

ется большинством исследователей как результат наложения позднемезозойского рудогенеза. Слабая золотоносность раннепротерозойских конгломератов также может быть обусловлена наложенными процессами. Тем не менее в настоящее время нельзя исключить вероятность наличия в северной части Приамурской провинции золотого оруденения более древнего (раннепротерозойского) возраста.

Из россыпей северной части Приамурской провинции добыто 97,2 т золота. Это значительно меньше, чем извлечено из россыпей центральной (900 т) и южной (202 т) частей провинции [6]. В рудно-россыпных узлах Южной подзоны Северо-Становой зоны добыто 40,938 т золота. В узлах Северной подзоны значительно меньше — 15,0 т. Значительно больше золота извлечено из россыпей Южно-Якутской зоны — 41,2 т. Три рудно-россыпных узла северной части провинции отнесены к средне продуктивным. Это Сугдjarский в Южной подзоне Северо-Становой зоны, а также Кабактанский и Верхнетимптонский в Южно-Якутской металлогенической зоне. Остальные — низко продуктивные. От центра провинции к ее периферии наблюдается уменьшение средней продуктивности добычи россыпного золота узлов, от 3,72 т в Южной подзоне Северо-Становой металлогенической зоны до 2,58 т в Южно-Якутской зоне.

Золото в россыпях северной части провинции преимущественно мелкое и средней крупности. Отмечаются самородки весом до 100–127 г. Проба его меняется от 586 ‰ (электрум) до 994 ‰. Но наиболее развито золото с пробой 825–900 ‰, коренным источником которого является в основном оруденение золотокварцевой формации. Реже встречающиеся низкопробное золото и электрум указывают на наличие оруденения золотосеребряной формации. В Южно-Якутской металлогенической зоне доля высокопробного золота в россыпях значительно выше, а низкопробного ниже, чем в россыпях Северо-Становой зоны.

В качестве наиболее перспективных на выявление месторождений рудного и россыпного золота выделены, во-первых, рудно-россыпные узлы средней продуктивности — Сугдjarский, Кабактанский и Верхнетимптонский, а также рудно-россыпные узлы, в пределах которых известны месторождения рудного золота — Бамский, Каларский и Сологу-Чайдахский. К ним присоединен Лапринский узел, сходный по геологическому строению, формационным признакам золотого оруденения, уровню золотодобычи из россыпей и типоморфным особенностям россыпного золота с Бамским.

Выводы

Изучение металлогенических особенностей северной части Приамурской провинции привело к выделению металлогенических зон, подзон и рудно-россыпных узлов. Рудно-россыпные узлы отличаются по геологическому строению, особенностям золотого оруденения и продуктивности россыпей. Из 33 рудно-россыпных узлов выделены семь (Сугдjarский, Ка-

бактанский и Верхнетимптонский, Бамский, Каларский, Сологу-Чайдахский и Лапринский), наиболее перспективных на выявление новых месторождений рудного и россыпного золота. Надеемся, что изложенный материал привлечет внимание исследователей и спонсоров к этой слабо изученной на рудное золото части Приамурской золотоносной провинции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветлужских, В.Г. Золотоносность Северо-Становой металлогенической зоны (Южная Якутия, Амурская область) / В.Г. Ветлужских // Отечественная геология. — 2007. — № 1. — С. 59–71.
2. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Объяснительная записка. (Л.И. Красный, А.С. Вольский, Пэн Юнбяо и др.). — СПб, Благовещенск, Харбин, 1999. — 135 с.
3. Гравиметрическая карта Амурской области. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013.
4. Смирнов, С.С. Тихоокеанский рудный пояс в пределах СССР / С.С. Смирнов // Природа. — 1946. — № 2. — С. 52–60.
5. Степанов, В.А. Бамское золоторудное месторождение / В.А. Степанов // Геология рудных месторождений. — 2001. — Т. 43. — С. 38–51.
6. Степанов, В.А. Анализ продуктивности месторождений золота Приамурской провинции / В.А. Степанов, А.В. Мельников, В.Г. Моисеенко // ДАН. — 2016. — Т. 470. — № 6. — С. 696–700.
7. Степанов, В.А. О продуктивности рудно-россыпных узлов Приамурской провинции / В.А. Степанов, А.В. Мельников // Разведка и охрана недр. — 2017. — № 1. — С. 8–14.

© Степанов В.А., Мельников А.В., 2018

Степанов Виталий Алексеевич // vitstepanov@yandex.ru
Мельников Антон Владимирович // anton_melnikov@mail.ru

УДК 553.491.4

**Бабанский В.Н., Яблоков К.В., Луцаков А.В.,
Матвейчук А.Т. (ООО «Конверс-Золото»)**

БЛАГОРОДНО-МЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ МИХАЙЛОВСКОГО РУДНОГО УЗЛА КМА

*Обобщены сведения о попутной минерализации золота в железных рудах Михайловского ГОКа и новые данные о прогнозных ресурсах золота, платины и палладия по категориям P_1 , P_2 , P_3 как в балансовых железных рудах, так и за пределами контура подсчета запасов. Сделан вывод о том, что в Центральной России на территории КМА существует самостоятельный благородно-металльный рудный район с промышленными ресурсами золота, платины и палладия в едином комплексе с хорошо известными ресурсами железа Курской магнитной аномалии. **Ключевые слова:** ресурсы, благородные металлы, попутная минерализация, Михайловский ГОК.*

Babanskiy V.N., Yablokov K.V., Lushchakov A.V., Matveychuk A.T. (Converse Gold)

PRECIOUS METALS MINERALIZATION OF MIKHAILOVSKY ORE ASSAMBLAGE OF KMA

The article summarizes the data regarding accompanying gold mineralization of ferriferous ore of Mikhailovsky Ore Quarry including new data about expected resources of Gold, Platinum and Palladium under P_1 , P_2 and P_3 categories both with-

in the area of proved ferriferous ores Reserves and beyond the external outline of the Reserves evaluation. The conclusion is done that an independent precious metals ore region with industrial resources of Gold, Platinum and Palladium exists in a united complex with well-known Iron reserves on the territory of Kursk Magnetic Anomaly in Central Russia. Keywords: resources, precious metals, accompanying mineralization, Mikhailovsky Ore Quarry.

Наличие золота в рудах Михайловского месторождения установлено давно многочисленными исследованиями [4–8], но его промышленная ценность до сих пор не подтверждена. Установлено, что основная часть золота концентрируется в хвостах первой стадии магнитной сепарации с содержаниями около 0,3 г/т.

Основой статьи послужили работы 1996–2001 гг., выполненные геологами тематической партии ОАО «Михайловский ГОК» по заданию Курского Геолкома в сотрудничестве с ЦНИГРИ, ВИМСом, Бронницкой ГГЭ по теме: «Поиски золота и платиноидов в железистых кварцитах и вмещающих породах Михайловского месторождения» (отв. исполнитель Бабанский В.Н.). Проведена повторная документация и опробование подземных горных выработок дренажного комплекса карьера, керн разведочных скважин на флангах Михайловского ГОКа и текущего опробования пород карьера в процессе добычных работ. При этом отобрано и проанализировано более 5 000 проб, просмотрено не менее 2500 шлифов. Формы нахождения золота и платиноидов были изучены в ЗАО «Механобр-инжиниринг» (С.-Петербург) на минералого–технологической пробе массой 200 кг [7].

Опробованием, проведенным в процессе добычных работ в карьере Михайловского ГОКа, определено содержание золота в концентрациях, достигающих промышленного значения. Установлена связь золотого оруденения с железистыми кварцитами Михайловского месторождения и благородно-металльной минерализацией (вне контура разведанных железных руд), отчетливо приуроченной к тектоническим контактам, прослеживаемым на западе месторождения на многие километры, что позволяет определить прогнозные ресурсы золота и платиноидов в обособленных структурах.

Из 940 проб, отобранных в карьере Михайловского ГОКа, 782 пробы содержали золото в пределах от 0,01 до 41,7 г/т, не образуя самостоятельных рудных тел. Систематическая выборка аналитических определений золота в железистых кварцитах Михайловского ГОКа приведена в табл. 1. Расчет средних содержаний проведен методом средневзвешенного на количество проб; из расчета исключены ураганные пробы с содержанием 16, 18,9 и 41,7 г/т. О высоком уровне перспективности золоторудной минерализации в железистых кварцитах Михайловского месторождения указывает Н.С. Попкова в своей кандидатской диссертации [5].

ООО «Конверс-Золото» в течение 2–х месяцев провело посменное опробование продуктов обогащения на фабрике Михайловского ГОКа. Установлено, что

объем хвостов мокрой магнитной сепарации 1-й стадии (ММС-1) составляет 60 % общего объема руды, в которых содержится 93 % золота, уходящего в отвал. Среднее содержание свободного золота, выделенного из пробы хвостов ММС-1, составило 0,173 г/т. Распределение золота по классам крупности приведено в табл. 2. Золотины имеют рисовидную форму с разнообразными неровностями. Такие формы и размеры золотин позволяют надежно извлекать свободное золото современными гравитационными приборами из текущих хвостов ММС-1 [4].

Расчеты показывают, что только дообогащение текущих хвостов после первой стадии магнитного обогащения (ММС-1) гравитационным способом на виброшлюзе конструкции «Конверс-Золото – ВИМС» позволяет извлекать до 87 % свободного золота и с учетом потерь при дальнейшей доводке и аффинаже получать около 1000 кг золота в год. В результате работ по гравитационному обогащению хвостов ММС-1 Михайловского ГОКа Тульской горнодобывающей компанией получено извлечение 76,5 % свободного золота при выходе хвостов, составляющих 66 % поступающей на магнитное обогащение измельченной горной массы. Об этом говорят и данные полученные А.Н. Шелеховым [8]. Приведенные данные не подтверждают выводы авторов Т.Н. Гзогян и Н.Д. Мельниковой о том, что золото «весьма мелкое (микроны и доли микрона) и оно не извлекается гравитационными технологиями» [1].

Суммарные запасы окисленных и неокисленных железистых кварцитов первой, второй, третьей и четвертой пачек Коробковской свиты Михайловского месторождения по кат. А + В + С₁ + С₂ на 2015 г. составили 12 717 млн т, в том числе по кат. С₂ — 4 754 млн т [2]. Средневзвешенное содержание золота по 782 пробам составляет 0,221 г/т (табл. 1). Такое количество проб и проведенные Тульской горной компанией технологические исследования, а также материалы

Таблица 1
Распределение золота в железистых кварцитах Михайловского ГОКа

Количество проб	Содержание, г/т	Распределение, %
584	0,01–0,09	10
173	0,9	26
25	больше 1 г/т	64
Σ 782	ср. 0,221 г/т	100

Таблица 2
Распределение свободного золота в хвостах ММС-1 Михайловского ГОКа

Класс крупности, мм	Распределение, %
+0,2	72,3
– 0,2 + 0,074	25,1
– 0,074	2,6
Итого	100

А.Н. Шелехова [8] позволяют относить прогнозные ресурсы золота к кат. P₁. Таким образом, для железных руд, принятых ГКЗ к отработке, прогнозная оценка золота составит: 12 717,0 млн т × 0,221 г/т = 2 848,6 т; при коэффициенте 0,5 ресурсы золота составят 1 424,3 т.

Данные о содержании платиноидов в кварцитах карьера недостаточны для расчета прогнозных ресурсов. Известно, что в пробах, отобранных сотрудниками Н.М. Чернышова в карьере, содержание платины колеблется от 0,01 до 0,27 г/т, палладия 0,09–0,14 г/т [7]. В отвалах Михайловского ГОКа обнаружены: палладий до 0,5 г/т; платина до 0,7 г/т; 0,1 г/т — иридий, золото и серебро. Распределение МПП не изучено и требует дополнительных исследований.

Вне контура промышленных запасов железистых кварцитов нами проведена оценка прогнозных ресурсов золота, платины и палладия на основании ревизионных работ 1996–2001 гг. под руководством В.Н. Бабанского. В процессе работ получены три пересечения благородно-металльной зоны за пределами контура железных руд, приуроченной к контакту карбонат-магнетитовых кварцитов с черными динамо-сланцами на западном фланге Веретенинской залежи.

Благородно-металльная зона (Au, Pt, Pd) представляет собой чередование катаклазированных безрудных кварцитов, малорудных гематитовых кварцитов с прослоями углистых кварц-серицит-хлоритовых сланцев. Максимальное содержание Au, Pt, Pd приходится на интервалы хлоритизированных, серицитизированных,

пиритизированных, катаклазированных сланцев, содержащих до 20 % рудных минералов (пирит — 17,5–19,5 %; арсенопирит, халькопирит, пирротин по 0,1–0,2 %; петландит, молибденит — единичные знаки; гидроокислы железа — 0,1–0,2 %). При изучении объединенной технологической пробы в ЗАО «Механобр — Инжиниринг» (С.-Петербург) под руководством чл.-корр. РАН Н.М. Чернышова установлены минералы платиновой группы: сперриллит, рутениридосмин, осмий самородный, платоосмиридий, золото самородное высокой пробы. По единичным бороздовым пробам, вошедшим в состав объединенной пробы, получено содержание Au — 0,05–4,83 г/т; Pd — 0,61–0,77 г/т; Pt — 0,12–0,30 г/т [7].

В Михайловском рудном районе платино-палладино-золотоносная зона, установленная на западном крыле карьера, прослеживается по низкоомным показателям электросопротивления пород на 17 км [7]. Из них 6–8 км, вмещающих оруденение пород, прослежены в горных выработках дренажного комплекса карьера. Отсюда в расчет прогнозных ресурсов по кат. P₃ принимаем половину прослеженного расстояния 8 км, ширина продуктивной зоны по штреку № 19 составляет 134 м, принятая в подсчет глубина — 300 м.

На общем фоне прогнозных ресурсов кат. P₃ на западном фланге Веретенинской залежи можно выделить локальный участок по кат. P₂ — в районе скв. 436-р, шахты № 5 и штрека 19. Для локального участка по кат. P₂ расстояние между опробованными выработками шахты № 5 и скважины 436-р составляет

1750 м. С учетом влияния крайних выработок принимаем длину участка 2 200 м, мощность (ширину) — 134 м; глубину — 300 м, содержание по опробованным выработкам приведены в табл. 3, прогнозные ресурсы по кат. P₂ и P₃ в табл. 4.

При расчетах прогнозных ресурсов содержание золота определено методом атомной абсорбции, платиноидов — масс-спектральным методом, разработанными специально для пород Михайловского ГОКа в ЦНИГРИ. В расчетах принята объемная масса руды — 2,5 т/м³ и в окончательные расчеты введен коэффициент рудоносности 0,5.

На восточном контакте залежи железистых кварцитов с вмещающими породами Михайловского месторождения развиты аналогичные породы, несущие золотую минерализацию.

Таблица 3

Средневзвешенные содержания на фактическую опробованную мощность рудных интервалов

Место отбора	Опробованный интервал, м	Количество проб	Среднее содержание, г/т		
			Au	Pt	Pd
Скв436-р	245–328 = 83	23	0,620	0,059	0,235
Сбойка3	08–80 = 72	18	0,620	0,059	0,352
Штрек 19	56–190 = 134	30	0,354	0,119	0,584
Шахта 5	16	8	1,7	0,124	0,44
Итого по категории P ₃	305	79	0,474	0,081	0,292
Скв. 436-р — шахта 5 Пробы Чернышова	305	79	0,474	0,081	0,292
	195	6	2,748	0,119	0,64
Итого по кат. P ₂	500	85	0,526	0,984	0,308

*Примечание: выход керна по рудным интервалам в скважине не превышал 40 %, что привело к снижению содержаний рудных компонентов

Таблица 4

Прогнозные ресурсы благородных металлов западного фланга Михайловского месторождения

Категория	Длина, м	Мощность, м	Глубина, м	Плотность, т/м ³	Объем руды, млн т	Коэффициент рудоности	Содержание, г/т			Ресурсы, т		
							Au	Pt	Pd	Au	Pt	Pd
P ₃	8 000	134	300	2,5	804,0	0,5	0,474	0,081	0,292	190,5	32,6	117,4
P ₂	2200	134	300	2,5	221,1	0,5	0,526	0,084	0,308	58,1	9,3	34,0

Последние обнаружены в шахте № 4 подземного дренажного комплекса, но в связи с недостаточностью данных в прогнозе не участвуют.

Выводы

Полученные результаты ревизионных работ на Михайловском месторождении в 1990–2001 гг. позволяют определить прогнозные ресурсы золота, которые могут быть попутно извлечены при добыче железистых кварцитов в пределах горного отвода Михайловского ГОКа в размере 1424,3 т, что соответствует крупному собственному золотому месторождению.

Ревизионные работы на западном фланге Михайловского месторождения позволили выделить за пределами контура подсчета запасов железистых кварцитов зону контакта карбонат-магнетитовых кварцитов с черными динамосланцами.

По оценке авторов статьи прогнозные ресурсы исследованного участка этой зоны кат. Р₃ составляют: золото — 190,5 т, палладий — 117,4 т, платина — 32,6 т.; в том числе в локальном участке района шахты 5 по кат. Р₂: золото — 58,1 т, палладий — 34,0 т, платина — 9,3 т.

Прогнозные ресурсы благородных металлов позволяют рекомендовать постановку поисково-оценочных работ в локальной зоне вне контура карьера Михайловского ГОКа (прогнозные ресурсы ранее не были представлены на апробацию).

Широкое развитие и повышенные концентрации золота, платиноидов в железистых кварцитах, и в зонах метаморфизованных сланцев дают основание считать Курский блок КМА, как крупный объект по ресурсам с благородными металлами.

Территория КМА обладает развитой инфраструктурой, наличием высококвалифицированных кадров горняков и обогатителей, проживающих в городах Железногорск, Губкин и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гзогян, Т.М. Поиски нетрадиционных источников сырья: есть ли золото на Михайловке? / Т.М. Гзогян, Е.С. Мельникова // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2001. — № 8. — С. 20–33.
2. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2015 году. Министерство природных ресурсов и экологии. — М., 2016. — 85 с.
3. Железородная база России / Под ред. В.П. Орлова. — М.: Геоинформмарк, 1998. — 842 с.
4. Лушakov, А.В. Нетрадиционные источники попутного получения золота: проблемы и пути решения / А.В. Лушakov, Л.З. Быховский, Л.П. Тигунов // Минеральное сырье. Серия геолого-экономическая. — № 14. — М.: ФГУП «ВИМС», 2004. — 82 с. (2-е издание).
5. Попкова, Н.В. Золотоносность докембрийских образований Михайловского рудного узла (КМА) / Н.В. Попкова: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2003.
6. Старостин, В.И. Золото в месторождениях железистых кварцитов Восточно-Европейской платформы / В.И. Старостин, Г.А. Пельмский, Е.Г. Леоненко, Д.Р. Сакия // Известия секции наук о Земле РАЕН. — 2006. — № 14. — С. 29–44.
7. Чернышов, Н.М. Особенности распределения и формы нахождения платиноидов и золота в железистых кварцитах Михайловского ГОКа / Н.М. Чернышов, С.В. Петров, С.П. Молотков // Вестник Воронежского ун-та. Геология. — 2003. — № 1. — С. 93–104.
8. Шелехов, А.Н. Предварительная технологическая оценка попутного извлечения золота из хвостов руд железистых кварцитов и песчано-гравийных образований / А.Н. Шелехов, В.В. Бедим, М.Н. Сычева и др. // Руды и металлы. — 1996. — № 6. — С. 74–75.

© Коллектив авторов, 2018

Бабанский Владимир Николаевич // ibabanskaya@bk.ru

Яблоков Климент Владимирович

Лушakov Александр Васильевич // aleksandr-lushakov@rambler.ru

Матвейчук Александр Трофимович // fpi.matv@mail.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК 550.343

Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И.,
Юсупов В.Р. (Институт сейсмологии АН РУз)

ЛОКАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ТЕХНОГЕННОЙ И ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ В РАЙОНЕ ВОДОХРАНИЛИЩА ЧАРВАК

Приведены данные анализа многолетних наблюдений геомагнитного поля на территории Чарвакского водохранилища, по которым выявлено, что локальные аномалии геомагнитного поля связаны с одновременным и совокупным проявлением процессов, связанных с изменениями объема воды в водохранилище и изменением активности локальной сейсмичности, рассмотрены вопросы использования этих результатов при прогнозировании землетрясений. **Ключевые слова:** геомагнитное поле, техногенные и геодинамические процессы, водохранилище, сейсмичность.

Abdullabekov K.N., Maksudov S.Kh., Tuychiev A.I.,
Yusupov V.R. (Institute of Seismology of the Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan)

LOCAL VARIATIONS OF THE GEOMAGNETIC FIELD OF TECHNOGENIC AND GEO-DYNAMIC NATURE IN THE DISTRICT OF CHARVAK RESERVOIR

*Brought analysis data of the perennial observations geomagnetic field on the territory Charvak water reservoir, which is revealed, that local anomalies geomagnetic field are connected with simultaneous and total manifestation of the processes, in accordance with change the volume of water reservoir and change to activities local seismicity, considered questions of the use these result at forecasting of the earthquakes. **Key-words:** geomagnetic field, technogenic and geodynamic processes, water reservoir, seismicity.*

Последствия последних катастрофических землетрясений, произошедших в Мексике, Турции, Индонезии, Японии показали, что наряду с сейсмическим районированием территорий и строительством сей-