УДК 552.08.53(550.834)

СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Хасанов И.М., Шарафутдинов В.М.

ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им Н.А. Шило» Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, e-mail: hasanov@neisri.ru; seismolog@neisri.ru

На основе многолетних авторских полевых и лабораторных исследований создан комплекс геофизических методов, оптимальный при поиске и разведке золоторудных месторождений. Комплекс включает в себя высокоточную магниторазведку, электропрофилирование СГ-ВП или СГ-БИЭП, электрозондирования ВЭЗ-ВП, ЗСБ, петрофизику. Предлагаемый комплекс геофизических исследований апробирован на шести золоторудных месторождениях и показал, что в условиях Северо-Востока России способен решать весь круг основных задач на стадии поисков и разведки наиболее распространенных типов золоторудных месторождений: изучение структурно-тектонических особенностей рудных полей потенциально перспективных участков, исследование масштабов и характера распределения в плане и разрезе наложенной кварцевой, кварц-сульфидной и сульфидной минерализации с последующим выделением наиболее перспективных блоков и зон на выявление золотого оруденения различных морфогенетических и морфологических типов. По сравнению с другими геофизическими комплексами поисков и разведки золоторудных месторождений он является более производительным и менее затратным.

Ключевые слова: геофизические методы, магниторазведка, электропрофилирование, электрозондирование, петрофизика, золоторудные месторождения

MAKING THE OPTIMAL COMPLEX OF THE GEOPHISICAL STUDIES AT SEARCHING FOR GOLD LODES IN NORTHEAST TO RUSSIA

Khasanov I.M., Sharafutdinov V.M.

FGBUN «North-East Interdisciplinary Research Institute N.A. Shiloh», Russian Academy of Sciences, Magadan, E-mail: hasanov@neisri.ru; seismolog@neisri.ru

An integrated analysis of the results of long-term field and laboratory studies served as a basis for the authors to develop an optimum combination of geophysical methods to search for and explore gold lodes. The integrated geophysical methodology includes a high-precision magnetic prospecting, MG-IP or MG-БИЭП resistivity profiling, ВЭЗ-ВП, ЗСБ vertical electrical sounding and petrophysical study. The integrated method was tentatively used at six lode deposits and, according to the obtained results, it allows researchers to solve any problem of searching and exploration of the most frequent gold lode types in northeastern Russia. This method can be used to investigate into the tectonic-structure patterns of ore field prospects, to examine the top-view and section view scale and distribution of superimposed quartz, quartz-sulfide and sulfide mineralizations, and to make identification of best gold mineralization blocks and zones of any morphogenetic and morphologic types. The advantage of this new method is that it is more efficient and less costly in comparison with another integrated geophysical methods aimed at searching for gold lodes.

Keywords: geophysical methods, magnetic prospecting, resistivity profiling, electrical sounding, petrophysics, gold lodes

Северо-Восток России является территорией интенсивной золотодобычи. Здесь выявлено большое количество месторождений золота, сконцентрировано множество горнодобывающих предприятий, развита инфраструктура. Регион достаточно плотно изучен наземными геолого-поисковыми работами (в том числе ГДП-200), поэтому возможность обнаружения перспективных золоторудных месторождений (которые являются основой экономического развития региона) «с поверхности» практически отсутствует: последним таким месторождением, которое было открыто «контактным» «способом» стало золоторудное месторождение Школьное (1981 г.). В связи с этим в наращивании минерально-сырьевой базы региона резко возрастает роль дистанционных методов, и, в первую очередь, геофизических. Также необходимость изучения геофизическими методами крупнообъемных месторождений на территории СВ России связана с тем, что с возникновением новых технологий добычи полезных ископаемых (позволяющих извлекать металлы из ранее некондиционных руд) большое количество рудопроявлений и мелких месторождений перешли в разряд средних и крупных. Мелкие месторождения, как правило, были слабо изучены геофизическими методами. Кроме того, значительная стоимость горно-буровых работ также обуславливает актуальность проведения комплексных геофизических работ на золоторудных месторождениях.

Проблеме геофизических исследований при поисках крупнообъемных месторождений на этой территории посвящено весьма небольшое количество работ. Вместе с тем Центрально-Колымский регион (ЦКР) Ма-

гаданской области, являющийся объектом нашего изучения, входит в число крупнейших золотоносных провинций мира. По оценке, выполненной в 2007 г. Б.К. Михайловым [4], ресурсный потенциал ЦКР по рудному золоту оценивается в 5000 т. В то же время информационный потенциал комплексных геофизических работ по территории раскрыт не до конца. **Целью** представляемой работы является разработка и обоснование оптимальности предлагаемого комплекса геолого-геофизических исследований при поисках большеобъемных месторождений золота на территории Северо-Востока России.

Геофизические методы на Северо-Востоке России

При разведке перспективных объектов Северо-Востока России в комплексе с геологическими широкое применение имеют и геофизические наблюдения. Геофизические исследования на конкретных месторождениях были разнообразными: от скудного комплекса (магниторазведка, электропрофилирование методом сверх-длинноволнового радиокип – СДВР) до перенасыщенного (магниторазведка, СДВР, электропрофилирование методом естественного потенциала – ЭП ЕП, электропрофилирование методом частотной дисперсии ДЭП-ЧД и СГ БИЭП, зондирования: вертикальное электрическое зондирование в модификациях вызванной поляризации – ВЭЗ-ВП и частотной дисперсии – ВЭЗ-ЧД и ВЭЗ-ЧД(ЧХ), зондирование становлением поля в ближней зоне – ЗСБ), при этом проводились как площадные, так и профильные работы. Как правило, все геофизические исследования осуществлялись по предварительно разбитым профилям и сопровождались геологическими наблюдениями с одновременным отбором образцов на изучение физических свойств горных пород.

Для анализа эффективности геофизических работ были привлечены исследования, проведенные в разные годы разными исследователями по десяти участкам, включающим золоторудные месторождения: Наталка, Родионовский, Токичан, Чай-Юрья, Дегдекан, Юглер, Весёлый, Чалбыкан, Чумыш и Берёзовый. При этом комплекс геофизических работ включал в себя: магниторазведку, электропрофилирование СДВР, ДЭП-ЧД, СГ БИЭП, естественного потенциала (ЭП ЕП), а также зондирование ВЭЗ-ВП(ПХ) ВЭЗ-ЧД и ВЭЗ-ЧД(ЧХ) ЗСБ и радиоимпульсный метод (РИМ). Фрагментарно геофизические исследования сопровождались отбором образцов на изучение физических свойств горных пород. Целевым назначением проведенных работ являлось изучение структурно-тектонических особенностей рудных полей потенциально перспективных участков, а также исследование масштабов и характера распределения в плане и разрезе наложенной кварцевой, кварц-сульфидной и сульфидной минерализации с последующим выделением наиболее перспективных блоков и зон на выявление золотого оруденения различных морфогенетических и морфологических типов.

При тщательном рассмотрении материалов наиболее информативными оказались методы электропрофилирования СГ-ЧД, СГ-БИЭП, электрозондирования ВЭЗ-ВП, ЗСБ, а также РИМ и магниторазведка.

Применение прочих из вышеперечисленных методов показывает их значительно более низкую информативность, их измерения зависят от множества ландшафтных, криогенных и электрохимических помех негеологической природы. Так, если в методе СДВР используемая плоскопараллельная волна (имеющая в ЦКР не более 2-х направлений) «падает» на объекты поиска под углом менее 60–50 градусов, то оно практически не имеет аномального эффекта, либо он минимален. Сильную зависимость глубинности исследования метода СДВР от удельного сопротивления исследуемой среды и, как следствие, его «разноглубинность» по территории от первых метров до десятков серьезно ограничивает возможности метода либо дает большую погрешность при геологической трактовке наблюдаемых аномалий.

Комплексирование методов ВЭЗ-ВП и ВЭЗ-ЧД также не всегда выглядело уместным, в силу того, что методы в значительной части дублируют друг друга. Когда же отмечаются различия в наблюдениях по одному и тому же профилю, то всегда за «истину» принимаются данные ВЭЗ-ВП.

Наблюдения методом естественного поля, полученные в процессе исследований рудных узлов указанных месторождений, спровоцированы преимущественно сезонными фильтрационными эффектами либо, в лучшем случае, совокупным эффектом вкрапленной сульфидной минерализации и углеродистого вещества осадочных пород. При включении метода в комплекс работ его результаты почти всегда противоречат данным других геофизических методов, геологическим наблюдениям, «путают карты» и в итоге имеют отрицательную эффективность. Из комплекса геофизических работ на поисковой (масштаб 1:10000 и крупнее) и тем более разведочной стадии этот метод должен быть категорически исключен.

Разработка оптимального комплекса

В результате многолетних (1998–2011 гг.) геофизических работ авторов на золоторудных месторождениях был разработан оптимальный для Северо-Востока России комплекс геофизических исследований на стадии разведки золоторудных месторождений. Данный комплекс заключается в следующем.

Магниторазведка. Применяется для уточнения планового положения гранитоидных массивов и их апикальных частей, выделения зональности в строении контактово-измененных пород, установления даек гранодиоритового (среднего) состава, разноранговых разрывных нарушений и определения областей распространения гидротермально-метасоматически измененных пород. Магниторазведочные работы производились по регулярной сети с шагом 5–20 метров. В процессе работ использовались высокоточные протонные магнитометры «Минимаг» (НПО «Геологоразведка» г. Санкт-Петербург), которые измеряют абсолютное модульное значение геомагнитного поля с погрешностью ±0,01 нТл. Исследования проводились в пешеходном варианте с использованием вариационных наблюдений (один из магнитометров использовался в качестве вариационной станции) от единого контрольного пункта (КП), в соответствии с действующей инструкцией 1965 г. [2].

Электропрофилирование методом срединного градиента (СГ_БИЭП, СГ-ВП). Решаются задачи выделения кварцевых жил и прожилково-жильных зон, зон дробления, разрывных нарушений различных рангов, уточнения границ интрузивных тел с ореолом ороговикованных пород, определения в пределах интрузивных тел участков, затронутых процессами дезинтеграционных изменений, выявления и прослеживания зон повышенной сульфидизации, минерализованных зон дробления, литологического расчленения горных пород. Работы методом ВП (БИЭП) проводились аппаратурным комплексом «СПЕКТР-1» производства ООО «МГУ-Геофизика» (г. Москва), включающим в себя измеритель электрических сигналов «СПЕКТР-1И» и генератор «СПЕКТР-1Г». Многофункциональный электроразведочный измеритель «СПЕКТР-1И» предназначен для использования при проведении работ геофизическими методами постоянного тока, естественного поля, вызванной поляризации (в частотной области) и частотного зондирования. Исследования производились в режиме измерений значений амплитуд нечетных гармоник и фазовых параметров на частотах 0,019–625 Гц. Генератор «СПЕКТР-1Г» позволяет генерировать прямоугольные разнополярные импульсы без паузы («меандр») в диапазоне 0,019–2500 Гц током от 0,001 до 1,0 А при погрешности стабилизации 0,5 %. Полевые измерения осуществляются в диапазоне 0,305–78 Гц при стабилизированном токе в питающей линии от 5 до 500 мА. Работы проводятся по схеме электрического многочастотного профилирования трехэлектродной, гальванически заземленной установкой с шагом 10–20 метров. Основной особенностью разработанной методики полевых работ является многочастотность измерений на точке. Исследования проводятся на частотах 0,3–0,6–1,22–2,44–4,88–9,9–19–39–78–156–312–625 Гц. В процессе работ измерялась разность потенциалов на приемном диполе и фазовый параметр на 5 гармониках, таким образом, диапазон частот исследований увеличивается до 5625 Гц.

Электрозондирование ВЭЗ-ВП. Применяется для определения положения зон сульфидизации в пространстве, уточнения элементов залегания рудовмещающих зон, мощности кор выветривания и березитов в пределах интрузивных образований до глубин 30–50 метров, литологического расчленения разреза. Исследования методом ВЭЗ-ВП проводятся по схеме многоразносного профилирования с использованием методики сплошных электрических зондирований (СЭЗ) с трехэлектродной установки. Основной особенностью такого рода измерений является частый шаг по профилю, линейное возрастание расстояний на разносах. Точки наблюдения соответствуют точкам расположения питающих электродов, арифметический шаг разносов равен расстоянию между точками измерения на профиле. Работы выполняются аппаратурным комплексом СПЕКТР-1, описание которого приведено выше. Исследования проводятся по отдельным профилям в среднем через 150–200 м, расстояние между точками зондирования составляет 10–20 м. Шаг по профилю равен размеру приемной линии. Длина АО ~300 м.

Электрозондирование методом ЗСБ. Используется для расшифровки глубинного строения исследуемой территории до глубин 150–300 м (петли 50×50 и 100×100 м), выделения и выяснения морфологии кор выветривания, уточнения положения основных разрывных нарушений, расчленения разреза по литологии. Для исследований методом ЗСБ использовалась цифровая портативная аппаратура «Цикл-7» (производство СНИИГГиМС, г. Новосибирск). Работы методом ЗСБ проводятся в двух-

петлевом (соосном) варианте. В качестве источника и приемника поля используются незаземленные горизонтальные замкнутые контуры (петли), изготовленные из медного провода с малым сопротивлением. Измерения на каждой точке производятся в нескольких режимах с различными параметрами накопления. Процесс регистрации продолжается до тех пор, пока не получается максимальная по длине спада кривая ЭДС, возможная в данных условиях проводимости исследуемой среды.

Петрофизика. Использовалась для выделения участков горных пород, в различной степени подверженных проработке вторичными процессами, определения природы выявленных геофизических аномалий. Материалы петрофизики также используются при решении обратных задач. Отбор образцов производится по горным выработкам, коренным обнажениям и по профилям геофизических исследований с шагом 20–10 м. Замеряются следующие петрофизические параметры: плотность, магнитная восприимчивость, остаточная намагниченности, петроэлектрические характеристики. Аппаратура: цифровые весы AMW-2000, каппамост KLY-2, рок-генератор JR-4, измеритель Aglent U1252A. Методика измерений стандартная [6,7], а также разработанная в лаборатории геофизики СВКНИИ ДВО РАН [8,9].

На этапе комплексной камеральной обработки и интерпретации материалов, полученных на основе вышеприведенного комплекса геофизических методов, применяется широко известный программный комплекс спектрально-корреляционного анализа данных «КОСКАД 3D» [1, 5].

Результаты применения разработанного комплекса

С целью отработки оптимального комплекса геофизических исследований авторами были проанализированы работы предшественников и проведены собственные геофизические наблюдения на шести золоторудных месторождениях (Дегдекан, Наталка, Игуменовское, Светлое, Дорожное, Бутарное) (рис. 1). В качестве примера применения разработанного комплекса геофизических методов приводятся результаты исследований по золоторудным месторождениям, размещенным в различных геологических условиях – Дегдекан (расположено в черносланцевых толщах) и Бутарное (расположено в гранитоидном штоке).

Дегдеканское рудное поле слагается довольно монотонными терригенными глинисто-углистыми отложениями средней перми. По классификации М.М. Константинова [3] месторождение относится к золото-кварцевой формации. Основные типы рудных тел представлены жилами и жильными зонами, зонами (залежами) объемной прожилково-вкрапленной минерализации.

Предыдущие работы включали в себя комплекс исследований методами СДВР и ЕП, которые показали свою низкую информативность. Авторские геофизические исследования проведены комплексом методов, включающим электропрофилирование ВП трехэлектродной установкой на переменном токе с изучением амплитудно-частотных свойств горных пород, зондирование в модификациях ВЭЗ и становлением поля в ближней зоне (ЗСБ). Геофизические работы сопровождались отбором образцов для изучения петрофизических характеристик. Золоторудная минерализация жильного типа характеризуется локальными аномалиями повышенного сопротивления и сопровождается положительными магнитными аномалиями. Зона сульфидной золоторудной прожилково-вкрапленной минерализации регистрируется аномально высокими значениями проводимости, а также аномалиями вызванной поляризации. На рис. 2 представлены результаты геофизических работ. Рудные зоны Южная и Диагональная (жильный, прожилково-жильный тип) отмечаются четко выраженными аномалиями повышенного сопротивления (300–350 и 400–420 Омм соответственно) и пониженной поляризуемости (14–15 и 9–10 % соответственно). Рудная зона Северная (прожилково-вкрапленный тип) регистрируется локальной аномалией относительно повышенного сопротивления (250 Омм) и повышенной поляризуемости (45 %). Вмещающие оруденение осадочные породы (песчанистые, песчано-глинистые алевролиты, алевритовые аргиллиты) характеризуются низкими значениями параметра сопротивления 100–150 Омм и высокими значениями поляризуемости 30–32 % (рис. 2а).

Амплитудно-частотные характеристики (рис. 2б) вызванной поляризации (АЧХ-ВП) рудных зон Южная и Диагональная близки, в то же время АЧХ-ВП рудной зоны Северная имеет значительное отличие. АЧХ-ВП вмещающих пород имеют свою отличающуюся кривую. Результаты применения метода СДВР имеют в данных условиях глубинность, меняющуюся от 2 до 15 м, отмечают обводненные и мерзлые интервалы в пределах четвертичных рыхлых отложений, а также разрывные нарушения. Аномалии ЕП частично совпадают с границами распространения углисто-глинистых толщ.

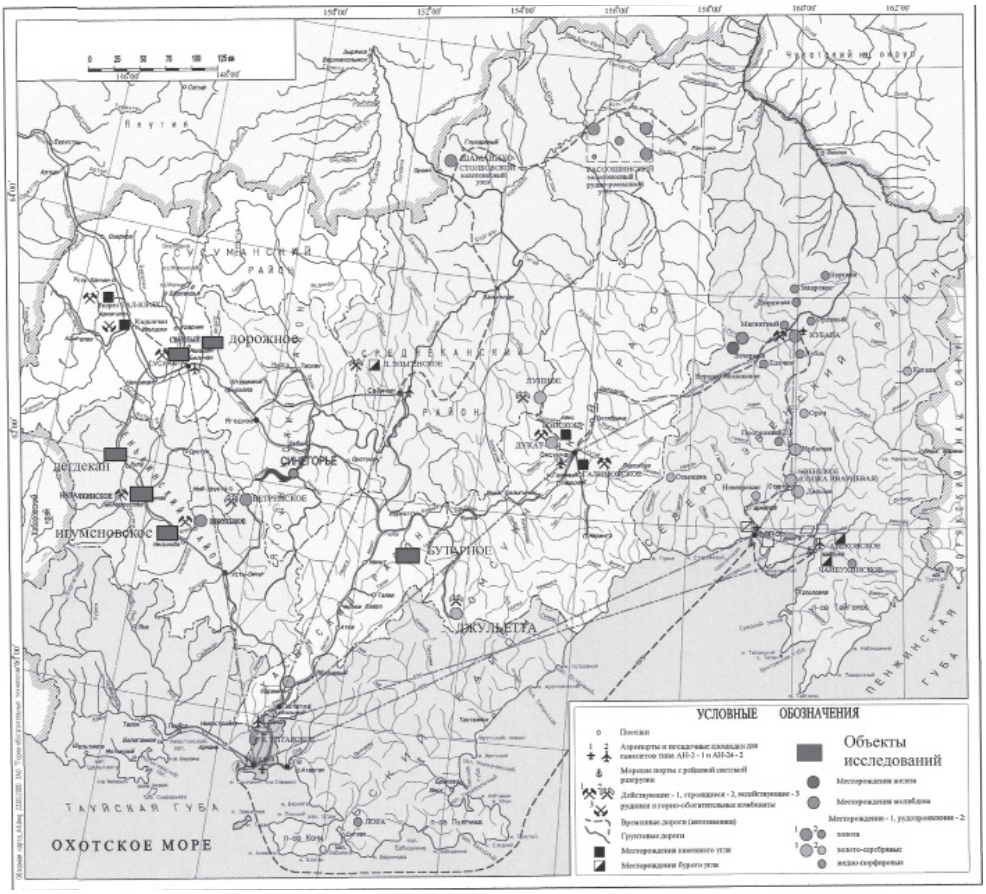

Рис. 1. Обзорная карта территории работ, ■ – месторождения, на которых был апробирован разработанный комплекс геофизических методов

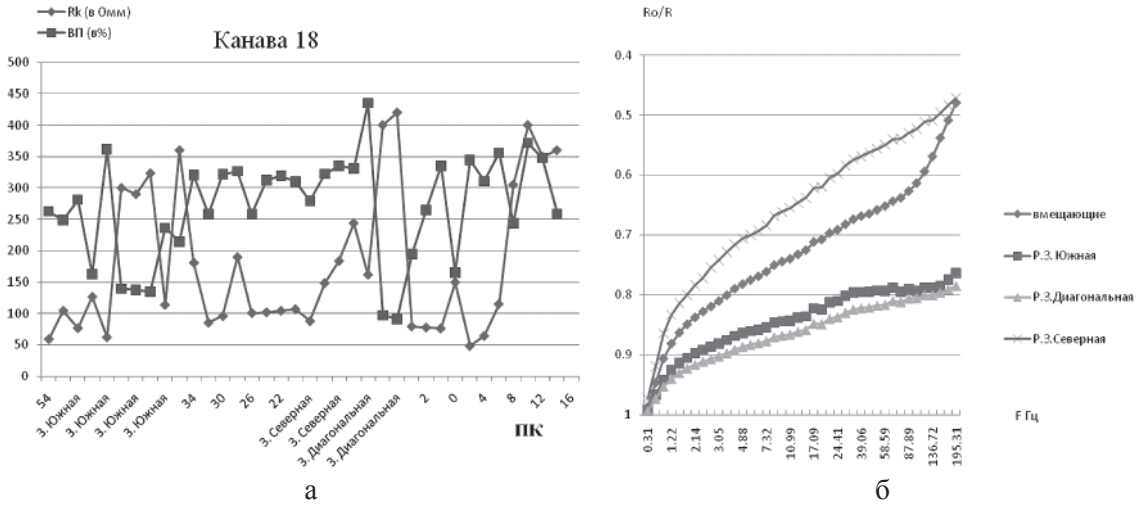

Рис. 2. Результаты работ методом ВП (а) и амплитудно-частотные характеристики (б) по месторождению «Дегдекан»

Анализ результатов петрофизических исследований образцов в лабораторных условиях показал значительную дифференциацию физических свойств вмещающих горных пород и руд, что и нашло свое отражение в наблюдаемых геофизических полях. Таким образом, использованный комплекс геофизических исследований за исключением результатов методами СДВР и ЕП показал свою высокую эффективность. Были уверенно выделены границы золоторудной прожилково-вкрапленного и прожилково-жильного типа минерализации, установлены размеры рудного поля (по

простиранию до 3 км, по глубине до 200 м) и структурные особенности положения месторождения.

Месторождение «Бутарное» приурочено к одноименному штоку гранитов площадью 4,6 км. Гранитоиды штока Бутарный прорывают и метаморфизуют терригенные отложения триаса и юры и частично перекрыты позднемеловыми вулканитами. Тип месторождения – жильный, возможно жильно-прожилковый штокверковый. Сульфидно-кварцевые жилы с золото-кварцевой и золото-редкометальной минерализацией не выходят обычно за пределы гранитного штока.

Для уточнения геологического строения территории, прослеживания известных и поиска новых рудных тел, изучения глубинного строения рудолокализующих структур и участка в целом был выполнен разработанный комплекс наземных геофизических работ. В результате применения данного комплекса были прослежены (по простиранию до 1000 м и по глубине до 100 м) рудовмещающие структуры и выделены: рудные зоны, зоны и области развития рудной сульфидной минерализации, области распространения линейных и вертикальных кор выветривания, выходы на поверхность и положение апикальных частей гранодиоритов интрузивного тела, а также дайки диоритового состава, участки в разной степени измененных ороговикованных осадочных и эффузивных пород. На основе полученных геофизических данных и имеющихся геологических материалов авторами была составлена интерпретационная схема золоторудного месторождения «Бутарное».

Обоснование оптимальности разработанного комплекса геофизических методов

Оптимальность разработанного комплекса геофизических методов для изучения золоторудных месторождений Северо-Востока России заключается в следующем:

– данный комплекс имеет универсальный характер и может применяться при исследовании месторождений, расположенных в различных геологических условиях (черносланцевые толщи, гранодиориты и т.д.);

– решается практически весь круг задач, который стоит перед геофизическими исследованиями на золоторудных объектах, основными для которых являются: выделение и прослеживание рудолокализующих структурных элементов, установление их морфологических особенностей, расшифровка глубинного строения месторождения и рудного поля, определение структурного положения перспективной территории;

– достаточная для стадии поисков и разведки точность определения параметров аномалообразующих объектов, являющихся составной частью многофакторных геолого-геофизических моделей месторождения;

– положительным отличием от ранее используемых геофизических методов является применение высокоточной геофизической аппаратуры и широкое использование (кроме традиционных) новых параметров, таких как металл-фактор, коэффициент частотной дисперсии, амплитудно-частотные характеристики и т.д., а также использование в процессе комплексной интерпретации программного пакета «КОСКАД-3Д»;

– использование петрофизических данных при решении обратных задач и на стадии геологической трактовки геофизических аномалий;

– высокая (по сравнению с горно-буровыми работами) производительность и низкая себестоимость.

Заключение

В результате исследований был разработан оптимальный для поиска золоторудных месторождений комплекс геофизических методов, который включает в себя высокоточную магниторазведку, электропрофилирование СГ-ВП (при хороших условиях заземления) или СГ-БИЭП (при плохих условиях), электрозондирование ВЭЗ-ВП, ЗСБ, петрофизику. При необходимости можно добавить в комплекс исследований радиоимпульсный метод. Предлагаемый комплекс геофизических исследований в условиях Северо-Востока России способен решать весь круг основных задач на стадии поисков и разведки наиболее распространенных типов золоторудных месторождений вне зависимости от условий их формирования. По сравнению с другими методами разведки золоторудных месторождений он является более производительным и менее затратным.

Исследования выполнены в рамках интеграционного проекта № 12-II-СО-08-025.

Список литературы

1. Инструкция к использованию комплекса спектрально-корреляционного анализа данных «КОСКАД 3D». – М.: МГРИ, 2004. – 64 с.

2. Инструкция по магниторазведке. – М.: Недра, 1965. – 265 с.

3. Константинов М.М., Розенблюм И.С Зиннатуллин М.З. Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России. – М., 1992. – 82 с.

4. Михайлов Б.К. Основные направления геологоразведочных работ на благородные металлы в программе по развитию минерально-сырьевой базы федерального агенства по недропользованию // GEOMINEX. Геология. Горнодобывающая промышленность: доклады форума 29 мая – 1 июня 2007 г. Москва. – С. 116–125.

5. Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизических данных: методическое пособие. –М.: МГТА, 2004. – 51 с.

6. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых: справочник геофизика. – М.: Недра, 1984.– 455 с.

7. Шарафутдинов В.М., Хасанов И.М., Михалицына Т.И. Петрофизическая зональность Наталкинского рудного поля // Тихоокеанская геол. – 2008. – Т. 27, № 5. – С. 89–103.

8. Шарафутдинов В.М., Хасанов И.М. Петроэлектрические параметры ряда золоторудных месторождений Яно-Колымского металлогенического пояса // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2010. – № 1. – С. 46–56.

9. Шарафутдинов В.М., Хасанов И.М. Корреляционные связи электрических свойств горных пород и рудной минерализации // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2011. – № 2. – С. 30–39.

References

1. Instrukcija k ispol'zovaniju kompleksa spektral'no-korreljacionnogo analiza dannykh «KOSKAD 3Dt». M.: MGRI, 2004. 64 p.

2. Instrukcija po magnitorazvedke. M.: Nedra, 1965. 265 p.

3. Konstantinov M.M., Rozenbljum I.S Zinnatullin M.Z. Mnogofaktornye prognozno-poiskovye modeli mestorozhdenijj zolota i sereb¬ra Severo-Vostoka Rossii. M., 1992. 82 p.

4. Mikhajjlov B.K. Osnovnye napravlenija geologorazvedochnykh rabot na blagorodnye metally v programme po razvitiju mineral'no-syr'evojj bazy federal'nogo agenstva po nedropol'zovaniju. Doklady foruma «GEOMINEX. Geologija. Gornodobyvajushhaja promysh-lennost'» 29 maja – 1 ijunja 2007 g. Moskva, 116-125 p.

5. Petrov A.V. Metodicheskoe posobie: «Teoreticheskie osnovy obrabotki geofiziche-skikh dannykh» M.: MGGA, 2004. 51 p.

6. Fizicheskie svojjstva gornykh porod i poleznykh iskopaemykh : Spravochnik geofizika. M.: Nedra, 1984. 455 p.

7. Sharafutdinov V.M., Khasanov I.M., Mikhalicyna T.I. Petrofizicheskaja zonal'-nost' Natalkinskogo rudnogo polja // Tikhookeanskaja geol. 2008. T. 27, no. 5. pp. 89–103.

8. Sharafutdinov V.M., Khasanov I.M. Petroehlektricheskie parametry rjada zolotorud-nykh mestorozhdenijj Jano-Kolymskogo metallogenicheskogo pojasa // // Vestnik SVNC DVO RAN. 2010. no. 1. pp. 46–56.

9. Sharafutdinov V.M., Khasanov I.M. Korreljacionnye svjazi ehlektricheskikh svojjstv gornykh porod i rudnojj mineralizacii // Vestnik SVNC DVO RAN. 2011. no. 2. pp. 30–39.

Рецензенты:

Палымский Б.Ф., д.геол.-мин.н., ведущий научный сотрудник лаборатории стратиграфии и тектоники СВКНИИ ДВО РАН; ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило» Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Магадан;

Седов Б.М., д.геол.-мин.н., ведущий научный сотрудник лаборатории геофизики СВКНИИ ДВО РАН; ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило» Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Магадан.

Работа поступила в редакцию 15.11.2012.