

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПРЕССНОЙ МЕТОДИКИ ПОИСКОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТАХ НА ПРИМЕРЕ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА БОЛЬШЕОБЪЕМНОЕ ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ПРЕДЕЛАХ СРЕДНЕ-ИШИМБИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Р.Х.Мансуров,  
Б.С.Зеликсон,  
А.В.Курмаев

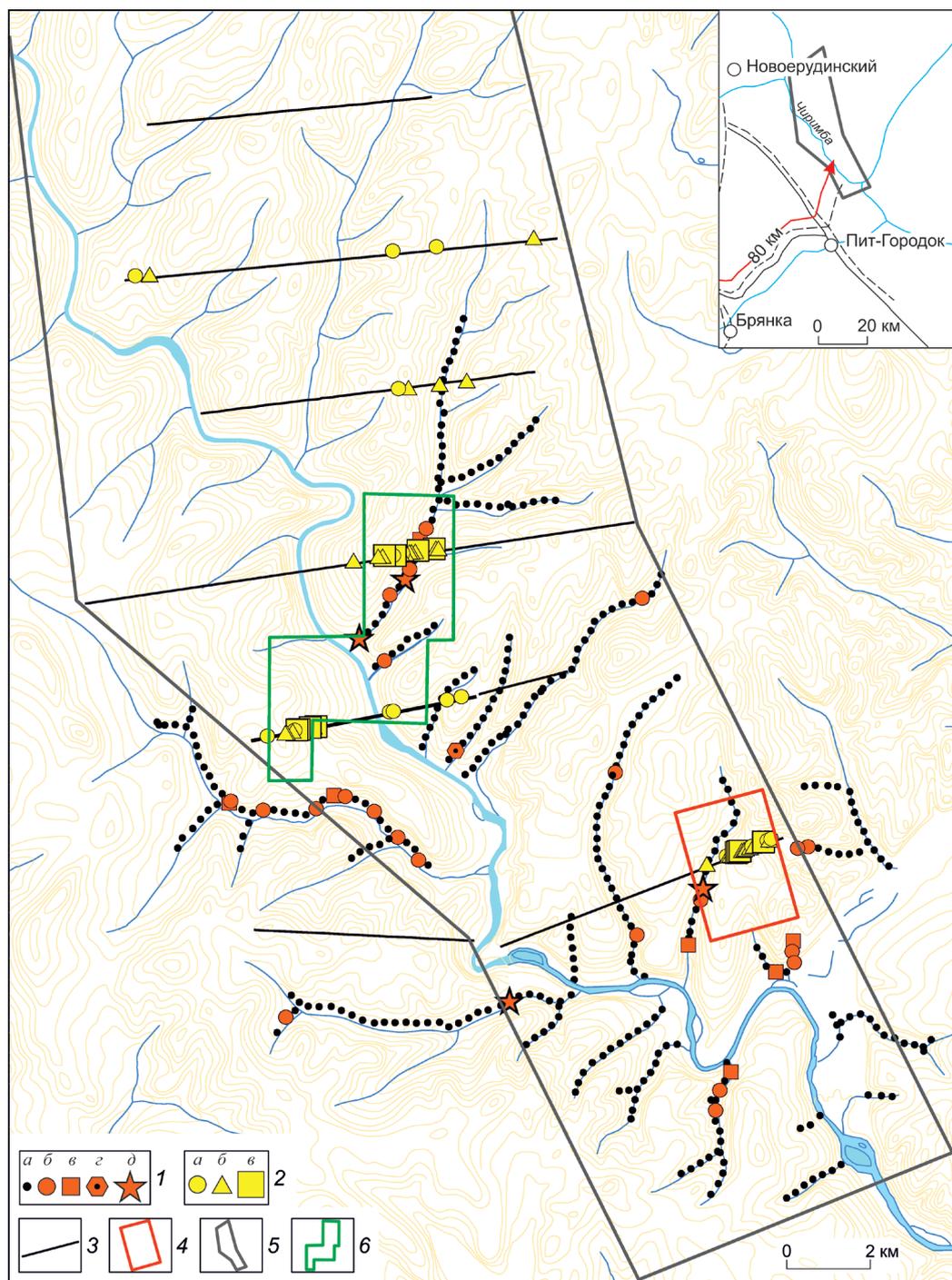
ФГУП Центральный научно-исследовательский  
геологоразведочный институт цветных  
и благородных металлов,  
г. Москва

*На примере поисковых работ на большеобъемное золотое оруденение в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади Енисейской золоторудной провинции рассматривается применение новой экспрессной методики поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах, основанной на использовании как традиционного комплекса геологических, геохимических и геофизических методов, так и нестандартных приемов. Наиболее информативная и эффективная часть методики – литогеохимическое опробование малосмещенных делювиальных отложений на контакте с коренными породами в комплексе со шлиховым и сколковым опробованием, максимально четко характеризующее истинное положение золотоносных минерализованных зон и потенциальных рудных зон в их пределах.*

*Ключевые слова: поиски золоторудных месторождений, горно-таежный ландшафт, информативный слой делювиальных отложений, золотоносные минерализованные зоны, Енисейская золоторудная провинция.*

Поиски золоторудных месторождений в горно-таежных ландшафтах Енисейского края, как правило, затруднены вследствие полной или значительной закрытости склонов и водоразделов, наличия многолетнемерзлых моховых и гумусово-торфяных слоев большой мощности. ФГУП ЦНИГРИ проводит поисковые работы на большеобъемное золотое оруденение, локализованное в углеродисто-карбонатно-терригенных комплексах, в пределах Средне-Ишимбинской перспективной площади в условиях, при которых традиционные методы поисков недоста-

точно эффективны. Площадь расположена в центральной части Енисейской золоторудной провинции (листы О-46-IV, О-46-V) на территории Северо-Енисейского района Красноярского края. Используется новая, принятая в институте, методика поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах, успешно апробированная на золоторудных объектах Бодайбинского рудного района, Лебединского рудно-россыпного узла и др. [4, 5]. Она включает как традиционные, так и нестандартные приемы.



**Рис. 1. Схема результатов опробования на золото по потокам рассеяния и вторичным ореолам рассеяния по опорным геолого-геофизическим профилям Средне-Ишимбинской площади:**

1 – результаты литогеохимических поисков по ПР (содержание Au, г/т): а –  $<0,003$ , б –  $0,003-0,01$ , в –  $0,01-0,03$ , г –  $0,03-0,1$ , д –  $0,1-6,54$ ; 2 – результаты литогеохимического опробования по опорным геолого-геофизическим профилям (содержание Au, г/т): а –  $0,005-0,01$ , б –  $0,01-0,05$ , в –  $0,05-0,72$ ; 3 – линии опорных геолого-геофизических профилей; контуры: 4 – поискового участка Южный, 5 – Средне-Ишимбинской площади, 6 – площади предшествующих поисково-оценочных работ в пределах Нижне-Чиримбинского золоторудного узла (В.А.Москалев и др., 2012)

При характеристике методики поисковых работ, осуществляемых в несколько последовательных этапов, следует остановиться на методах опробования элювиально-делювиальных отложений: шлиховом, литогеохимическом по вторичным ореолам рассеяния (ВОР) и опробовании сколков крупнообломочного материала делювия.

Шлиховое опробование применяется при проходке копушей глубиной 0,8–1 м, шурфов глубиной 1 м, шурфов до коренных пород. Опробуется информативный малосмещенный нижний слой делювиальных отложений, как правило, на глубине 0,6–1 м из призабойной части горных выработок над коренными породами. Объем шлиховых проб составляет 0,01 м<sup>3</sup>. Шлиховое опробование сопровождается полевым минералогическим экспресс-анализом, позволяющим оперативно получать информацию о положении и составе коренного оруденения.

При литогеохимическом опробовании по ВОР совместно со шлиховым опробуются нижние (надкоренные) части разреза делювиальных отложений в горных выработках. Отбираются пробы песчано-глинистой фракции массой 150–200 г; контроль опробования 3%.

Опробование сколков крупнообломочного материала делювия производится во всех горных выработках: опробуются минерализованные гидротермально измененные породы в делювиальных отложениях, а также коренные породы в шурфах в случае отсутствия бороздowego опробования последних. Масса проб 150–200 г.

На **первом этапе** исследований перспективные площади изучаются по сериям опорных геолого-геофизических профилей; осуществляются геохимические поиски по потокам рассеяния (ПР) м-ба 1:50 000 и геолого-поисковые маршруты м-ба 1:25 000 (рис. 1).

Изучение площади *серией опорных геолого-геофизических профилей* включает: геофизические исследования (магнито-, грави- и электроразведку); отбор литогеохимических проб по ВОР из копушей глубиной 0,3 м с интервалом 50 м; проходку шурфов глубиной 1 м с интервалом между ними 800 м с литогеохимическим опробованием по ВОР и сколковым опробованием гидротермально измененных пород нижней

(продуктивной) части делювиальных отложений; геологические маршруты.

*Геохимические поиски по ПР м-ба 1:50 000* с интервалом опробования 250 м проводились в центральной и южной частях Средне-Ишимбинской площади на территории 270 км<sup>2</sup>. Данная площадь характеризуется достаточно сложными ландшафтными условиями. Слабая расчлененность рельефа, практически сплошная задернованность и залесенность горных склонов, заболоченность речных долин, а также незначительное количество или полное отсутствие мелкой фракции в аллювиальных отложениях позволяют рассматривать условия поисков по ПР как весьма сложные. Тем не менее, положительные результаты работ, к которым можно отнести установленные поток рассеяния золота, фиксирующий золотоносные зоны участка Южный, и слабоконтрастные аномалии на востоке участка, где при проходке линий копушей глубиной 0,8 м обнаружены высококонтрастные вторичные и шлиховые ореолы золота, показывают, что методика геохимических поисков по ПР может быть использована при поисковых работах в сложных горно-таежных ландшафтах Енисейского края.

*Геолого-поисковые маршруты м-ба 1:25 000* выполнялись в целях определения по делювиальным обломкам признаков золоторудной минерализации и природы геохимических и геофизических аномалий, в том числе градиентов магнитного поля, установленных работами ЗАО «Полюс». Маршруты сопровождалась сколковым и штупным опробованием гидротермально измененных пород в делювиальных отложениях, в ряде случаев шлиховым и литогеохимическим из копушей глубиной 0,6–0,8 м, а также бороздовым опробованием коренных выходов окварцованных бурошпатизированных (железомагнезиально-карбонатизированных) пород с кварцевой жильно-прожилковой и сульфидной вкрапленной минерализацией.

По результатам исследований первого этапа выделен перспективный участок Южный для постановки поисковых работ второго этапа – выявления предполагаемых золотоносных минерализованных зон. Он расположен в южной части Средне-Ишимбинской площади в бассейне руч. Находный в пределах зоны рудоконтро-

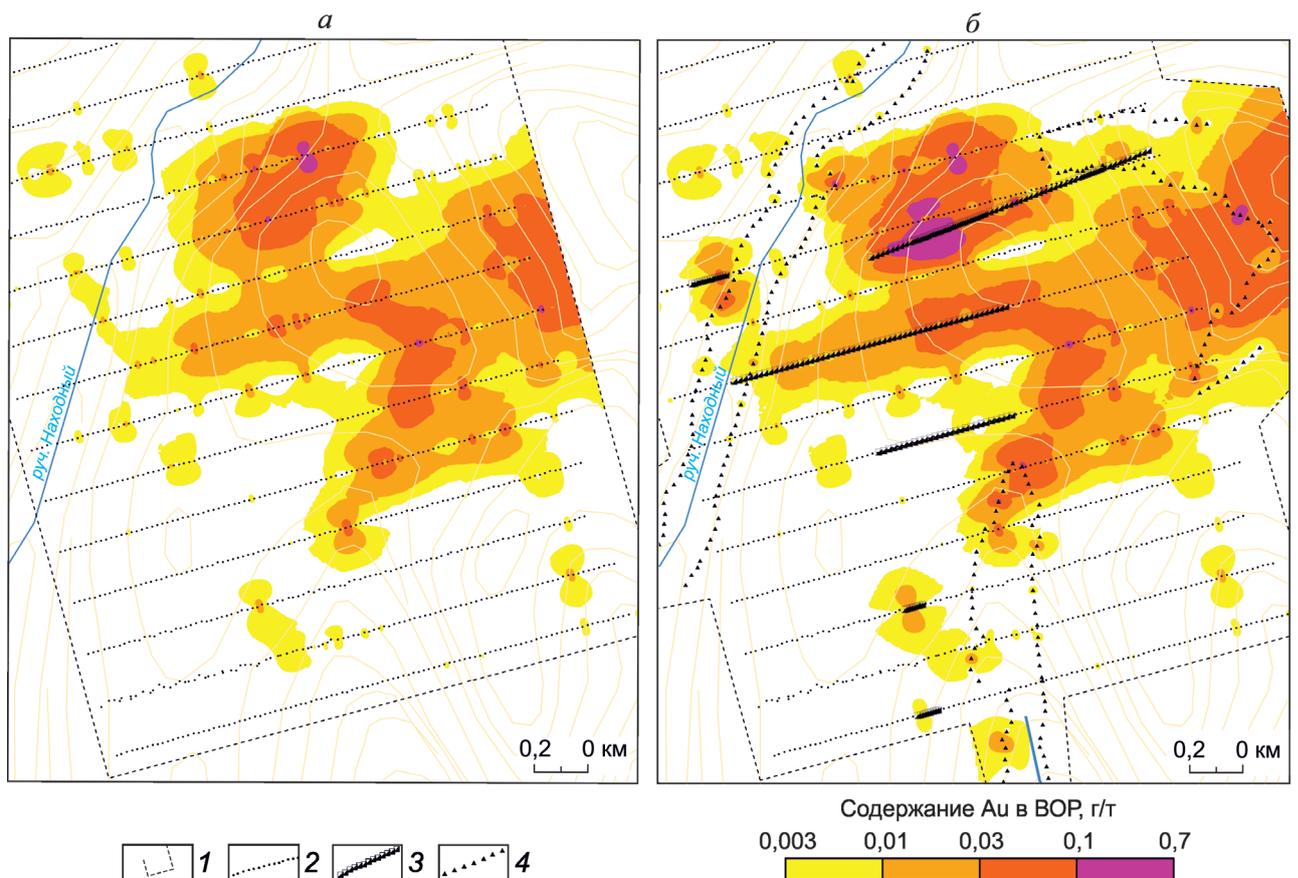


Рис. 2. Карта распределения содержаний Au во вторичных ореолах рассеяния на участке Южный на глубине 0,3–0,4 м (а), на контакте с коренными породами (б):

1 – фрагменты контура литогеохимического опробования; 2 – точки литогеохимического опробования по ВОР (сеть опробования 200x20 м, глубина опробования 0,3–0,4 м); 3 – шурфы до коренных пород: литогеохимическое по ВОР и шлиховое опробование делювиальных отложений на контакте с коренными породами, бороздовое опробование полотна шурфов; 4 – копуши глубиной 0,8 м: литогеохимическое по ВОР и шлиховое опробование делювиальных отложений на контакте с коренными породами

лирующего Ишимбинского глубинного разлома, в узле его пересечения с разрывными нарушениями северо-восточного (предположительно, система разрывов, оперяющих Ишимбинскую зону глубинных разломов), северо-северо-западного (продольные относительно складчатости нарушения, вмещающие жильные тела и интенсивно гидротермально-метасоматически измененные породы), субширотного направлений. Узел пересечения разрывов приурочен к восточному крылу антиклинали первого порядка.

В геологическом строении участка участвуют глинисто-карбонатно-терригенные отложения сухопитской серии среднего рифея: извест-

няки, известковисто-глинистые сланцы, мергели, мраморизованные известняки с прослоями кремнистых известняков свит аладьинской и карточки объединенных и алеврито-глинистые сланцы, алевролиты с прослоями кварцито-видных песчаников, кварцитов погорюйской свиты. Вмещающие породы имеют пологое (30°) северо-восточное падение, варьирующее в пределах 30–60°, что связано с интенсивно проявленной осложняющей мелкой складчатостью.

На участке Южный установлены следующие поисковые признаки.

1. Содержания Au по данным литогеохимического опробования по ВОР на южном опорном профиле достигают 0,15 г/т.

2. Высокие концентрации Au (до 0,4 г/т) выявлены в аллювиальных отложениях руч. Находный, вмещающих россыпь. Пробы отбирались выше действующего эксплуатационного полигона. По данным ЗДК «Северная», золото в россыпи окатанное, крупное, в среднем 5–7 мм, достигает 15 мм и более.

3. В делювиальных отложениях на поверхности (редкие крупноглыбовые развалы) и в копушах глубиной до 0,6 м геолого-поисковыми маршрутами зафиксировано несколько потенциально золотоносных зон, сложенных гидротермально измененными породами с кварцевой жильно-прожилковой, железо-магнезиально-карбонатной и сульфидной минерализацией.

4. По данным геофизических работ на участке наблюдается «распад» рисунка магнитного поля. Зона разрывных нарушений субмеридионального простирания, выраженная резкими градиентами содержаний K, U и Th (данные АГСМ), также «распадается» в пределах участка, что служит косвенным благоприятным признаком рудного процесса.

Таким образом, по результатам исследований первого этапа локализована рудоконтролирующая зона складчато-разрывных деформаций и выделен перспективный участок для постановки поисковых работ второго этапа.

Поисковые работы **второго этапа** включали геохимические поиски по ВОР, проходку линий копушей глубиной 0,6–1 м, геолого-поисковые маршруты м-ба 1:10 000.

*Геохимические поиски по ВОР* велись по сети 200x20 м с опробованием из копушей глубиной 0,3 м (рис. 2, а).

*Проходка линий копушей глубиной 0,8 м* по нижним частям склонов осуществлялась с интервалом 20–40 м между копушами. В копушах проводилось шлиховое и литогеохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, а также сколковое опробование гидротермально измененных пород в делювиальных отложениях с кварцевой жильно-прожилковой, железо-магнезиально-карбонатной и сульфидной минерализацией (рис. 2, б).

*Геолого-поисковые маршруты м-ба 1:10 000* выполнялись для изучения гидротермально-метасоматических процессов, выяснения природы

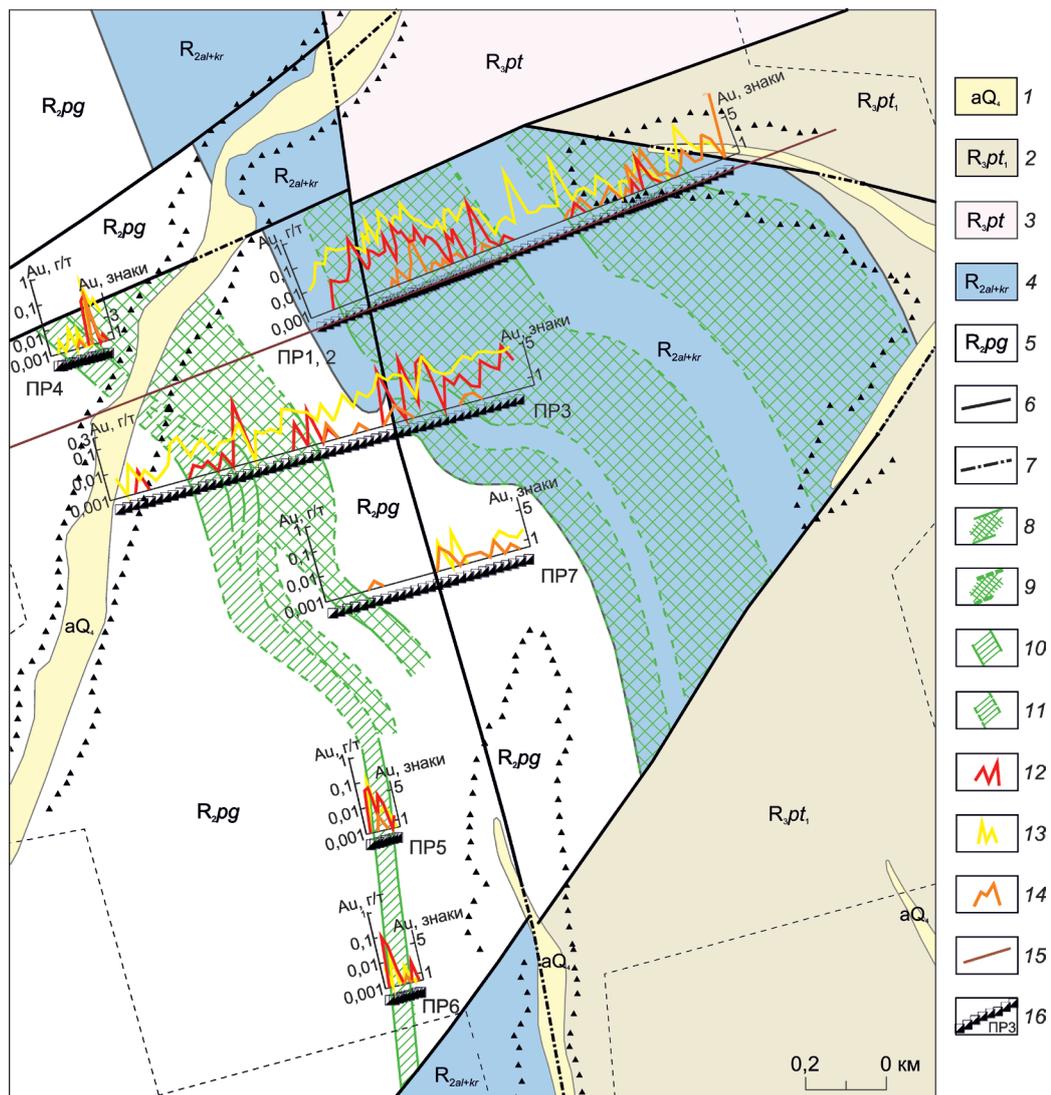
выявленных элементов космодешифрирования, выделения и прослеживания потенциально золотоносных минерализованных зон. Следует отметить, что элювиально-делювиальные отложения на участке практически повсеместно перекрыты почвенно-растительным слоем, и лишь изредка на поверхности отмечаются малосмещенные делювиальные крупнощебнисто-глыбовые развалы измененных окварцованных пород. В связи с этим доступ к информативному слою делювия возможен только при помощи проходки копушей глубиной до 0,6–0,8 м.

По результатам поисков второго этапа установлены потенциально золотоносные минерализованные зоны, характеризующиеся следующими основными элементами.

1. Широкий (1,5x1,7 км) вторичный литогеохимический ореол Au с содержанием металла >0,01 г/т. Минерализованные зоны в пределах ореола отвечают интервалам повышенных концентраций Au >0,05 г/т шириной до 400 м, длиной >1,5 км. Выделены две основные зоны в центральной и восточной частях поискового участка.

2. По итогам опробования делювиальных отложений по линиям проходки копушей в восточной части поискового участка предполагаемый шлиховой ореол Au представляет собой протяженную (~1,5 км по линии копушей) зону со средним содержанием Au 3–5 знаков на шлиховую пробу. В пределах зоны выделен интервал наиболее высоких концентраций Au в шлиховых пробах (от 6 до 19 знаков на шлик) протяженностью ~200 м. Шлиховой ореол пространственно сопряжен с аномалией Au в ВОР в восточной части участка.

3. В результате маршрутных исследований отмечено несколько потенциально золотоносных минерализованных зон. В западной и южной частях поискового участка выявлена серия зон мощностью первые десятки метров, сложенных интенсивно окварцованными, бурошпатизированными (анкерит, сидерит), сульфидизированными породами с интенсивной кварцевой жильно-прожилковой минерализацией. Зоны прослежены по простиранию, определены их ориентировка (север–юг) и протяженность (до 800 м в южной части). Минерализованные зоны, выявленные в ВОР и шлиховом ореоле золота,



**Рис. 3. Геологическая карта центральной части участка Южный с рудной и геохимической нагрузкой по профилям по линиям шурфов до коренных пород:**

*стратифицированные образования:* 1 – четвертичные отложения; тунгусикская серия, потоскуйская свита: 2 – нижняя подсвита (темно-серые глинистые сланцы, алевриты с прослоями кварцитовидных песчаников), 3 – нерасчлененная (сланцы глинистые темно-серые, вишневые хлоритовые, хлоритоидные, прослои кварцитовидных песчаников); сухопитская серия: 4 – свиты аладынская и карточки объединенные (известняки серые, бурые, известковисто-глинистые сланцы, мергели, мраморизованные известняки с прослоями кремнистых известняков), 5 – погоруйская свита нерасчлененная (сланцы серо-зеленые хлорит-серицитовые, ритмично-слоистые алеврито-глинистые сланцы, прослои кварцитовидных песчаников, кварцитов); *разрывные нарушения:* 6 – наиболее вероятные, 7 – перекрытые четвертичными отложениями; зоны наиболее интенсивного развития процессов бурошпатизации (анкерит), сульфидизации (пирит), окварцевания с неравномерным распределением кварцевой жильно-прожилковой минерализации: 8 – установленные в коренных породах по шурфам, 9 – предполагаемые; зоны интенсивного окварцевания, бурошпатизации (сидерит, анкерит), сульфидизации (пирит) и интенсивно проявленной кварцевой жильно-прожилковой минерализации: 10 – установленные в коренных породах по шурфам, 11 – предполагаемые; *распределение Au:* 12 – в первичных ореолах (бороздовые пробы полотна шурфов), 13 – в ВОР (в делювиальных отложениях на контакте с коренными породами), 14 – в шлиховых пробах (по количеству знаков Au на шлих); 15 – линия опорного геолого-геофизического профиля № 1; 16 – шурфы до коренных пород с номерами линий шурфов; остальные усл. обозн. см. рис. 2

в крупнообломочном материале делювиальных отложений представлены интенсивно бурошпатизированными (прожилки и вкрапленность анкерита), сульфидизированными (вкрапленность окисленного пирита), умеренно окварцованными породами со слабо проявленной кварцевой жильно-прожилковой минерализацией.

Таким образом, в ходе поисковых работ второго этапа по комплексу поисковых признаков выделены потенциально золотоносные минерализованные зоны: аномалии Au в ВОР, шлиховой ореол Au, зоны развития гидротермально измененных пород. Полученные результаты послужили основанием для заложения линий проходки шурфов до коренных пород в целях локализации золотоносных минерализованных зон и выявления в их пределах потенциально рудных зон.

**Третий этап поисков** – проходка линий шурфов до коренных пород с интервалом 10–20 м между шурфами (рис. 3). В шурфах выполнялись литогеохимическое по ВОР и шлиховое опробование делювиальных отложений по забюю выработок, а также сколковое опробование гидротермально измененных пород по крупнообломочному материалу делювия. Коренные породы в полотне шурфов опробовались бороздами (рис. 4; см. рис. 2, б).

Первая линия шурфов пройдена в центральной части участка для изучения ВОР и шлихового ореола Au. Литогеохимическим опробованием шурфов выявлена мощная (шириной 700 м) аномалия с содержаниями Au  $>0,03$  г/т, соответствующая минерализованной зоне участка Южный. Зона сложена интенсивно бурошпатизированными (железо-магнезиальная карбонатизация), сульфидизированными, умеренно окварцованными породами. В пределах зоны выделен интервал наиболее высоких концентраций Au  $>0,1$  г/т шириной ~260 м. При этом по результатам бороздового опробования коренных пород в полотне шурфов отмечено, что центральная часть интервала мощностью 190 м отвечает повышенным ( $>0,1$  г/т) содержаниям Au в первичных ореолах и соответствует потенциальной рудной зоне. В последней увеличены содержания сульфидов до 5–7 об. %.

Важным представляется, что результаты литогеохимического по ВОР опробования нижней

(продуктивной) части делювиальных отложений существенно отличаются от данных стандартного опробования на глубине 0,3–0,4 м, выявляя наиболее высокие аномальные концентрации Au в ВОР (см. рис. 2). На рис. 2, а приведена карта содержания Au в ВОР, составленная по данным площадного опробования на глубине 0,3–0,4 м по сети 200x20 м. Рис. 2, б отображает данные литогеохимического опробования забойной части шурфов и копушей на контакте с коренными породами. Из него видно, что наиболее высокие концентрации Au ( $>0,1$  г/т) установлены именно по результатам литогеохимического опробования на контакте с коренными породами по горным выработкам. Аномалии Au в ВОР практически совпадают с повышенными содержаниями Au в первичных ореолах (см. рис. 3, 4). Полученные данные говорят о том, что методика литогеохимического опробования по ВОР нижней продуктивной части делювиальных отложений позволяет с высокой степенью точности определить положение золотоносных минерализованных зон и потенциально рудных зон в их пределах.

Результаты литогеохимического по ВОР и шлихового опробования четко сопоставляются: в центральной части поискового участка широкий (~290 м) интервал повышенных концентраций Au в шлиховых пробах пространственно отвечает участку повышенных содержаний Au в ВОР. Среднее содержание металла в этом интервале 5–7 знаков Au на шлиховую пробу. Кроме того, в восточной части участка выявлен интервал с повышенными концентрациями Au в шлихах шириной 430 м со средним содержанием 8–10 знаков Au на шлиховую пробу, максимум составляет 21 знак.

Минерализованная зона в центральной части поискового участка прослежена в южном направлении геологическими маршрутами с применением проходки копушей глубиной до 0,6 м и заверена несколькими линиями шурфов с расстоянием между линиями 300–400 м. Помимо этого, короткими (до 80 м) линиями шурфов, а также маршрутными исследованиями прослежены минерализованные зоны в южной и западной частях участка.

Поисковые работы третьего этапа позволили получить следующие результаты.

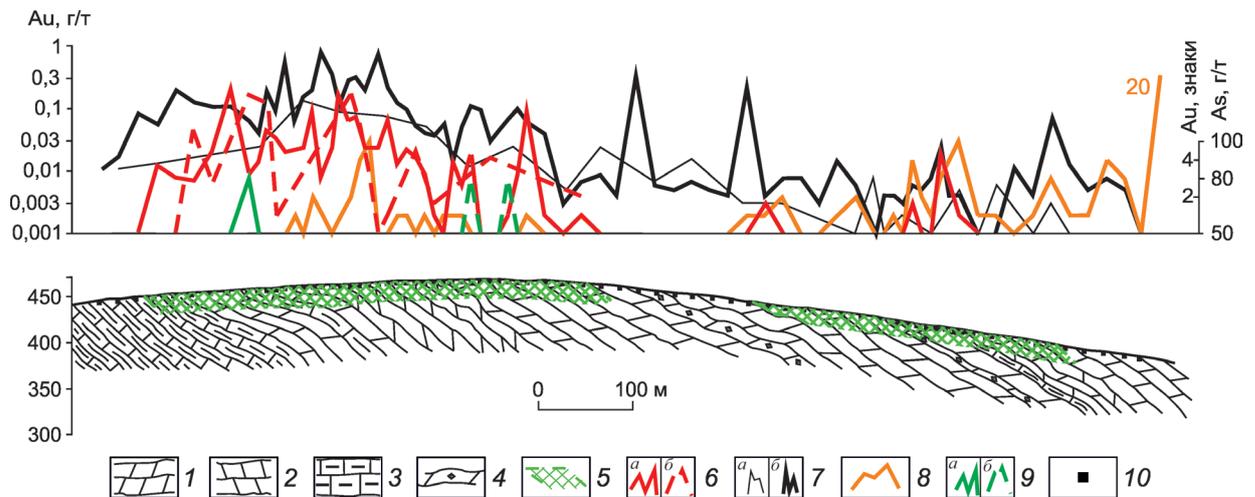


Рис. 4. Геологический разрез по линиям шурфов ПР1, 2 и результаты опробования:

стратифицированные образования: 1 – известково-глинистые сланцы, 2 – известняки серые, бурые, 3 – известняки мраморизованные, 4 – прослои кремнистых известняков; 5 – зоны наиболее интенсивного развития процессов бурошпатизации (анкерит), сульфидизации (пирит), окварцевания с неравномерным распределением кварцевой жильно-прожилковой минерализации; распределение Au: 6 – в коренных породах (а – бороздовые пробы полотна шурфов, б – в сколковых пробах), 7 – в ВОР (а – на глубине 0,3–0,4 м, б – на контакте с коренными породами), 8 – в шлиховых пробах (по количеству знаков Au на шлих); 9 – распределение As в коренных породах (а), в ВОР (б); 10 – шурфы до коренных пород

1. Выявлены два типа золоторудной минерализации: золото-кварц-сульфидный и золото-малосульфидно-кварцевый. Первый тип представлен интенсивно бурошпатизированными (тонкие <0,5 мм прожилки, вкрапленность ромбовидного анкерита), серицитизированными, сульфидизированными (вкрапленность пирита до 3–5 об. %), умеренно окварцованными минерализованными зонами с неравномерно проявленной, достаточно слабой (в среднем 1–3 прожилка на 1 погонный м) кварцевой жильно-прожилковой минерализацией. Предполагается, что оруденение этого типа формирует крупнообъемные штокверкоподобные минерализованные зоны. Мощность зон достигает 400 м, прослеженная протяженность превышает 1000 м. Второй тип представлен интенсивно окварцованными, бурошпатизированными (сидерит, анкерит), мусковитизированными, сульфидизированными (околожильная вкрапленность пирита) породами. Для этого типа характерны интенсивная кварцевая жильно-прожилковая минерализация (8–10 и более жил и прожилков на 1 погонный м) и достаточно низкая сте-

пень сульфидизации (1–2 об. %). Минерализованные зоны золото-малосульфидно-кварцевого типа образуют протяженные (>1 км) линейные зоны мощностью первые десятки метров предположительно продольной относительно складчатости ориентировки.

2. В минерализованных зонах золото-кварц-сульфидного типа выделяются эпицентры высоких содержаний Au ( $\geq 0,1$  г/т) в первичных ореолах и в ВОР – потенциально рудные зоны. Последние представляют собой участки насыщения прожилками и жилами кварцевого, анкерит-кварцевого составов (до 10–12 на 1 погонный м) и вкрапленностью пирита (до 7–10 об. %). Установленная мощность потенциально рудных зон достигает 150 м, протяженность >800 м.

3. В минерализованных зонах обнаружено несколько генераций кварцевой жильно-прожилковой минерализации:

секущие ( $45\text{--}50^\circ$ ) достаточно мощные (до 5–10 см) жилы и прожилки молочно-белого кварца;

тонкие (<2 мм) до нитевидных разноориентированные прожилки серого, полупрозрачного

кварца, секущие как слоистость, так и кварц первой генерации;

редкие прожилки (до 1,5 см) хрусталевидно-го кварца; по данным шлихового опробования отмечены единичные сростки золота с хрустале-видным кварцем.

4. Основной рудный минерал – пирит (99 об. %) – образует вкрапленность (от  $\leq 0,5$  до 4 мм и более) во вмещающих породах. Среди морфологических форм преобладают кубические монокристаллы и их сростки (до 80% объема сульфидной массы). Менее распространены кристаллы кубоктаэдрической и октаэдрической (до 25%), пентагондодекаэдрической (до 10%) форм. Примеси – халькопирит, сфалерит, галенит, самородное золото. Атомно-абсорбционный анализ шлиховых проб и монофракций пирита показал, что золото, вероятно, содержится и в свободной форме, и в пирите, причем его количество в кристаллах сложных форм не превышает концентраций в кубическом пирите. Шлиховым опробованием установлено, что золото, как правило, присутствует в шлихах, отличающихся обильным содержанием пирита сложных форм.

Итоги работ демонстрируют успешность применения новой методики поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах Енисейского кряжа. Новая методика базируется на известных методах и способах изучения делювиально-элювиальных отложений, применяемых для поисков месторождений рудных полезных ископаемых: методах оконтуривания делювиальных свалов рудных тел, копушения, минералогическом, минералого-геохимическом, литохимическом.

Новыми и наиболее эффективными направлениями методики являются:

применение комплекса геологических, геофизических и геохимических исследований по опорным профилям, позволяющего уже на ранней стадии изучения определить наиболее перспективные зоны складчато-разрывных деформаций и участки в пределах исследуемых площадей;

литохимическое по ВОР опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений, которое дает возможность максимально точно локализовать золотоносные минера-

лизованные зоны, непосредственно определить участки для последующих горно-буровых работ и, соответственно, минимизировать затраты на проведение геологоразведочных работ.

Установлена важная отличительная особенность золоторудной минерализации участка Южный: минерализованные зоны золото-кварц-сульфидного типа локализованы в терригенно-карбонатных отложениях свит аладьинской и карточки объединенных сухопитской серии среднего рифея. Известно, что подавляющее большинство золоторудных месторождений Енисейского кряжа связано с нижележащими туфогенно-карбонатно-терригенными флишоидными черносланцевыми углеродсодержащими отложениями раннего – среднего рифея (удрейская, горбилоская, кординская свиты) [1, 6, 7]. Таким образом, впервые в регионе прогнозируется выявление крупнообъемного золоторудения линейно-штокверкового типа с невысокими средними содержаниями золота в терригенно-карбонатных отложениях свит аладьинской и карточки.

Помимо комплекса поисковых работ, проведены опытно-методические в пределах объекта-эталоны – Марокского прогнозируемого золоторудного месторождения – в целях изучения состава и морфоструктурных особенностей вторичных литохимических ореолов. Марокское месторождение, выявленное в ходе предшествующих поисковых работ (В.А.Москалев и др., 2012 г.; Т.Е.Анненкова и др., 2012 г.), входит в состав Нижне-Чиримбинского рудно-россыпного узла, который охватывает центральную часть Средне-Ишимбинской перспективной площади. Опытно-методические работы включали опробование элювиально-делювиальных образований на всю их мощность по канаве, пройденной вдоль достаточно крутого (до 20°) склона западной экспозиции левобережья руч. Мароко, вскрывающей маломощную (до первых десятков метров) золотоносную зону. Опробование осуществлялось по вертикальным сечениям, расположенным на расстоянии 20 м со сгущением до 10 м над золотоносной зоной, с интервалом пробоотбора 0,2 м. Из нижнего слоя элювиально-делювиальных образований, граничащего с коренными породами, также отбирались шлиховые пробы. Кроме рыхлых образований,

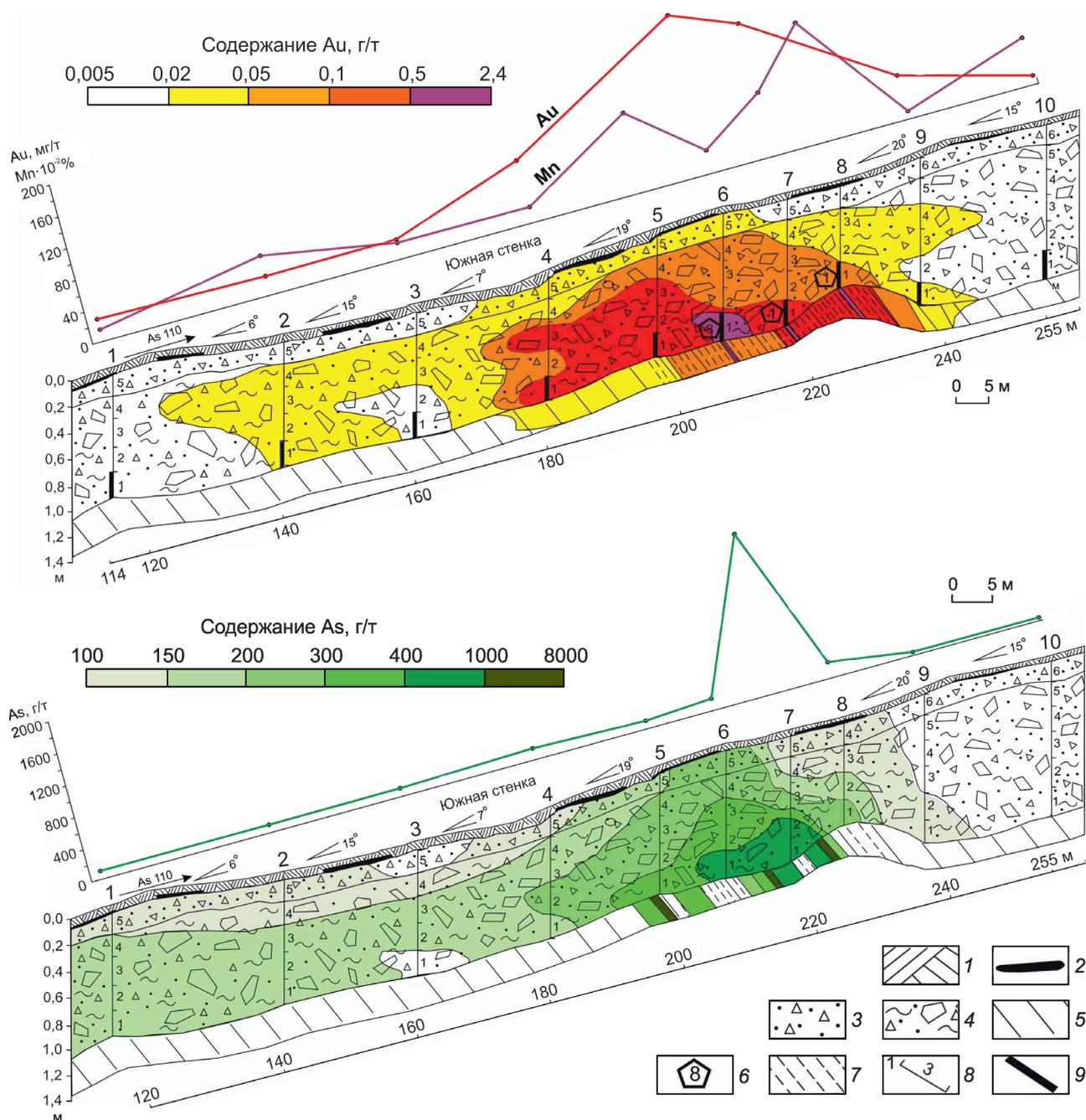


Рис. 5. Вторичные литогеохимические ореолы Au и графики распределения Au, Mn, As в золе сфагновых мхов над золотоносной зоной Южная Марокского рудного поля (с использованием данных В.А.Москалева и др., 2012):

1 – почвенно-растительный слой; 2 – гумусовый слой; 3 – бурая супесь с дресвой, щебнем кварц-хлорит-серицитовых сланцев; 4 – делювий кварц-хлорит-серицитовых сланцев с примесью супеси, суглинков (5–10%); 5 – кварц-хлорит-серицитовые сланцы; 6 – количество знаков Au в шлиховой пробе; 7 – минерализованная зона; 8 – номер сечений и проб ВОР; 9 – места отбора шлиховой проб

опробовались сфагновые мхи, произрастающие над опробованными вертикальными сечениями. Высокая индикаторная роль сфагновых мхов при поисках золотого оруденения в ландшафтных условиях центральной части Енисейского кряжа отмечена предшествующими исследованиями [2, 3].

Опытно-методические работы показали, что строение ореолов элементов-индикаторов в пределах золотоносной зоны весьма сходно. Ореолы низких концентраций (0,005–0,02 г/т для Au и 100–200 г/т для As) вытянуты вниз по склону на многие десятки и, вероятно, сотни метров, и на изученном интервале канавы не оконтурены. Ореолы содержаний соответственно 0,02–0,05 и 300–400 г/т развиты более локально и смещены относительно золотоносной зоны на 50 м для Au и 20 м для As. Наиболее контрастные ореолы Au и As, в отличие от ореолов низких концентраций, не выходят на поверхность, при этом ореолы Au относительно незначительно (20–30 м) смещены, а ореолы As не выходят за границы золотоносной зоны (рис. 5). Шлиховым опробованием в рыхлых образованиях, непосредственно граничащих с золотоносной зоной, установлена знаковая золотоносность, причем максимальное количество знаков Au (8) в гипсометрически пониженной ее части. Кроме того, в золе сфагновых мхов, произрастающих над золотоносной зоной, обнаружены аномально высокие содержания Au, As и Mn.

Анализ распределения содержаний Au и As в разрезе рыхлых образований выявил, что в области развития наиболее контрастных ореолов элементов практически монотонно увеличиваются их концентрации с глубиной, особенно резко на контакте с коренными породами, причем содержания Au заметно превосходят таковые в последних. Это, вероятно, обусловлено гравитационным обогащением нижнего слоя рыхлых образований. В менее контрастных ореолах данная тенденция практически не наблюдается. Синхронное поведение Au и As в ореолах рассеяния объясняется значимой положительной корреляционной зависимостью с достаточно высоким (0,55) коэффициентом корреляции между содержаниями этих элементов. Расчет средних содержаний в ореолах рассеяния над золотонос-

ной зоной (сечения 4–8) показал, что горизонт опробования при поисковых работах по ВОР (на глубине 0,3–0,4 м), залегающий под почвенно-растительным слоем, обеднен золотом по сравнению с коренными породами почти в десять раз, мышьяком – почти в три раза.

Выяснено, что вторичные литогеохимические ореолы Марокского рудного поля развиваются по наиболее характерному для таежных ландшафтов данной части Енисейского кряжа дефлюкционному типу. Слабоконтрастные ореолы полностью открыты и легко обнаруживаются при геохимических поисках в поверхностном варианте. Смещение ореолов низких концентраций относительно коренного источника составляет многие десятки и, вероятно, сотни метров, а более контрастных не превышает 20–30 м. Единственный, по имеющимся аналитическим данным, элемент-спутник золота – мышьяк, распределение концентраций которого в разрезе ВОР весьма сходно с золотом. Мышьяк связан с золотом значимой положительной корреляционной зависимостью. В разрезе контрастных вторичных ореолов рассеяния с глубиной практически монотонно возрастают содержания Au и As, особенно резко на границе с золотоносной зоной. При этом наблюдается почти 10-кратное для Au и 3-кратное для As обеднение почв по сравнению с коренным источником. Подтверждена эффективность биогеохимического метода поисков по сфагновым мхам, однако его применение целесообразно только в закрытых и полужакрытых ландшафтах. Установлено также, что эффективность определения золота в ВОР увеличивается с глубиной пробобора и наиболее благоприятна глубина 0,6–0,8 м. Вместе с тем, слабый ореол золота обнаруживается стандартным литогеохимическим опробованием на глубине 0,3–0,4 м.

Итак, выполненные исследования свидетельствуют о высокой степени эффективности и информативности новой методики поисковых работ в сложных горно-таежных ландшафтах. Выявлены основные поисковые критерии и признаки локализации золоторудной минерализации в пределах поискового участка Южный Средне-Ишимбинской перспективной площади. Установлен последовательный ряд: рудоконтролирую-

щая зона складчато-разрывных деформаций – золотоносные минерализованные зоны – потенциально рудные зоны.

Наиболее информативная и эффективная часть методики – литогеохимическое опробование нижней продуктивной части делювиальных отложений в комплексе со шлиховым и сколковым опробованием, наиболее четко характеризующее истинное положение золотоносных минерализованных зон и потенциально рудных зон в их пределах и позволяющее максимально точно определить участки аномальных концентраций золота в коренных породах и места заложения горных выработок для продолжения геологоразведочных работ в целях локализации прогнозных ресурсов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геологическое* строение золоторудных месторождений и опыт геологического обслуживания сырьевой базы компании «Полюс» в Красноярском крае / В.К.Совмен, Ю.М.Страгис, А.А.Плеханов и др. – Красноярск: Полюс, 2009.
2. *Загоскин В.А.* Высокоэффективные технологии геохимических поисков руд и россыпей в таежных и субарктических ландшафтах. – М.: Пробел, 2009.
3. *Зеликсон Б.С.* Биогеохимические поиски золота в горно-таежных ландшафтах / Тез. докл. научно-

практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых – состояние и перспективы» памяти А.И.Кривцова // Руды и металлы. 2011. № 3–4. С. 64.

4. *Иванов А.И.* Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). – М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014.
5. *Иванов А.И.* Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы. 2014. № 1. С. 36–42.
6. *Модели* месторождений золота Енисейской Сибири / С.С.Сердюк, Ю.Е.Коморовский, А.И.Зверев и др. – Красноярск: СФУ, 2010.
7. *Gold-ore* Metallogeny of the Yenisey Ridge: Geological-Structural Province, Structural Types of Ore Fields / A.M.Sazonov, A.A.Ananyev, T.V.Poleva et al. // Engineering & Technologies. 2010. Vol. 4. № 3. P. 371–395.

*Мансуров Ринат Халитович*  
rinman81@bk.ru

*Зеликсон Борис Самойлович*  
zelikson@tsnigri.ru

*Курмаев Александр Викторович*  
kurmaev@tsnigri.ru

#### EXPRESS METHOD OF PROSPECTING OF GOLD DEPOSITS IN DIFFICULT MOUNTAIN-TAIGA LANDSCAPES ON THE EXAMPLE OF PROSPECTING OF LODGE GOLD MINERALIZATION WITHIN THE SREDNE-ISHIMBINSKAYA AREA

R.Kh.Mansurov,  
B.S.Zelikson,  
A.V.Kurmaev

*The paper demonstrates the new express method's application. The area studied lies in the Sredne-Ishimbinskaya area of the Yenisei gold province. The method combines a traditional set of geological, geochemical and geophysical techniques and a new prospecting approach. The latter is the basal talus sampling combined with panning. This combination proved to be a good tool in pinpointing the lode gold mineralized zones and prospective smaller structures within them.*

*Key words: prospecting of gold deposits, mountain taiga landscapes, informative layer of talus deposits, gold mineralized zones, Yenisei gold province.*