

УДК 550.83

Памяти Владимира Марковича Новоселецкого посвящается

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ РУДНОГО ЗОЛОТА НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

© 2008 А.С. Долгаль¹, Л.А. Христенко²

¹Горный институт УрО РАН, Пермь, 614007;
e-mail: dolgal@mi-perm.ru

²Пермский государственный университет, Пермь, 614990

В работе описана история проведения разнообразных геофизических съемок при поисках рудного золота на восточном склоне Кузнецкого Алатау. Проведен краткий обзор применяемых комплексов геофизических методов, проанализирована их эффективность для поиска месторождений различного типа. Обоснованы предложения по оптимизации комплексирования геофизических методов и усовершенствованию методики интерпретации геофизических данных с использованием компьютерных технологий. Намечены пути повышения геологической результативности геофизических исследований.

Ключевые слова: Кузнецкий Алатау, геофизические исследования, золото, месторождение.

ВВЕДЕНИЕ

Добыча золота во многом определяет уровень развития государства. Возрастание спроса на золото, который в ближайшей перспективе будет продолжаться, требует дальнейшего увеличения его добычи. Геологоразведочными работами, выполненными в последние годы в Центральной Сибири, не удалось нарастить достаточный промышленный сырьевой потенциал рудного золота. Действующие горнодобывающие предприятия слабо обеспечены запасами, резерв разведанных золоторудных месторождений отсутствует (Сердюк, 1997).

В связи с этим особую актуальность приобретает проблема повышения эффективности поисков золотого оруденения, как в пределах известных золоторудных районов, так и на новых перспективных площадях. Важную роль при этом играют геофизические методы, отличительными чертами которых являются высокая мобильность и производительность, возможность опосредованного поиска закрытых площадей, глубинность исследований, равномерность изучения больших территорий, сочетание методов прямой и косвенной индикации оруденения.

Кузнецкий Алатау представляет собой горный хребет на юге Сибири, расположенный между Кузнецкой и Минусинской котловинами.

Хребет является водоразделом между притоками Оби - реками Томью и Чулымом, его длина составляет примерно 300 км, а ширина - 50 км. Средняя высота гор Кузнецкого Алатау находится в пределах 1000 -1200 м, высшая точка (гора Верхний Зуб) имеет отметку 2178 м (рис. 1).

В пределах Кузнецкого Алатау распространены разновозрастные месторождения золота разнообразных формационных типов. Месторождения располагаются в совмещенных структурно-вещественных комплексах, которые в совокупности характеризуются сложными фациальными и фазовыми соотношениями разно-

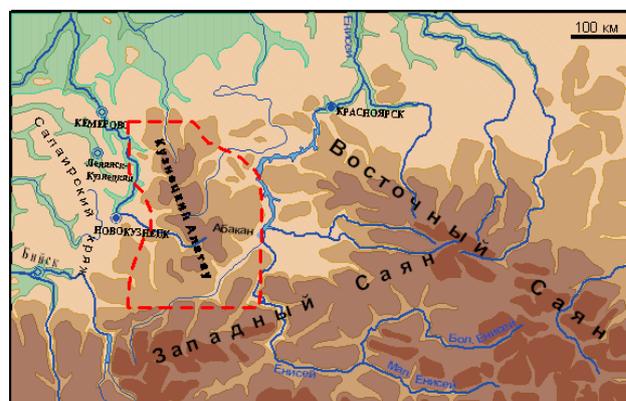
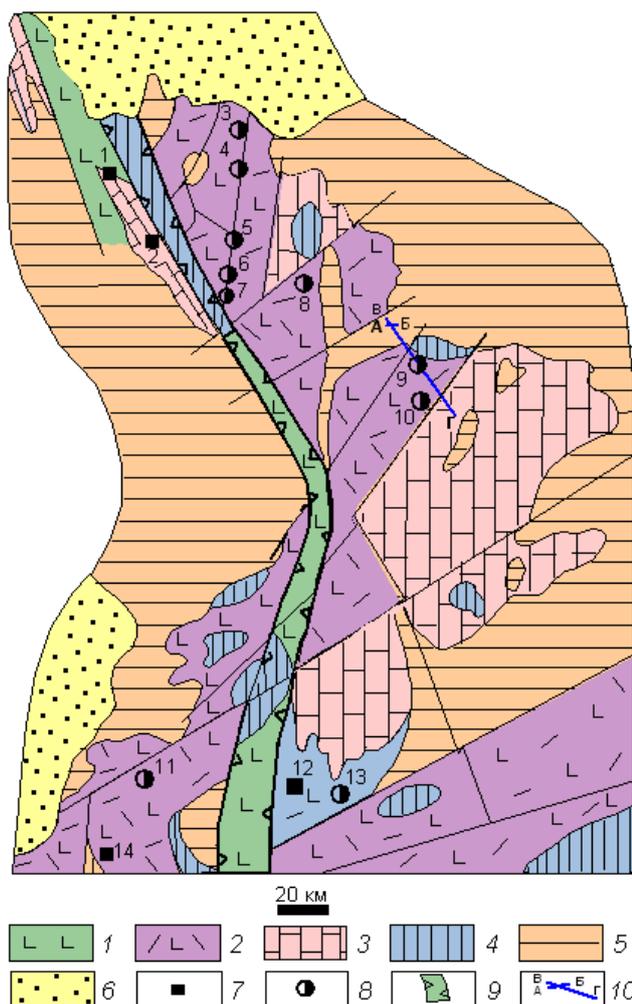


Рис. 1. Обзорная карта (пунктир - контур района, приведенного на рис. 2).

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

возрастных магматических, метаморфических, осадочных и рудных формаций. Месторождения группируются в меридиональном направлении вдоль Кузнецко-Алтайского глубинного разлома (КАР) и образуют Главный золоторудный металлогенический пояс Кузнецкого Алатау, имеющий длину около 600 км при ширине 30-90 км. Внутри этого пояса рудные зоны и районы имеют очаговый тип размещения - они приурочены к участкам пересечения КАР с опеляющими и поперечными к нему разрывами. Такие участки являлись максимально проницаемыми для сосредоточенно-направленного движения стационарных магматических расплавов и гидротермальных растворов, в результате чего в них сформировались промышленные месторождения золота (рис. 2). Вертикальный диапазон распространения промышленного оруденения в золоторудном металлогеническом поясе оценивается в 3-5 км, в рудных зонах и районах - 1.5-3 км (Алабин, 1998).

В статье рассматривается ряд вопросов, связанных с комплексированием геофизических методов, применительно к поискам золотого оруденения различных морфогенетических типов на восточном склоне Кузнецкого Алатау.



Геофизические методы широко применялись и продолжают применяться при поисках золоторудных месторождений в различных регионах бывшего СССР. Разработаны рациональные комплексы геофизических методов, учитывающие специфику физико-геологических условий исследуемых территорий, накоплен богатый опыт решения различных геологических задач путем применения этих комплексов. Необходимо отметить, что сформировавшиеся в 1970-1980 гг. взгляды на комплексирование геофизических методов при поисках рудного золота до настоящего времени не подвергались принципиальным изменениям.

Анализ фондовых материалов по золоторудным объектам, расположенным на территории Хакасии и Красноярского края, а также изучение опыта геофизических исследований в других регионах - Северо-Востоке, Приморье, Якутии, Восточном Забайкалье, Урале, Кольском полуострове, Казахстане, Средней Азии (Геофизика..., 1980; Комплексирование..., 1984; Никитин, Хмелевской, 2004; Носырев, 2000; Стогний, Стогний, 2000; Червоный, 1998) свидетельствуют о том, что:

1. Основными задачами геофизических исследований при поисках рудного золота являются: уточнение геологического строения изучаемых площадей и дальнейшая локализация рудоперспективных участков на основе косвенных поисковых критериев (структурных, литолого-фациальных, магматических); выделение и оконтуривание рудолокализирующих и рудомещающих зон гидротермальной проработки; выявление зон сульфидной и графити-

Рис. 2. Схема расположения золоторудных месторождений в пределах Кузнецкого Алатау (по Л.В. Алабину (1998)).

Структурно-вещественные комплексы: 1 - офиолиты ($R_3 - \epsilon_1$), 2 - дуниты, габбро, андезиты, базальты, плагиограниты ($V - \epsilon_2$), 3 - карбонатные породы ($R_3 - \epsilon_1$), 4 - граниты, гранодиориты, диориты ($\epsilon_2 - S$), 5 - красноцветные конгломераты, субщелочные гранитоиды, песчаники (D-K), 6 - рыхлый чехол (J-K); месторождения: 7 - золото-скарновые (1 - Ольгинское, 2 - Базанское, 12 - Лебедское, 14 - Синюхинское); 8 - золото-сульфидно-кварцевые (3 - Комсомольское, 4 - Беркульское, 5 - Первомайское, 6 - Ударное, 7 - горы Зеленой, 8 - Саралинское, 9 - Коммунарское, 10 - Балахчинское, 11 - Ульменское, 13 - Верхнемарское); 9 - Кузнецко-Алтайский глубинный разлом; 10 - геофизические профили АБ и ВГ, представленные на рисунках 3 и 5.

стой минерализации; картирование кварцевых жил и зон окварцевания горных пород.

2. Для каждого региона характерны свои физико-геологические особенности проявления и локализации золотого оруденения, определяющие рациональные комплексы геофизических исследований и технологии проведения поисковых геолого-геофизических работ. Практически везде в применяемые комплексы геофизических методов включены: магниторазведка, электропрофилеирование в различных модификациях, электроразведка методами естественного электрического поля (ЕЭП) и вызванной поляризации (ВП); реже используются гравиразведка, гамма-спектрометрическая съемка, сейсморазведка, индуктивные методы электроразведки (дипольное электромагнитное профилирование, сверхдлинноволновое радиопрофилирование и т.п.), метод переходных процессов (МПП), вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), пьезоэлектрический метод, геоэлектрхимические методы.

3. Характерной чертой применения геофизики в целом ряде золоторудных районов является двухстадийное выполнение геофизических съемок с решением четко определенного круга поставленных геологических задач на каждом этапе (масштабе) исследований. Как правило, осуществляется переход от масштаба 1:50 000 - 1:25 000 к масштабу 1:10 000 - 1:5 000. Последовательная локализация рудоперспективной площади и укрупнение масштаба исследований во многом определяют геологическую эффективность применения геофизических методов.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ ПОИСКОВЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Начало геофизическим исследованиям в Кузнецком Алатау было положено магнитометрическими работами 1917 года на рудниках: Киялых-Узень, Дарьинском и Динамитке. Первыми на территории геофизическими исследованиями, направленными на изучение золотого оруденения, являлись магнитометрические работы 1935 года, проведенные под руководством Н.И. Захаренко с целью разведки Калиостровского золотосодержащего железорудного месторождения. До сих пор эти работы представляют собой яркий пример поисковой эффективности рудной геофизики.

На стадии проектирования была определена сеть наблюдений 40×20 м, исключая возможность пропуска рудных тел с минимальными промышленными запасами золота - 500 кг, что при среднем содержании 7 г/т отвечает эллипсо-

видному рудному телу магнетита массой 7 150 т, с мощностью 6 м, длиной по простиранию 50 м, полуфокусном расстоянии 30 м. Дополнительно была предусмотрена детализация выявленных магнитных аномалий по сети 5×5 м.

Полевые работы дефлекторным магнитометром включали измерения трех компонент (вертикальной и горизонтальной составляющих, азимута вектора напряженности) магнитного поля. В результате по выявленным магнитным аномалиям были подсчитаны предполагаемые запасы железной руды для четырех выявленных магнитовозмущающих объектов. Всего предполагаемые запасы магнетита составили 286900 т. За период эксплуатации с 1940 г. по 1966 г. все линзы Калиостровского участка полностью выработаны; погашено 925000 т руды. Добыто 8482 кг золота, 90% из них добыто из Южной (Большой) линзы при среднем содержании золота 9,2 г/т.

В 1950-1960 гг. планомерные геофизические и геохимические исследования на восточном склоне Кузнецкого Алатау проводили Темир-Туимская и Хакасская геофизические экспедиции, а также геофизические партии и отряды Западной комплексной геологоразведочной и Березовской экспедиций. Значительные площади на восточном склоне Кузнецкого Алатау были покрыты комплексными геолого-геофизическими работами масштаба 1:50 000. Основным видом исследований являлась аэромагнитная съемка. Весьма ограниченно применялась электроразведка методами симметричного электропрофилеирования (СЭП), срединного градиента (СГ), ЕЭП, «искатель жил» (ИЖ), ВЭЗ; в 1959 г. в практику работ была внедрена спектрозолотомерия по вторичным ореолам рассеяния.

Работами этого периода выявлено значительное количество магнитных и радиоактивных аномалий, а также ореолов рассеяния золота и его элементов-спутников. Большая часть выявленных рудоперспективных геофизических и геохимических аномалий не получили должной заверки, их геологическая природа осталась невыясненной. С другой стороны, к началу 60-х годов XX века не было выявлено крупных месторождений рудного золота, требующих дальнейшей разведки.

С 1970 года геофизические работы с целью выделения перспективных на золотое оруденение участков проводила Южная геофизическая экспедиция, с 1995 года - ООО «Геофизик».

Наземные геофизические работы выполнялись комплексом методов, основными из которых являлись магниторазведка масштаба 1:5 000, электроразведка ЕЭП и ВП масштаба 1:10 000. На отдельных объектах выполнялись гравиразведка, профильные гамма-спектрометрические из-

мерения, электроразведка ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, МПП. В 1983 году в практику работ был внедрен метод частичного извлечения металла (ЧИМ), в 1993 году - газортутная съемка.

В качестве поисковых критериев при выделении рудоперспективных участков выступали: аномалии повышенной поляризуемости горных пород; интенсивные отрицательные аномалии потенциала ЕЭП; линейные зоны понижения интенсивности магнитного поля; повышенные содержания золота в пробах ЧИМ; отражающиеся в физических полях тектонические нарушения и узлы их пересечения, контролирующие размещение кварцевых жил и зон прожилкования; повышенные содержания калия, свидетельствующие о процессе калишпатизации, сопровождающем рудный метасоматоз, а также вторичные ореолы рассеяния золота, выявленные литогеохимической съемкой.

Комплексная интерпретация геофизических материалов базировалась на методе аналогий: заключения о перспективности участков строились на визуальной оценке приуроченности известных золотоносных объектов к определенным типам физических полей и на наличии аналогичных аномалий на исследуемой площади.

За многолетний период был накоплен значительный опыт проведения полевых и камеральных геофизических работ в различных физико-геологических условиях. На основе геофизических материалов и представленных рекомендаций выявлены Каратовское месторождение; рудный штокверк на Майском месторождении; золоторудные зоны на Дорожном участке Тибекско-Майского рудного поля; Тургаюльское рудопоявление; прослежена рудоконтролирующая Игр-Гольская зона смятия пород; протрассирована и продолжена в восточном направлении Сахарская золотоносная зона.

Однако необходимо отметить ряд моментов, оказавших негативное влияние на информативность проведенных геофизических исследований:

1. Геофизические работы выполнялись, в подавляющем большинстве случаев в масштабах 1:10 000 - 1:5 000, в пределах небольших по площади, разрозненных в пространстве участков. Объектами поисков являлись, как правило, отдельные рудные тела, а не рудоконтролирующие или рудовмещающие зоны. При этом методика полевых наблюдений и последующая интерпретация материалов были ориентированы на какой-либо единственный (чаще всего - жильный золото-кварцевый) морфо-генетический тип оруденения.

2. В недостаточном объеме проводилось изучение физических свойств горных пород и руд, в результате чего не были сформированы пе-

трофизические модели известных золоторудных месторождений и проявлений. Для определения петрофизических характеристик в естественном залегании совершенно не использовались параметрические наблюдения и методы ГИС.

3. Очень слабо освещалось, либо совсем не исследовалось геофизическими методами глубинное строение золоторудных районов, узлов и полей, а также не анализировались региональные закономерности размещения золотого оруденения, отражающиеся в физических полях.

4. На этапе интерпретации геофизических данных весьма ограниченно использовались математические методы и компьютерные технологии, позволяющие извлекать дополнительную геологическую информацию из данных полевых наблюдений.

5. Не выполнялось обобщение имеющихся геофизических материалов в рамках тематических исследований.

Изучение рудопоявления ключа Тепло-го - Григорьевского лога (участок Попутная Ивановка), проведенное в 80-х годах XX века можно привести в качестве одного из примеров узкой направленности геолого-геофизических исследований, не учитывающей возможности обнаружения золотого оруденения генетического типа, нетрадиционного для территории.

В начале XX века в Григорьевском логу была отработана богатая погребенная россыпь высокопробного золота. Россыпь длиной около 300 м и шириной от 8 до 100 м была приурочена к зоне контакта мраморизованных известняков усинской свиты и углисто-глинисто-кремнистых сланцев полуденной свиты. Она дала около 2 тонн золота при содержаниях около 2 г/м³. Золото в россыпи было в основном крупное, в сростании с кварцем, лимонитом или в «рубашке» из гидроокислов железа и марганца. Часто встречались самородки весом до 25-40 г и даже более крупные.

Поиски коренного оруденения предпринимались неоднократно, начиная с 1910 года, но были безуспешными. Геофизические работы 1980 - 1986 гг. на данной территории методами магниторазведки, электроразведки ВП-СГ, ЕЭП, ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, зондирования методом переходных процессов (ЗМПП) масштаба 1:5 000 - 1:10 000 были направлены на выделение мелких интрузий диоритов, к которым приурочены золотосодержащие кварцево-жильные образования, а также на оконтуривание зон сульфидной минерализации. В результате последующих геолого-поисковых работ были сделаны выводы об отсутствии промышленных перспектив площади на оруденение золото-кварцевого и золото-кварц-сульфидного типов.

Анализ результатов геофизических иссле-

дований, проведенных Южной геофизической экспедицией, по участку Попутная Ивановка (рис. 3 на 3-й стр. обложки), позволяет предположить развитие здесь древних рудоносных кор выветривания, характеризующихся отрицательными локальными магнитными аномалиями; пониженными значениями кажущегося электрического сопротивления и потенциала ЕЭП; высокой продольной проводимостью выделяющихся в разрезе геоэлектрических горизонтов. Наиболее высокие значения продольной проводимости (до 30 См и более) отмечаются в нижней части геоэлектрического разреза, на глубинах от 100-150 м до 400 м. Следует отметить, что пробуренные в 1983-1986 гг. Минусинской геологоразведочной экспедицией скважины вскрыли типичный разрез каолининовой коры выветривания, однако опробование керна ограничилось лишь интервалами, представленными интрузивными породами.

Зафиксированный в северной части профиля пятислойный тип кривых ВЭЗ (КНК : $r_1 < r_2 > r_3$, $r_3 < r_4 > r_5$, где r_N - сопротивление слоя, N - номер слоя в разрезе, начиная от дневной поверхности) отвечает высокоомному блоку мраморизованных известняков. В южной его части горизонтом пониженного сопротивления отмечается наличие в разрезе терригенно-сланцевой толщи. Внутри этой толщи по данным электроразведки предполагается наличие горизонтов повышенной трещиноватости, благоприятных для циркуляции гидротермальных растворов и рудоотложения. Результаты моделирования геоэлектрического разреза по данным ВЭЗ позволили проследить проводящий объект, отождествляемый с корой выветривания до глубины более 400 м.

Подводя итог ретроспективному анализу выполненных исследований, следует акцентировать внимание на некоторых особенностях используемых геофизических технологий поисков золотого оруденения:

1. В целом использующиеся комплексы геофизических методов отвечали физико-геологическим условиям проведения работ и обеспечивали решение поставленных геологических задач.

2. Однако, в ряде случаев, отмечались излишние усложнения при проведении полевых работ, не оправданные с геолого-экономических позиций. В первую очередь вышесказанное относится к площадной газортугометрии (вспомогательного, по сути, метода) и к технологии выполнения комплексных геофизических работ, при которой для общего 1:10 000 масштаба исследования площади проводились магнитные съемки масштаба 1:5 000. Во-первых, выделение мелких магнитовозмущающих объектов, не фиксирую-

щихся при основном масштабе, является задачей следующего этапа исследований; во-вторых — принципиальных различий в картах изодинам магнитного поля 1:10 000 и 1:5 000 при экспертной оценке не отмечается. Добавим, что аналогичные заключения о рациональном масштабе исследований были получены при искусственном разряде сети измерений магнитного поля 50×10 м на Олимпиадинском золоторудном месторождении, что послужило обоснованием для проведения магниторазведки в масштабе 1:10 000 на флангах Верхне-Енашиминского рудного узла в дальнейшем (Червоный, 1998).

3. Электроразведка методом ВП проводилась преимущественно в модификации СГ, которая не обеспечивает равномерную глубинность изучения геоэлектрического разреза и характеризуется меньшей контрастностью аномалий η_k и ρ_k , чем модификации дипольного электрического профилирования (ДЭП) или СЭП. Не изучались также частотно-временные характеристики ВП, которые можно применять для разбраковки источников аномалий поляризуемости по вещественному составу.

4. Выполненные в больших объемах зондирования геоэлектрического разреза методом ВП в модификации центрального электрода (ВП-ЦЭ) обладают меньшей разрешающей способностью, чем ВЭЗ-ВП. Это является следствием разрядки шага измерений в области малых разносов питающей линии АВ (по сравнению с установкой ВЭЗ), а также недостатков имеющихся алгоритмов количественной интерпретации материалов.

5. На участках с плохими условиями заземлений не использовались индуктивные методы электроразведки (дипольное электромагнитное профилирование (ДЭМП), сверхдлинноволновое радиопрофилирование (СДВР), бесконтактное измерение электрического поля (БИЭП) и др.), что привело к снижению достоверности зафиксированных аномалий кажущегося электрического сопротивления.

В настоящее время становится очевидным, что традиционно применяющиеся комплексы методов, технология и интерпретация наземных геофизических исследований для целей поисков рудного золота в регионе нуждаются в усовершенствовании.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оптимизацией комплекса методов является определение такого их сочетания, которое позволяет получить информацию, необходимую для решения поставленных геологических задач при

минимальных затратах труда, времени и средств или возможно большее количество информации при заданных ограничениях указанных ресурсов (Боровко, 1979).

Единого подхода к методологии оптимизации комплекса геофизических методов до сих пор не выработано, также как и не существует исчерпывающего определения критериев оптимальности, на основе которых необходимо решать поставленные задачи. В частности, основными принципами, определяющими выбор наилучшего варианта комплексирования различных методов исследования, могут являться: принцип последовательных приближений; принцип полноты; принцип специализации; принцип аналогии; принцип наибольшей эффективности (Методические рекомендации..., 1982).

Геофизические исследования в процессе геологоразведочных работ, направленных на укрепление и расширение минерально-сырьевой базы рудного золота на восточном склоне Кузнецкого Алатау, представляется целесообразным разбить на три этапа (стадии):

1. Изучение глубинного строения известных золоторудных районов, выявление глубинных факторов, контролирующих размещение золотого оруденения и прогнозирование новых площадей в ранге предполагаемых рудных узлов (площадь десятки - первые сотни км²) для проведения дальнейших поисковых работ. Масштаб исследований 1:500 000 - 1:200 000. Глубина исследований — не менее 5 км. Определение прогнозных ресурсов по категории P₃.

На данной стадии необходимо проведение как тематических работ с целью изучения глубинного строения крупных территорий и выявления региональных геофизических поисковых критериев золотого оруденения, так и выполнение полевых геофизических наблюдений по серии региональных профилей. Основными исходными материалами для тематических исследований должны служить результаты гравиметрической съемки масштаба 1:200 000 и сводная карта аномального магнитного поля (ΔT)_a масштаба 1:200 000. Необходимо также привлечение геохимических и геологических данных. Интерпретацию геофизических материалов при изучении глубинного строения золоторудных районов необходимо проводить с использованием современных компьютерных технологий, на базе сочетания трансформаций и формализованного комплексного анализа (алгоритмов распознавания образов) в 3D-модификации, а также решения обратных задач методом подбора. Результативными характеристиками золоторудных районов для данного масштаба исследований будут являться: положение в рудной провинции; приуроченность к определенному геотектониче-

скому блоку; тип земной коры, мощность и состав гранито-гнейсового слоя, морфология и строение внутрикоровой поверхности; геотектонический режим развития; расчлененность блоков глубинными разломами; положение и строение древнего кристаллического фундамента; соотношение магматических, осадочных и метаморфических образований; металлогеническая специализация магматических комплексов; рудоносные формации и промышленно-генетические типы оруденения; региональный метаморфизм, степень и характер его проявления; закономерности размещения рудных районов, отражающиеся в физических полях (Комплексирование..., 1984; Никитин, Хмелевской, 2004)

Полевые геофизические наблюдения целесообразно выполнить по нескольким опорным профилям, длиной до нескольких сотен километров, пересекающим основные золоторудные районы методами глубинной электроразведки: зондированием вертикальными токами ЗВТ (Балашов и др., 2000) или аудиоманнитотеллурическим зондированием АМТЗ (Елисеев и др., 2000), гравиразведки и магниторазведки. С позиций геологической информативности крайне желательно включение в комплекс полевых наблюдений сейсморазведки методом общей глубинной точки (МОГТ) с длиной записи сейсмического сигнала 10 с и более. Выполнение профильных геофизических наблюдений позволит получить принципиально новую геологическую информацию о глубинном (до 5 км и более) геологическом строении крупных рудовмещающих и рудоподводящих структур на основе поведения опорных геоэлектрических горизонтов разреза и распределения в вертикальной плоскости гравитирующих и магнитовозмущающих объектов. Следует отметить, что на основе установленной в последние годы для некоторых регионов отчетливо выраженной взаимосвязи между глубинным строением земной коры и пространственным расположением золоторудных узлов в верхней части разреза, были выделены новые рудоперспективные территории (Носырев, 2000; Стогний, Стогний, 2000).

Возможности использования глубинных геофизических критериев для прогнозирования рудного золота иллюстрирует приведенный ниже пример по Коммунарковскому золотоносному району. Первоначально были обобщены имеющиеся данные о физических свойствах района и построена петрофизическая модель (рис. 4), которая послужила основой моделирования геологического разреза Коммунарковского золотоносного района по гравитационному и магнитному полям. На основе построенной физико-геологической модели (рис. 5 на 3-й стр. обложки) удалось выделить участки, пер-

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

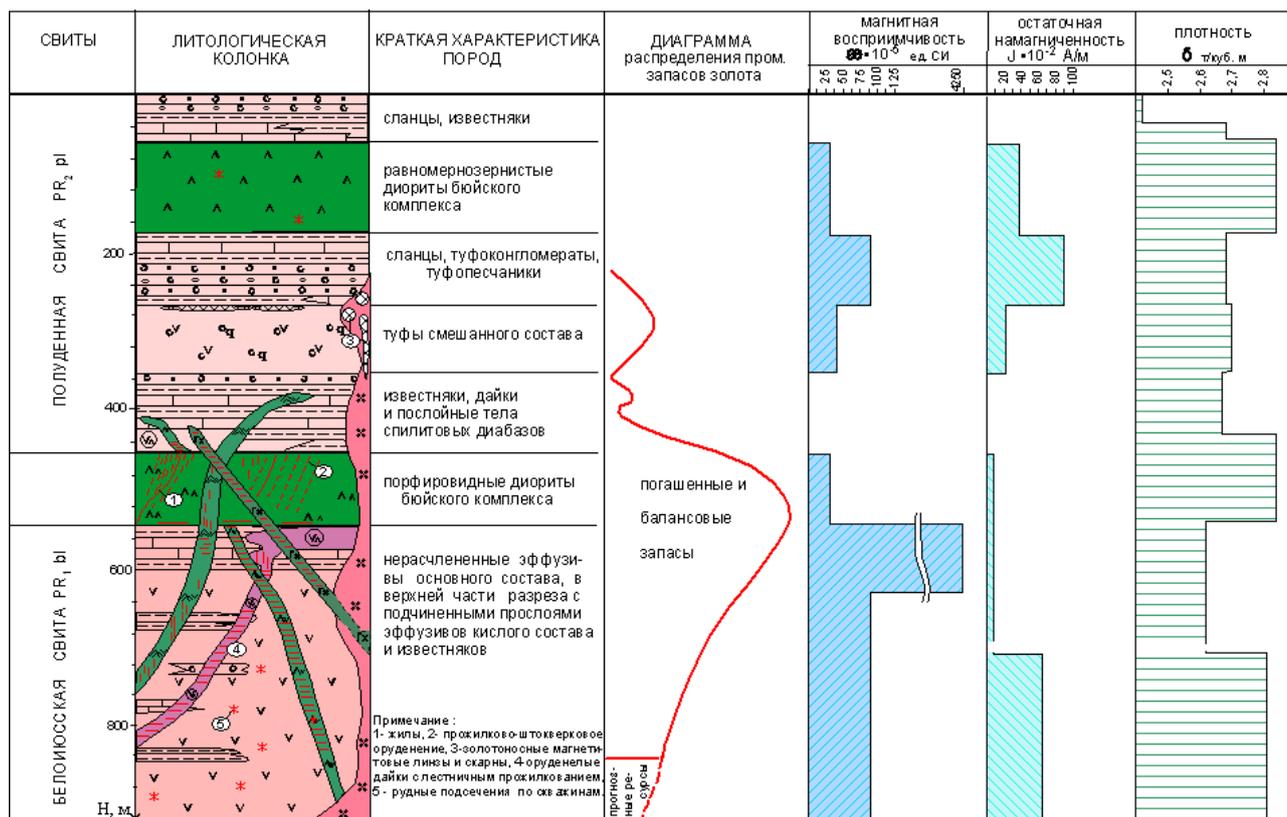


Рис. 4. Петрофизическая характеристика разреза Коммунарковского рудного поля.

спективные на оруденение различных морфогенетических типов.

Участок Кузнецовский является наиболее близким по характеру геофизических полей Коммунарковскому рудному полю. Интенсивные положительные гравитационные и магнитные аномалии, приуроченные к сводовой части горст-антиклинали и несэродированным туфогенно-осадочным отложениям полуденной свиты, развитой на восточном склоне свода, позволяют предположить сохранность здесь продуктивного стратиграфического интервала, в котором локализуется золотое оруденение штокверкового типа.

Особый интерес представляет зона тектонического контакта карбонатно-терригенно-эффузивных отложений Чебаковского грабена и зеленокаменных порфириров Кузнецкого Алатау шириной до 1-1.5 км. В ее пределах развиты интенсивно рассланцованные, трещиноватые и дробленные горные породы, встречаются образования линейной коры выветривания и карста. Участок Попутная Ивановка, описанный выше, расположен именно в этой зоне.

2. Поисковые геофизические исследования в пределах известных и вновь выявленных рудных узлов (при обязательном выходе на их фланги, в область нормальных геофизических полей), с целью локального прогнозирования золотого оруденения и выявления участков (в ранге рудных полей)

площадью 1–10 км², в пределах которых предполагается наличие золоторудных месторождений. Масштаб исследований 1:50 000 - 1:25 000. Глубина исследований – не менее 1 км. Определение прогнозных ресурсов по категории P₃ - P₂.

Известно, что задача локального прогнозирования золотого оруденения только по материалам крупномасштабной комплексной аэрогеофизической съемки (КАГС-25) в сложных физико-геологических условиях не всегда решается однозначно; подавляющее большинство выполненных наземных геофизических работ сконцентрировано в пределах известных месторождений и рудных полей при достаточно слабой геофизической изученности рудных районов в целом; традиционно используемый поисковый комплекс наземных геофизических методов является тяжелым и дорогостоящим. Поэтому представляется оптимальным проводить поисковые геофизические исследования в пределах известных и вновь выявленных рудных узлов с целью выделения перспективных объектов в ранге предполагаемых рудных полей «минимально-необходимым» комплексом методов, включающим в себя:

- в качестве методов площадных исследований гравиразведку, электропрофилирование ВП (в модификациях СЭП или ДЭП), литохимическую съемку по вторичным ореолам рассеяния;
- профильные электрические зондирования

современными методами импульсной 3D-электроразведки (Тригубович, 1999) и ВЭЗ-ВП (глубина исследований не менее 1 км);

- петрофизические исследования, геологические маршруты для заверки выявленных аномалий и небольшой объем горно-буровых работ.

В качестве дополнительных методов в предлагаемый комплекс работ могут быть включены магниторазведка и электроразведка методом ЭЭП. В случае плохих условий заземлений альтернативой электроразведке ВП может являться метод частотной дисперсии (ЧД) и БИЭП на переменном токе, базирующиеся на бесконтактном приеме полезного сигнала от геоэлектрических неоднородностей изучаемого разреза.

Основным масштабом исследований на данной стадии должен являться масштаб 1:25 000. Таким образом, в результате проведения рекомендованных методов исследования в комплексе с материалами КАГС-25, будет получен практически «полный спектр» геофизической информации (поле силы тяжести Δg ; магнитное поле $(\Delta T)_a$; гамма-поле γ ; радиогеохимические поля U, Th, K ; поле кажущегося электрического сопротивления ρ_k ; поле кажущейся поляризуемости η_k ; содержания золота и его микроэлементов-спутников во вторичных ореолах рассеяния) необходимый для выделения и локализации рудоперспективных участков. Комплексная интерпретация этих полей должна базироваться на физико-геологических моделях, индивидуальных для каждого прогнозируемого типа месторождений (Рыбаков и др., 1986).

В результате комплексной геологической интерпретации геофизических данных будет уточнено структурно-тектоническое строение исследуемого золоторудного узла; прослежены крупные пликативные и дизъюнктивные рудоконтролирующие структуры, а также изучено сопряжение их элементов; откартированы рудовмещающие формации, предполагаемые литологические экраны и интрузивные образования; исследовано отношение рудных полей к магматическим комплексам и типы гидротермально-метасоматических изменений (их зональность, интенсивность, морфология); по комплексу геофизических поисковых критериев и прямых поисковых признаков будут локализованы рудоперспективные участки (не более 10 – 15% от изучаемой площади) для проведения геологоразведочных работ следующего этапа (Комплексование..., 1984; Никитин, Хмелевской, 2004).

Прослеживание рудоконтролирующих и рудовмещающих структур профильной электроразведкой на глубину в сочетании с оконтуриванием их в плане площадными геофизическими

съемками позволит повысить достоверность выделения предполагаемых рудных полей. Преобладание наклонных и вертикальных геоэлектрических границ, наличие локальных неоднородностей определяет сложность геоэлектрических условий золоторудных районов Кузнецкого Алатау. Представляет интерес опыт совместного использования методов ЗМПП и ВЭЗ-ВП, полученный в Приморье, где электроразведка давно и весьма успешно применяется для решения широкого круга рудно-поисковых задач. Комплексная интерпретация данных этих двух методов позволяет построить достоверную геоэлектрическую модель, более адекватно отображающую исследуемую геологическую среду (Кашкевич, 2000).

Помимо комплексных геофизических исследований 1:25 000 масштаба, с целью прогнозирования золоторудных полей и зон, следует продолжать тематические исследования по обобщению и переинтерпретации имеющихся геолого-геофизических материалов масштабов 1:50 000-1:10 000 с использованием современных компьютерных технологий. Необходимо также резко усилить роль петрофизических методов на данном этапе исследований.

3. Детальные поисковые геолого-геофизические работы в пределах выявленных рудоперспективных участков с целью выделения отдельных рудных объектов и рудных зон с предварительной оценкой их промышленной значимости. Масштаб исследований 1:10 000-1:2 000. Глубина исследований – до первых сотен метров. Определение прогнозных ресурсов по категории $P_2 - P_1$.

Основной масштаб исследований 1:5 000, при работах на коры выветривания и штокверковое оруденение этот масштаб может быть уменьшен до 1:10 000, при изучении золото-кварцевых объектов – укрупнен до 1:2 000. На данном этапе конечным продуктом геофизических работ являются рекомендации для проведения горно-буровых работ, по результатам которых и оценивается перспективность выявленных объектов на промышленное золотое оруденение.

Типовой комплекс методов на данной стадии включает в себя:

- в качестве основных методов площадных исследований магниторазведку; электроразведку ВП (в модификациях СГ, СЭП, ДЭП);

- электромагнитные зондирования по профилям, удаленным друг от друга на расстояния 50-200 м, с изучением глубин до 200-300 м от дневной поверхности или ВЭЗ-ВП по той же сети;

- профильные работы методами ЧИМ и газортутометрии;

- параметрические наблюдения по линиям шурфов, полотну канав, а также ГИС с целью

определения физических свойств горных пород в естественном залегании (*in situ*) и уточнения поисковых критериев золотого оруденения;

- геологические маршруты, буровые и горно-проходческие работы.

В зависимости от морфо-генетических типов золотого оруденения комплекс может изменяться и дополняться. При работе на участках, где предполагается развитие золотоносных кор выветривания, дополнительно рекомендуется включать в комплекс площадную электроразведку ЭЭП, профильную гравиметрическую съемку и невзрывную сейсморазведку методом преломленных волн. При изучении золото-кварцевых объектов - электропрофилеирование с малым размером приемных линий, векторную электроразведку, электроразведочную томографию. При исследованиях золотоносного карста в комплекс методов, по аналогии с куранахским типом золотого оруденения (Геофизика..., 1980), следует включать наземную гамма-спектрометрию.

Основными задачами детальных поисковых работ являются: изучение структурного положения рудоперспективных зон и объектов в рудном поле; картирование рудоконтролирующих структур (строения, морфологии, размеров, пространственного положения) и зон гидротермально-метасоматических изменений горных пород, определение морфоструктуры выявленных рудоперспективных зон и объектов, оценка их геометрических параметров и содержаний золота (Комплексирование..., 1984; Никитин, Хмелевской, 2004).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ.

Разработка компьютерной интерпретационной технологии, адаптированной к конкретным геологическим задачам и физико-геологическим условиям золоторудных районов Кузнецкого Алатау, является весьма актуальной задачей, но требует сложной и трудоемкой работы. Сегодня можно только кратко перечислить некоторые особенности автоматизированной обработки и интерпретации геолого-геофизических данных применительно к поискам рудного золота и сформулировать предложения по основным элементам компьютерной технологии:

1. Современная геофизическая аппаратура, как правило, обеспечивает цифровую запись информации в энергонезависимые блоки памяти и ее первичное преобразование. Требуется лишь обеспечить совместимость по форматам выходных данных приборов и программ даль-

нейшей обработки (интерпретации). Для ввода топографических карт и графических материалов прошлых лет наиболее целесообразно применять сканеры и последующую векторизацию скан-образов.

2. Результаты измерений физических свойств горных пород необходимо обрабатывать не только на основе вычисления традиционных статистических параметров (среднее, дисперсия, медианное значение и т.п.), но и с применением более сложных алгоритмов (непараметрическая корреляция, факторный анализ, оценка информативности параметров и т.п.) (Пахомов, Пахомов, 1988). Имеется опыт по золоторудным месторождениям Енисейского края, свидетельствующий о возможности уточнения геофизических поисковых критериев золотого оруденения на основе углубленной математической обработки петрофизических данных (Долгаль, Кашкаров, 1990).

3. Золоторудные узлы Кузнецкого Алатау характеризуются горным типом рельефа, т.е. в этих условиях отмечаются искажения геофизических полей, обусловленные криволинейностью поверхности их измерения S . Это обусловлено влиянием «геометрического фактора» - варьированием расстояний $R=R(x, y, z)$ между возмущающими объектами и точками измерений за счет изменений высот $z = z(x, y)$ поверхности S . Поэтому в ряде случаев пространственное расположение и даже количество выявленных геофизических аномалий не всегда отвечает местоположению и числу возмущающих геологических объектов (Хесин, 1969). Возможности традиционных методов трансформации, основанных на использовании цифровых фильтров, в горной местности весьма ограничены.

По мнению авторов, в данном случае представляется целесообразным проводить трансформации геопотенциальных полей на базе истокообразных аппроксимаций (Страхов, 1998). Особую роль при этом играет, по нашему мнению, пересчет полей на горизонтальную плоскость и псевдогравитационное преобразование магнитного поля $(\Delta T)_a \rightarrow \Delta g_{ps}$ (Долгаль, 1999).

Целесообразность пересчета потенциальных полей на горизонтальную плоскость можно проиллюстрировать на модельном примере: (рис. 6): значения магнитного поля ΔT , созданного вертикально намагниченным кубом $J = J_z = 10 \text{ А/м}$ размером $400 \times 400 \times 400 \text{ м}$, зафиксированы на хребтообразной форме рельефа с перепадами высот $100\text{-}1077 \text{ м}$. Верхняя грань куба находится на уровне моря (на отметке $h = 0$). Как очевидно, картина «наблюденного» магнитного поля от этой весьма простой модели, существенно искажается за счет влияния рельефа поверхности измерений. При этом появляются ложные

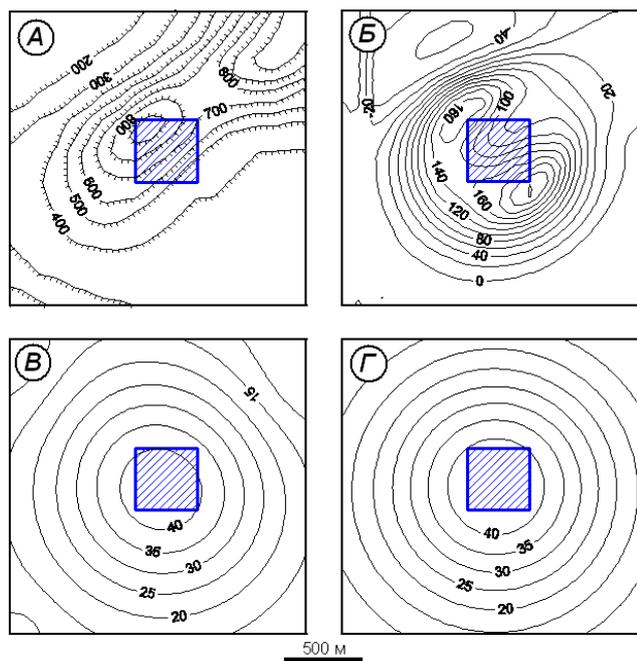


Рис. 6. Пересчет магнитного поля ΔT , созданного вертикально намагниченным кубом, с криволинейной поверхности наблюдений на горизонтальную плоскость (заштрихованный квадрат – проекция верхней грани куба на горизонтальную плоскость). *A* – изогипсы рельефа дневной поверхности, м; *B* – аномалия ΔT от куба на дневной поверхности, нТл, *V* – аномалия на плоскости $z = 1200$ м, полученная в результате аппроксимационного преобразования поля *B*, нТл, *Г* – аномалия от куба на плоскости $z = 1200$ м, полученная путем решения прямой задачи, нТл.

Примечание: среднеквадратическое расхождение полей *B* и *Г* не превышает ± 1.5 нТл.

поля, практически тождественное результату решения прямой задачи.

Псевдогравитационное поле Δg_{ps} нередко предпочтительнее использовать для визуальной геологической интерпретации или трансформации, чем более сложное по морфологии аномальное магнитное поле $(\Delta T)_a$ (рис. 7).

4. В условиях интенсивных помех (в первую очередь геологического происхождения – например, при резкой изменчивости по физическим характеристикам приповерхностного слоя) целесообразно использовать различные приемы пространственной фильтрации данных и выделения слабоконтрастных аномалий (способы обратных вероятностей, межпрофильной корреляции, адаптивной фильтрации и т.п.).

5. Необходимость решения прямых задач весьма большой размерности возникает при выполнении геологического редуцирования полей (с целью исключения влияния известных

экстремумы ΔT , расположенные за пределами проекции источника поля на дневную поверхность. Искаженное пространственное распределение поля на расчленённом рельефе местности может привести к пропуску искомых объектов при проведении горно - буровых работ в эпицентрах выявленных магнитных аномалий, и, как следствие - к ошибочным заключениям о перспективности изучаемых территорий. Пересчёт поля ΔT на горизонтальную плоскость $z = 1200$ м аппроксимационным методом обеспечивает восстановление значений магнитного

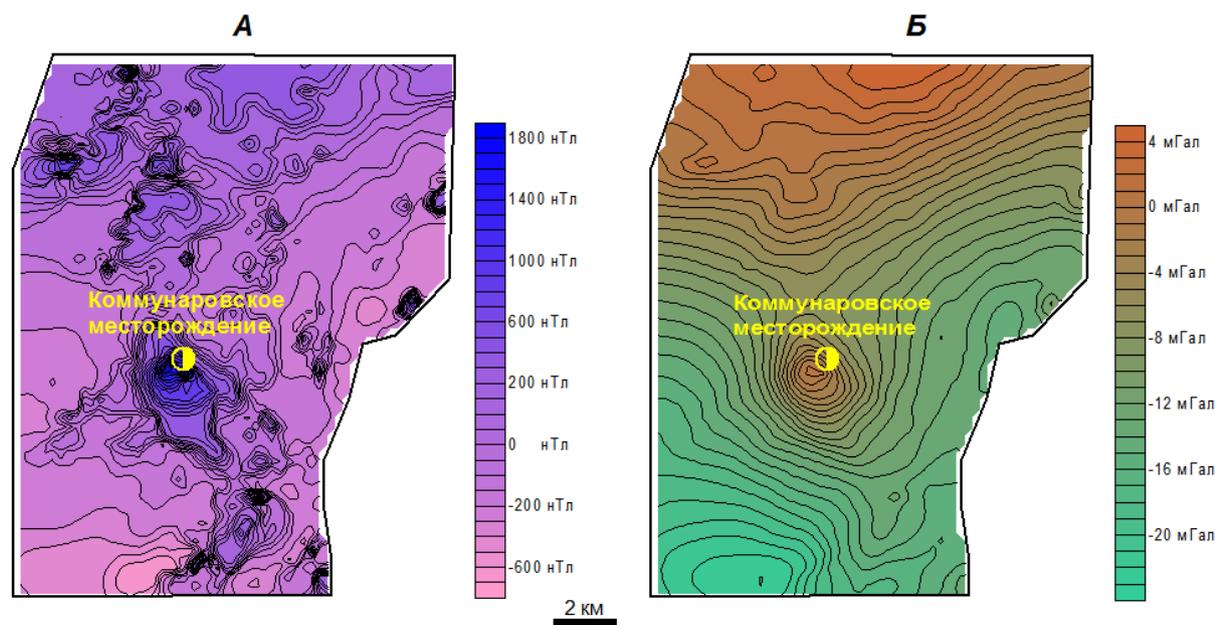


Рис. 7. Псевдогравитационное преобразование аномального магнитного поля Kommunarskoye золоторудного района.

A – карта изодинам аномального магнитного поля $(\Delta T)_a$ (аэромагнитная съемка 1:10 000 масштаба); *B* – карта изоаномал псевдогравитационного поля Δg_{ps} .

геологических объектов). При выборе программ для решения прямых задач основное внимание следует обратить на соответствие принятого способа параметризации среды реальному геологическому строению и ориентироваться, в первую очередь, на универсальные кусочно-неоднородные модели распределения источников в пространстве. Удобными типами элементарных тел при параметризации рудных районов являются кубы, прямоугольные призмы и т.п. простые геометрические формы, образующие сплошную упаковку.

6. Для решения обратных задач в условиях сложно построенных сред, характерных для золоторудных районов, узлов и полей, наиболее целесообразно использовать метод подбора (неформализованный подбор в диалоговом режиме или методы автоматизированного подбора физических и геометрических параметров источников, базирующиеся на минимизации многопараметрических функционалов). В качестве вспомогательных методов могут быть использованы алгоритмы построения глубинных срезов полей (или источников) типа методов сильно сглаженных функционалов (Горячев и др., 2000) или последовательного накопления и разрастания масс (Булах, Левашов, 1987).

7. Синтез полученных различными методами результатов, т.е. практическая реализация системно-гносеологического принципа «выявления устойчивого» (Страхов, 1979), необходима для повышения достоверности конечного итога интерпретации - прогнозирования рудоперспективных объектов. Целесообразно независимо использовать несколько различных алгоритмов совместного анализа физических параметров (полей), с последующим обобщением результатов с целью выявления общих черт и закономерностей. В процессе обработки геофизических материалов в данном случае можно применять расчет комплексного показателя (Вахромеев, 1978), корреляционное и ковариационное сканирование площади; многомерный регрессионный и факторный анализы; алгоритмы безэталонного прогнозирования, в результате которых площадь исследований разбивается на некоторое число однородных по комплексу признаков классов и т.п.; алгоритмы распознавания с обучением на эталонных объектах (Комплексирование ..., 1984; Никитин, Хмелевской, 2004). К алгоритмам распознавания образов (в широком смысле) можно отнести многие формализованные способы совместного анализа различных геофизических параметров (полей).

8. В первом приближении последовательность операций при комплексной интерпретации геофизических полей выглядит следующим образом: обработка петрофизической информа-

ции → трансформация и районирование полей (методная интерпретация данных, преобразованных к узлам равномерной сети для всей площади исследований) → совместный анализ полей и их трансформант с применением алгоритмов распознавания образов → синтез полученных результатов с целью устойчивого выделения аномальных (рудоперспективных) зон → решение обратных задач по профилям, пересекающим выделенные аномальные зоны.

Одной из важнейших задач автоматизированной интерпретации геофизических полей в данном случае является формирование новых геофизических поисковых критериев золотого оруденения на основе закономерностей, не улавливаемых при обычной, визуальной интерпретации материалов. Такими критериями могут являться, например, комплексные показатели, использующие определенный набор нормированных и центрированных значений геофизических параметров (Вахромеев, 1978); характеристики изменчивости (дисперсия, энтропия и пр.) или взаимно-согласованного изменения (ранговая корреляция, ковариация и пр.) физических полей и т.п. Определенный интерес представляет в этом плане опыт картирования геофизическими методами слабоконтрастных сред и прогноза месторождений полезных ископаемых, представленный в работе (Ломакин, 1998).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью повышения геологической эффективности геофизических исследований, выполняющихся на восточном склоне Кузнецкого Алатау для поисков рудного золота, предлагается следующее:

1. При планировании и выполнении полевых геофизических работ не ограничиваться крупномасштабным изучением отдельных перспективных участков, а использовать предлагаемую авторами технологическую схему исследований.

2. При постановке геологических задач, интерпретации геофизических материалов и оценке перспективности площадей ориентироваться не только на золото-кварцевый и золото-кварц-сульфидный, но и на другие морфо-генетические типы золотого оруденения.

3. Параллельно с полевыми геофизическими работами проводить тематические исследования, направленные на прогнозирование рудного золота по геолого-геофизическим данным в пределах известных золотоносных районов и на выявление закономерностей взаимосвязи размещения рудных узлов с глубинным строением территории, с целью выделения перспективных площадей.

4. Усилить роль петрофизических исследований и методов ГИС, являющихся неотъемлемой частью геологоразведочного процесса при изучении золоторудных объектов.

5. Оперативно и качественно проводить геологическую заверку выявленных рудоперспективных геофизических аномалий, с выполнением необходимых объемов горно-буровых работ.

Авторы статьи полностью разделяют мнение Н.Н. Боровко о том, что «основное, что требуется для повышения эффективности поисковых работ – это правильное представление об объекте и условиях поисков. Оптимизация исследований предлагает точную постановку задач каждой стадии исследований в целом и каждого метода, входящего в комплекс, полноценное истолкование полученных данных, оптимальную формулировку последующих практических решений (выбор участков под более детальные исследования и т.п.). Мобилизация этих резервов часто дает намного больше, чем любые усовершенствования применяемых технических средств» (Боровко, 1979). Кроме того, авторы надеются, что приведенный ими анализ комплексов поисковых работ и рекомендации окажут помощь в рациональной организации геофизических исследований в других регионах, перспективных на обнаружение золоторудных объектов различных типов.

Список литературы

- Алабин Л.В.* Металлогения золота Кузнецкого Алатау. Автореф. дисс. док. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1998. 37 с.
- Балашов Б.П., Могилатов В.С., Савченко Г.В., Секачев М.Ю.* Метод зондирования вертикальными токами // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Томск, 2000. Том 2. С. 486-487.
- Боровко Н.Н.* Оптимизация геофизических исследований при поисках рудных месторождений. Л.: Недра, 1979. 230 с.
- Булах Е.Г., Левашов С.П.* Построение геоплотностных моделей методом последовательного накопления и разрастания аномальных масс // Изучение литосферы геофизическими методами (электромагнитные методы, геотермия, комплексная интерпретация). Киев: Наукова Думка, 1987. С. 37-47.
- Вахромеев Г.С.* Основы методологии комплексирования геофизических исследований. М.: Недра, 1976. 152 с.
- Геофизика золоторудных месторождений (Материалы семинара «Применение геофизических методов при поисках золоторудных месторождений») / Под ред. Воларовича Г.П., Рогачева Б.В. М.: ЦНИГРИ, 1980. 291 с.
- Горячев Ю.П., Зубов Д.Е., Мишин А.Н.* Формализованные методы решения обратной задачи гравиметрии и их роль в формировании нулевого приближения геолого-геофизических моделей // Мониторинг геологической среды: активные эндогенные и экзогенные процессы. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2000. С. 189-197.
- Долгаль А.С.* Аппроксимация геопотенциальных полей эквивалентными источниками при решении практических задач // Геофизический журнал. 1999. Т. 21. № 4. С. 71-80.
- Долгаль А.С., Кашкаров А.А.* Петрофизические исследования при поисках золотого оруденения. Методическая разработка. Свердловск: изд-во СГИ, 1990. 15 с.
- Елисеев А.А., Ратников К.Д., Редько Г.В., Федоров А.Б.* Опыт использования аудиоманнителлурических зондирований при решении геологических задач // Тез. докл. 300 лет горно-геологической службе России. Международная геофизическая конференция. Санкт-Петербург, 2000. С. 248-251.
- Кашкевич В.И.* Особенности комплексной интерпретации данных ВЭЗ-ВП и МПП при поисках сульфидных месторождений в Приморье // Тез. докл. 300 лет горно-геологической службе России. Международная геофизическая конференция. Санкт-Петербург, 2000. С. 260-261.
- Комплексирование методов разведочной геофизики: Справочник геофизика / Под ред. Бродового В.В., Никитина А.А. М.: Недра, 1984. 384 с.
- Ломакин А.Б.* Петрофизическое картирование слабоконтрастных сред и прогноз месторождений полезных ископаемых. Санкт-Петербург: Изд-во С-Петербур. ун-та, 1998. 144 с.
- Методические рекомендации по комплексированию геофизических методов при крупномасштабных геологосъемочных работах и поисках месторождений полезных ископаемых. Л.: НПО «Рудгеофизика», 1982. 180 с.
- Никитин А.А., Хмелевской В.К.* Комплексирование геофизических методов: учебник для вузов. Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2004. 294 с.
- Носырев М.Ю.* Геофизические характеристики золоторудных районов Верхнего Приамурья // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Томск, 2000. Т. 2. С. 475-476.
- Пахомов М.И., Пахомов В.И.* Петрофизический метод выделения и оценки метасоматитов. М.: Недра, 1988. 152 с.
- Рыбаков М.Б., Бурдэ А.И., Столпнер М.Н.* Основ-

ные положения и проблемы комплексной геологической интерпретации геофизических материалов // Геофизические методы при геолого-съёмочных работах масштаба 1:50 000 с общими поисками. Л.: НПО «Руд-геофизика», 1986. С. 16-26.

Сердюк С.С. Золотоносные и золото-платиновые провинции Центральной Сибири: геолого-металлогеническое строение и перспективы развития сырьевой базы / Тез. докл. Геология и полезные ископаемые Центральной Сибири. Красноярск: КНИИГиМС, 1997. С. 89–183.

Стогний В.В., Стогний В.А. Региональные геолого-геофизические критерии золотого оруденения Алдано-Станового щита // Тез. докл. 300 лет горно-геологической службе России. Международная геофизическая конференция. Санкт-Петербург, 2000. С. 295-296.

Страхов В.Н. Основные идеи и методы извлече-

ния информации из данных гравитационных и магнитных наблюдений. // Теория и методика интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. М.: Изд. ИФЗ АН СССР, 1979. С. 146-269.

Страхов В.Н. Что делать? (о развитии гравиметрии и магнитометрии в России в начале XXI века) М.: ОИФЗ РАН, 1998. 24 с.

Тригубович Г.М. Импульсная индуктивная электроразведка при исследованиях сложно построенных сред: автореф. дис. док. техн. наук. Санкт-Петербург, 1999. 40 с.

Хесин Б.Э. Рудная геофизика в горных областях. М.: Недра, 1969. 200 с.

Червоный Н.П. Прогнозирование золотого оруденения Верхне-Енашиминского рудного узла по геолого-геофизическим данным / Тез. докл. Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Красноярск, 1998. С. 193-196.

RESULTS AND DEVELOPMENT OF GEOPHYSICAL RESEARCHES FOR PROSPECTING OF ORE GOLD INTO THE EASTERN FLANK OF KUZNETSK ALA-TAU

A.S. Dolgal¹, L.A. Khristenko²

¹ Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences ,
Perm, 614007; e-mail: dolgal@mi-perm.ru

² Perm State University, Perm, 614990

A history review of different geophysical surveys for prospecting of ore gold into the eastern slope of Kuznetsk Ala-Tau is present. A brief summary of applied complexes of geophysical approaches is present. An efficiency of each complex for prospecting of different types of gold deposits is based. Improvements to optimize the geophysical prospecting methods and interpretative computer technology are proposed. A know-how to get better geological results from geophysical investigations is outlined.