.

Проведенные исследования подтверждают необходимость применения различных схем извлечения золота в ОЗКВ (комбинированной гравитационно-цианистой или кучного выщелачивания) и ПЗКВ (гравитационной с использованием центробежных сепараторов).

Исследования *типоморфизма золота* в глинистых рудах Июньского месторождения ЗКВ также выявили черты его сходства и различия в образованиях ОЗКВ и ПЗКВ [1–3]:

- Золото в продуктах ОЗКВ и ПЗКВ присутствует в виде нескольких генераций и по цвету практически идентично; в разных зернах цвет варьирует от ярко-желтого до серовато-желтого и серого, часто с красноватым и зеленоватым оттенком.

- Морфология золота в ОЗКВ (РТ-1-3, RZ) разнообразна с преобладанием зерен сложной неправильной формы, часто рудного облика; на поверхности отдельных частиц сохраняются отпечатки (реплики) от выщелоченного пирита, следы коррозии и наросты новообразованного золота; встречаются сростки золота с кварцем и баритом, с налетами и в «рубашке» гидроокислов железа и марганца; для отдельных зерен золота характерны завыленные края, округлая форма выступов, обмятость.

- Золото из РТ-4 в образованиях ПЗКВ в целом аналогично описанному для ОЗКВ, но часто зерна золота окатаны и несут следы транспортировки в виде разноориентированных борозд перемещения.

- Пробность золота из ОЗКВ представлена широким спектром значений: от 580–630 (преобладает) до 860–870 и 960–970 ‰ при часто неравномерном ее распределении в зернах (рис. 5).

- Пробность золота из ПЗКВ главным образом выше 700 ‰, с закономерным ростом от 700–799 (9 ‰) до 900–1000 ‰ (73 ‰). При этом высокая пробность присуща как высокопробным гипергенным каймам золотин, так и их центральной части. Пробность золота в россыпи Июньская-1, локализованной в ПЗКВ, варьирует от 852 до 933 ‰ (в среднем 900 ‰).

На основании ранее проведенных работ, в том числе на Северо-Восточном Салаире (Н. А. Росляковым в 1982, 1989 и 1995 гг.; Г. В. Нестеренко в 1995 и 1991 гг.; Н. М. Риндзюн-

ской в 1995, 1997 и 2001 гг.; Р. С. Родиным в 1989 и 2006 гг.; Ю. А. Калининым в 2006 г. и др.), и с учетом наших исследований установлен широкий ряд признаков, отличающих продукты ПЗКВ от образований ОЗКВ:

- *Структурно-геоморфологический* – приуроченность к эрозионно-денудационным депрессиям и погребенным эрозионно-карстовым линейным структурам в зонах тектонически нарушенных пород (преимущественно зоны контакта алюмосиликатных и карбонатных пород), к блокам карбонатно-сланцевых пород, к древним поверхностям выравнивания и ложбинам стока.

- *Фациальный* – значительная вертикальная и латеральная неоднородность разрезов, представленных элювиально-делювиальными, делювиально-пролювиальными, пролювиально-аллювиальными озерно-речными отложениями межгорных депрессий, включая фации конусов выноса.

- *Литолого-петрографический* – разрезы грубо- и тонкозернистых щебнисто-гравийно-песчаных (с редкой галькой) высокоглинистых отложений с обломочным материалом из зоны гипергенеза; линзо-пластообразная форма россыпей, развитых на нескольких уровнях с относительно равномерным (часто гнездово-струйчатым) распределением шлихового золота в плане и преимущественно приплотиковыми концентрациями металла в разрезе.

- *Минералого-геохимический* – типоморфизм, пробность и гранулометрический состав шлихового золота, породно-минеральный состав обломочной фракции и своеобразный «полирудный» характер геохимических ассоциаций.

Основными критериями, определяющими перспективность ПЗКВ на золото, по мнению Ю. А. Калинина и др. [4], являются:

- *металлогенический* – размещение эрозионно-структурно-карстовых депрессий в преде-

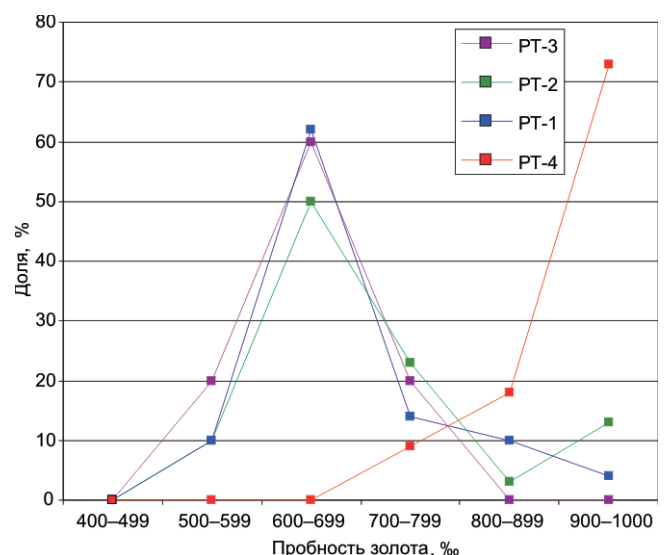


Рис. 5. Распределение пробности золота в рудных телах Июньского месторождения ЗКВ



лах рудных узлов и примыкающих к ним площадей с гипогенным золотооруденением различной формационной принадлежности;

- *магматический* – наличие в области питания рудоносных кембрийских комплексов (эффузивная, эксплозивная и субвулканическая фации);

- *тектонический* – приуроченность палеодепресссионных структур к стыку блоков с резко дифференцируемым движением либо локализация на площади отдельных блоков, наиболее опущенных или стабильных на фоне сводовых поднятий;

- *стратиграфический* – пространственная связь эрозионно-денудационных депрессий, выполненных нерасчлененными образованиями N–Q, с районами широкого развития линейно-площадных остаточо-карстовых кор выветривания K₂–P;

- *палеогеографический* – присутствие в разрезах всего спектра осадков, формирующихся в обстановке активных склонов, пролювиальных и озерно-речных условиях;

- *прямые поисковые* – наличие площадных шлиховых ореолов и отработанных россыпей золота широкого спектра геолого-генетических и промышленных типов.

В Северо-Восточном Салаире широко распространены фрагменты палеодепресссионных структур с реликтами нерасчлененных золотоносных отложений возрастного диапазона от палеогенового до неоген-четвертичного времени.

В Урском РПУ на основании установленных поисковых признаков и разработанных прогнозных критериев выделен целый ряд таких структур (Подкопная, Звончихинская, Красноземная, Харьковоложская, Хомутинская, Чебуриная) общей площадью 134,2 км². В их пределах известны многочисленные отработанные россыпи автохтонно-аллохтонного типа, из которых суммарно добыто более 7 т золота. Рассчитанные по фактическим данным прогнозные ресурсы россыпного золота в связи с ПЗКВ неоген-четвертичного вре-

мени по наиболее изученному Урскому РПУ составляют 15 т при площадной продуктивности 112 кг/км². Для Северо-Восточного Салаира в пределах Кемеровской области суммарные прогнозные ресурсы россыпного золота в ПЗКВ, рассчитанные по аналогии с Урским РПУ, по авторской оценке составляют 56,3 т, в том числе по Салаирско-Каменушинской перспективной площади – 28,5 т, Верхкасьминской – 7,0 т, Чебуриной – 3,0 т, Бирюлинской – 2,8 т [1–3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алямки, А. В.** Золотоносность кор выветривания Юньского месторождения (Восточный Салаир) [Текст] / А. В. Алямки // Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения : Матер. XIV Междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. – С. 44–50.

2. **Алямки, А. В.** Юньское месторождение золота в коре выветривания (Восточный Салаир) [Текст] / А. В. Алямки // Вестн. ТГУ. – 2012. – № 355. – С. 144–147.

3. **Алямки, А. В.** Особенности геологии золотоносных кор выветривания Юньского месторождения (Восточный Салаир) [Текст] / А. В. Алямки // Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения : Матер. XIV Междунар. совещ. по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. – С. 50–55.

4. **Калинин, Ю. А.** Золотоносные коры выветривания юга Сибири [Текст] / Ю. А. Калинин, Н. А. Росляков, С. Г. Прудников. – Новосибирск : Академическое издательство «Гео», 2006. – 339 с.

5. **Щербов, Б. Л.** К изучению продуктов ближнего переотложения каолиновых кор выветривания : Методические рекомендации [Текст] / Б. Л. Щербов. – Новосибирск : ИГиГ, 1987. – 32 с.

© А. В. Алямки, 2014