163

Fundamentals of Rational Integration of Geophysics Methods to Improve Their Geological Efficiency in Forecasting, Prospecting and Further Study of Polymetal Deposits in Central Kazakhstan

D.T.Zeinedinov* <1>, N.B.Zhonys<1>, G.K.Umirova<1>

<1> Satbayev University

Summary

The report analyzes the effectiveness of geophysical research based on a priori and up-to-date data on the deposits of Central Kazakhstan. The study of the physical and geological prerequisites for the study of the research area by ground-based geophysics methods will make it possible to increase the geological efficiency of geophysical research in forecasting, prospecting and further study of mineral deposits based on the rational integration of field observation methods and the use of modern computer interpretation technologies.

Основы рационального комплексирования методов геофизики для повышения их геологической эффективности при прогнозировании, поисках и дальнейшем изучении месторождений полиметаллов Центрального Казахстана

Д.Т.Зейнединов* (Satbayev University), Н.Б.Жоныс (Satbayev University), Г.К.Умирова (Satbayev University)

Актуальной задачей геологоразведки РК является укрепление и расширение минерально-сырьевой базы за счет наращивания запасов цветных и благородных металлов, в том числе и полиметаллов. Повышение эффективности геологоразведочных работ на эти виды полезных ископаемых тесным образом связано с оптимизацией геофизических исследований. Увеличение ценности получаемой информации при снижении затрат на выполнение геофизических работ в условиях самоокупаемости приобретает особую значимость и является конечной целью многих научных исследований, как теоретического, так и прикладного характера (Христенко Л. 2010).

Спрос на различные виды полезных ископаемых продолжает расти. По запасам марганца Республика Казахстан занимает ведущие позиции в мире, металл содержится в окисных и карбонатно-силикатно-окисных рудах с содержанием марганца 18-25 %. Основные запасы сосредоточены в Атасуйском рудном районе (Каражал, Ушкатын III) Центрального Казахстана. Запасы месторождений меди (из 108 объектов в недропользовании находятся 70) сосредоточены в Восточном и Центральном Казахстане. Здесь действуют два крупных комбината – Жезказганский и Балхашский. Однако производственные мощности завода Балхашского комбината недогружены из-за недостатка сырья. Запасы золоторудных месторождений составляют 65% учтенных Государственным балансом. Более 50% запасов относятся к труднообогатимым «упорным» рудам (Едигенов М. 2016). Таким образом, мы видим, что в Казахстане наблюдаются высокие темпы добычи по многим видам минерального сырья, в том числе по меди, свинцу, цинку и марганцу. На этом фоне резким диссонансом выглядит прирост запасов по этим металлам. В результате сложился устойчивый дисбаланс между высокими темпами добычи и приростом запасов. Основная причина заключается в резком сокращении фронта поисковых и поисково-оценочных работ. Выявление новых месторождений и перспективных рудопроявлений почти не происходит. В последние двадцать лет в Центральном Казахстане появилось только одно новое месторождение – Нурказган, разведка которого еще не закончена. Всё это время прирост запасов производился за счет доразведки известных месторождений. Однако фонд подобных месторождений в настоящее время практически исчерпан. Исходя из вышесказанного, обоснование эффективного комплекса поисковых геофизических методов и рекомендации по проведению опытно-методических полевых геофизических работ на месторождениях является весьма актуальным и экономически целесообразным шагом.

Цель исследований. Повышение геологической эффективности геофизических исследований при прогнозировании, поисках и дальнейшем изучении месторождений полезных ископаемых на основе рационального комплексирования методов полевых наблюдений и использования современных компьютерных интерпретационных технологий.

Основные задачи исследований:

1. Анализ физико-геологических предпосылок изучения месторождений полиметаллического оруденения как основы для интерпретации геофизических данных.
2. Краткая характеристика особенностей применения геофизических методов при прогнозировании и поисках полиметаллических месторождений; эффективность поисковых геофизических работ на полиметаллическое оруденение в Центральном Казахстане на основе априорных и современных сведений.

3. Формирование предложений по оптимизации комплексных геофизических исследований на различных стадиях геологоразведочных работ, проводящихся с целью поисков полиметаллических руд

Для изучения проблем формирования, локализации различных промышленно-генетических типов месторождений и переоценки перспектив рудных районов исторически используется комплекс геофизических, геохимических методов в сочетании с региональными геологическими исследованиями.

Бурное развитие техники и технологии полевых исследований и программного обеспечения обработки и интерпретации предопределило ведущее значение геофизических методов при поисках месторождений цветных, редких металлов, полиметаллов. Роль комплексных геофизических исследований в выявлении перспективных рудоносных зон наиболее важна на поисковом этапе (масштаб 1:50 000-1:25 000) и на этапе последующей детализации (масштаб 1:10 000-1:5 000). Геофизические аномалии дают возможность достоверного определения геолого-структурного положения предполагаемых рудных объектов. Еще одним достоинством современных геофизических исследований является возможность объемного представления о строении земной коры с дифференциацией по тем или иным физическим параметрам – плотности, скорости распространения упругих колебаний, магнитных и электрических свойств и др.

В рамках выполнения данных исследований авторам было интересно выяснить рол и значимость геофизических изысканий, который вылился в следующий довольно представительный список открытий, сделанных на территории Центрального Казахстана непосредственно на основе использования геофизических работ в комплексе магниторазведки, гравиразведки, гамма-спектрометрии и электроразведки. На основе комплексных данных были открыты уникальные и крупные по разведанным и учтенным Госбалансом запасам месторождения:

- хромитов: 40 лет Каз. ССР (53 177 тыс.т), Восход (18 846 тыс.т);
- урана: Заозерное (11 842 т), Семизбай (43 049 т), Сулучекинское (28 863 т), Меловое (9 875 т), Грачевское (11 522 т), Тойбагор (8 870 т);
- золота: Васильковское (369 000 кг), Бакырчик (25 890 кг), Акбакай (66 522 кг), Абыз (37 473 кг), Суздальское (59 039 кг), Юбилейное (46 371 кг);
- редких металлов: Коктенколь (W, Mo – 90,45 тыс. т), Сырымбет (Sn – 71,2 тыс. т), Баян (W – 63,9 тыс.т);
- редкоземельных элементов в урановых рудах: Меловое, Тойбагор, Тасмурун, Томак, где руды состоят на 86% из металлов цериевой, на 12% - иттриевой и на 2% скандиевой групп;
- меди: Актогай (5884,8 тыс.т), Айдарлы (5870,5 тыс.т), 50 лет Октября (896,9 тыс.т), Космурун (644,8 тыс.т), Приорское (382,5 тыс.т);
- свинца и цинка: Жайрем (Pb+Zn- 9012 тыс.т), Шалкия (11200 тыс.т), Бестобе (1712 тыс.т), Акжал (1577 тыс.т), Узунжал (1500 тыс.т); железа: Качар (2500082 тыс.т), Соколовское (1305115 тыс.т), Сарбайское (696468 тыс.т), Западный Каражал (537515 тыс.т);
- марганца: Западный Каражал (346711 тыс.т), Ушкатын-III (194303 тыс.т) (Ермекбаев А. 2001).

Таким образом, данный анализ доказывает высокую эффективность поисковых геофизических работ на полезные ископаемые в Центральном Казахстане.

Для любых геофизических исследований основополагающими являются физико-геологические особенности месторождений. Рассмотрим их для некоторых месторождений Центрального Казахстана. Например, для месторождений атасуйского типа характерным является совмещение пластовых железо-марганцево-цинковых руд с наложенным гидротермальным барит-цинк-

свинцовым оруденением. Оруденение связано с кремнисто-карбонатной толщей верхнефаменского яруса, слагающей крылья Жаилминской мульды. В складчатых структурах пласты и линзы рудных образований залегают согласно, поскольку подвергались складчатым и разрывным дислокациям вместе со всей вмещающей толщей.

В минеральном составе руд участвуют гематит, в меньшей мере магнетит, сидерит, пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит. В числе нерудных минералов встречаются хлорит, серицит, кварц, халцедон, опал, доломит. Слабо развитые зоны окисления характеризуются наличием мартита, гётита.

Рудные пласты и линзы залегают в переслаивающихся известняках, кремнисто-карбонатных яшмовидно-аргиллитовых отложениях. Подстилается рудоносная толща вулканогенно-осадочными формациями, включающими вулканиты, их пирокласты и в подчинённых количествах конгломераты, песчаники и алевролиты. В результате вулканической деятельности в породах кислого ряда (риолиты, порфиры, альбитофиры и их пирокласты) в рудоносной толще образовались яшмовидные породы и яшмы.

Жаилминская мульда представляет собой грабен-синклинальную структуру, вытянутую в северо-западном направлении. К центру структуры крылья ступенеобразно погружаются. Опускание блоков происходит по глубинным разломам, выполненным магматитами. Априорные гравимагнитные данные картируют здесь глубинную подвижную зону типа геотектогена или палеорифа. Эти структуры имеют большое поисковое значение, как рудоконтролирующие структуры первого порядка, определяющие положение крупных рудных поясов.

Оруденение приурочено к складчатым структурам и структурным осложнениям, отвечающим узлам пересечения разломов глубокого заложения и длительного развития в нижнепалеозойском фундаменте. Относительно более перспективными в поисковом плане являются сопряженные и секущие разломы, расположенные во внутренней части геотектоногена и перекрытых осадочными образованиями мульды. Очаги вулканической деятельности, приуроченные к этим зонам, даже в погребенном (под отложениями мульды) положении надежно фиксируются магниторазведкой. Они образуют слабоинтенсивные аномалии типа Акшагатской, Трехсопочной, Барханной и др. Эти аномалии представляют поисковый интерес, поскольку к отмечаемым ими магматитам может быть приурочено глубокозалегающее оруденение полиметаллического типа.

Следующая часть исследований была посвящена изучению эффективности геофизических методов, применяемых при решении поисковых задач в Центральном Казахстане. Выполненный анализ свелся к выделению геологических поисковых признаков, которые в пределах изучаемого рудного района были сведены к следующим моментам.

Методами гравиразведки в условиях Жаилминской мульды достаточно четко выделяются структуры второго, третьего и более высоких порядков. Антиклинальным структурам, сложенным вулканогенными образованиями отвечают участки относительно повышенных значений силы тяжести до 3-5 мГал и более; синклинальным структурам, заполненным осадочными породами верхнего фамена, турне и визе, как правило, соответствуют области относительно пониженных (на 2-3 мГал) значений силы тяжести. Крупные структурные элементы находят четкое отражение в региональной составляющей гравитационного поля, мелкие – в их остаточной высокочастотной компоненте.

Данными гравиразведки картируются красноцветные известняки верхней пачки верхнего фамена (D3fm23), которые нередко под чехлом рыхлых отложений проявлены выступами в рельефе коренных пород. Выступы рельефа могут быть обусловлены горизонтом барит-полиметаллических руд, более плотных и устойчивых к выветриванию, чем окружающие породы. Железорудные и железомарганцевые залежи, а также барит-полиметаллические тела и

рудосодержащие скарны отмечаются положительными локальными гравитационными аномалиями в пределах площадей распространения продуктивной толщи верхнего фамена.

В центральной части Жаилминской мульды в гравитационном поле контрастно проявляют себя кремнистые и углисто-кремнисто-карбонатные породы, вмещающие в себе полиметаллические и железомарганцевые руды. Положительные гравитационные аномалии картируют наиболее приближенные к дневной поверхности элементы верхнефаменских структур, к которым приурочены месторождения Атасуйского рудного района.

Выделение интрузивных массивов, как погребенных, так и выходящих на поверхность в гравиразведке, а также в магниторазведке, базируется на основе пород – гранитные массивы и тела проявляются в полях отрицательными аномалиями, габброиды – положительными.

Четко фиксируются гравиразведкой разрывные нарушения, как крупные, региональные, так и разломы более высоких порядков.

Высокая эффективность использования магниторазведки при поиске полиметаллических и железомарганцевых руд в пределах Жаилминской мульды, в частности, обосновывается, в первую очередь, магнитной восприимчивостью как самих руд, так и вмещающих пород (при выделении аномалий), несмотря на то, что в ряде случаев железные руды не проявляют себя в магнитном поле, как например, гематитовые руды месторождения Ушкатын III. К практически немагнитным относятся и марганцевые руды. Тем не менее магниторазведкой достаточно хорошо отбиваются складчатые структуры и структурные осложнения, отвечающие узлам пересечения разломов глубокого заложения, к которым приурочено оруденение. Также в магнитном поле четко отображаются очаги вулканической деятельности и рудоносные магматиты, приуроченные к сопряженным и секущим разломам. В магнитном поле железорудные залежи, как правило, отмечаются локальными положительными аномалиями на фоне спокойного поля.

В силу уникальных особенностей руд атасуйского типа, все известные месторождения, включая свинцово-цинковые, отмечаются магниторазведкой. Это имеет место благодаря близкой ассоциации железомарганцевых и свинцово-цинковых руд. Детальные магнитные карты отражают пространственное положение рудных тел, сложенных мартитом, магнетитом и якобситом. В поисковом отношении магнитные аномалии, расположенные в пределах рудоносных отложений фамена, представляют исключительный интерес и должны подвергаться тщательной проверке.

Ввиду широкого распространения рыхлого мезокайнозойского чехла, поисковая эффективность гамма-спектрометрии низкая. Спектрометрия может быть интересна в варианте каротажа скважин для определения областей метасоматоза в рудной зоне.

Анализ исторических сведений применения электроразведки методом ЕП на рудных полях известных полиметаллических и железомарганцевых месторождений, а также на поисковых участках площади исследований свидетельствует о невысокой эффективности метода, которая проявляется в отсутствии «рудных» аномалий ЕП. Связано это с тем, что полиметаллическое оруденение атасуйского типа обычно размещается в карбонатном окружении, а карбонатная среда неблагоприятна для образования естественных электрических полей. Основной причиной отсутствия аномалий ЕП над рудами атасуйского типа является повсеместное развитие мезокайнозойской коры выветривания, особенно над полиметаллическими месторождениями;

Ранние работы методом электропрофилирования (ЭП) при поисках руд и геологическом картировании в условиях Жаилминской мульды показали весьма низкую эффективность метода. Связано это, в первую очередь, с широким развитием низкоомных мезокайнозойских образований, сопротивление которых на 1-2 порядка ниже сопротивлений руд и на 2-3 порядка ниже палеозойских пород, а также с не контрастностью большинства типов руд с вмещающими

породами по сопротивлению. Тем не менее, при названных выше ограничениях метода при однородном составе перекрывающих отложений и небольшой мощности верхней части разреза хорошую эффективность при определении мощности рыхлых отложений показал метод симметричного электропрофилирования (СЭП). Поскольку погрешность определения мощности закономерно увеличивается с увеличением мощности рыхлых отложений, необходимо использовать корреляционную зависимость мощности от сопротивления. Частным примером успешного применения электропрофилирования может быть прослеживание кварцевых жил на участках Мыстас и Бастама. Методом КЭП прослежены кварцевые жилы, как выходящие на поверхность, так и под наносами. На участке Бастама работы методом СЭП позволили выделить систему кварцевых жил, к которым приурочено свинцово-цинковое оруденение.

При выполнении ранних электроразведочных работ ВП был выявлен ряд неблагоприятных факторов для метода в условиях Жаилминской мульды: большая мощность коры выветривания, условия локализации оруденения, трудности при измерении низких значений dUвп, повышенный уровень теллурических помех, слабо разработанные критерии разбраковки аномалий. Метод не дал результатов при поисках железомарганцевых и полиметаллических месторождений атасуйского типа. Однако, отмечена высокая эффективность ВП при поисках сульфидного оруденения. Сульфидные зоны в интрузивных породах и гидротермально-измененных породах кровли по данным ВП картируются слабыми аномалиями поляризуемости.

Более поздние работы ВП на территории исследований (Божок Н.И., 1989) показали хорошую эффективность метода при решении задач поисков и геологического картирования. Для разбраковки «рудных» и «породных» аномалий ВП было рекомендовано измерение дифференциальной поляризуемости в их эпицентрах с последующим нормированием ее по временному режиму. Было выявлено, что наиболее информативным параметром при таких работах является поляризуемость. Удельное сопротивление несет вспомогательную информацию для корреляции аномалий поляризуемости, и, иногда для установления литологической приуроченности аномалий ВП.

В Центральном Казахстане, как и на территории большинства областей, перспективных на различные типы оруденения, объемы геофизических работ были значительно сокращены. С одной стороны, считалась, что геофизические методы имеют невысокую поисковую эффективность, с другой стороны, что многие территории довольно хорошо изучены геологосъемочными работами. Если анализ гравимагнитных исследований базировался, в основном, на результатах работ прошлых лет, то по результаты электроразведки оказались довольно современными (ТОО «НПЦ «Геокен», 2016 г).

Электроразведочные работы на территории исследований проводились методами переходных процессов (МПП), зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), аудиомагнитотеллурических зондирований (АМТЗ) и методом дипольного электрического зондирования вызванной поляризации (ДЭЗ-ВП).

Анализ результатов исследований показал, что по данным МПП в условиях Центрального Казахстана с высокой достоверностью решается задача дифференциации рыхлых отложений. На полученных геоэлектрических разрезах (Рисунок 1) рыхлые отложения уверенно разделяются на два горизонта. Верхний горизонт более проводящий (песчано-глинистый) с удельным сопротивлением 2-8 Ом·м. Нижний горизонт – высокоомный, с сопротивлениями 10-20 Ом·м (известняки). Верхние глины прослеживаются уверенно везде. Метод МПП обладает высокой чувствительностью к резкой смене удельных электрических сопротивлений. Это дало возможность достаточно уверенно идентифицировать коренные породы. По данным МПП удельное сопротивление этих отложений составило 170 Ом·м.

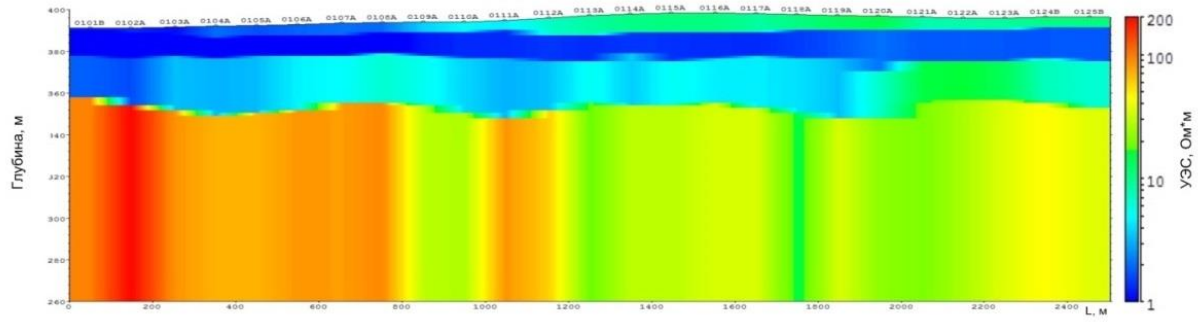


Рисунок 1. *Пример геоэлектрического разреза, построенного по данным МПП*

Практически по всем опытным профилям в отложениях коренных пород были отмечены зоны пониженных сопротивлений (30-40 Ом·м), которые были связаны с зонами разуплотнений и трещиноватости.

По отмеченной на разрезах границе, которая была определена как кровля коренных пород, была построена карта рельефа этой поверхности. Точность определения глубины кровли коренных пород в сравнении с априорными данными бурения составила не ниже 5%. Было отмечено, что простирание понижений в рельефе кровли коренных отложений хорошо коррелируется с разломной тектоникой и выходами контакта известняков и терригенных пачек.

Метод АМТЗ в условиях Жаилминской мульды проводился с целью выделения зон высокой проводимости, связанных с железомарганцевыми, сульфид-баритовыми и полиметаллическими рудами. Анализ результативного материала показал, что данные АМТЗ дают возможность на хорошем уровне выделить особенности, характеризующие геологическое строение района исследований. Так, например, кайнозойские отложения повсеместно выделяются на глубинах до 20-50 м зоной низких сопротивлений (УЭС до 30-40 Ом·м). Высокими значениями УЭС (до 200 Ом·м) характеризуются кремнисто-известковые нижнекаменноугольные отложения (C1t2b-C1t1a) и красноцветные известняки верхней пачки верхнефаменского яруса (D3fm2a-b). Данный комплекс отложений выделяется на глубинах от 50 до 250-300 м.

Метод АМТЗ характеризуется высокой чувствительностью к хорошо проводящим барит-свинцово-цинковым и железомарганцевым рудоносным пачкам (D3fm1). Эти нерасчлененные отложения идентифицируются низкими значениями удельного электрического сопротивления (значения УЭС ниже 20 Ом·м) и встречаются на глубинах от 300 до 600-700 м.

Максимальными удельными сопротивлениями (до 2000 Ом·м) характеризуется, подстилающая рудоносную формацию, часть разреза, представленная глинисто-кремнисто-известковистыми отложениями нижнефаменского подъяруса.

Большинство рудных месторождений, связано с тектоническими нарушениями. В некоторых случаях разломы являются основным рудоконтролирующим признаком. Зоны тектонических нарушений, как правило, характеризуются более низкими сопротивлениями, чем вмещающие породы. В условиях Жаилминской мульды разрывные нарушения, зоны дробления и трещиноватости проявлялись в неоднородности низко- и высокоомных пород по латерали, в субмеридиональном и субширотном направлениях.

Достоинством современных электроразведочных технологий является возможность построения моделей удельного электрического сопротивления. В качестве априорных данных использовались результаты бурения скважин, геологический разрез с ореолами рассеяния Ba, Ag, Sr, Cu, Co (Fe, Mn) по профилю (Беспаев Х. 2004), которые были совмещены с результатами АМТЗ (Рисунок 2).

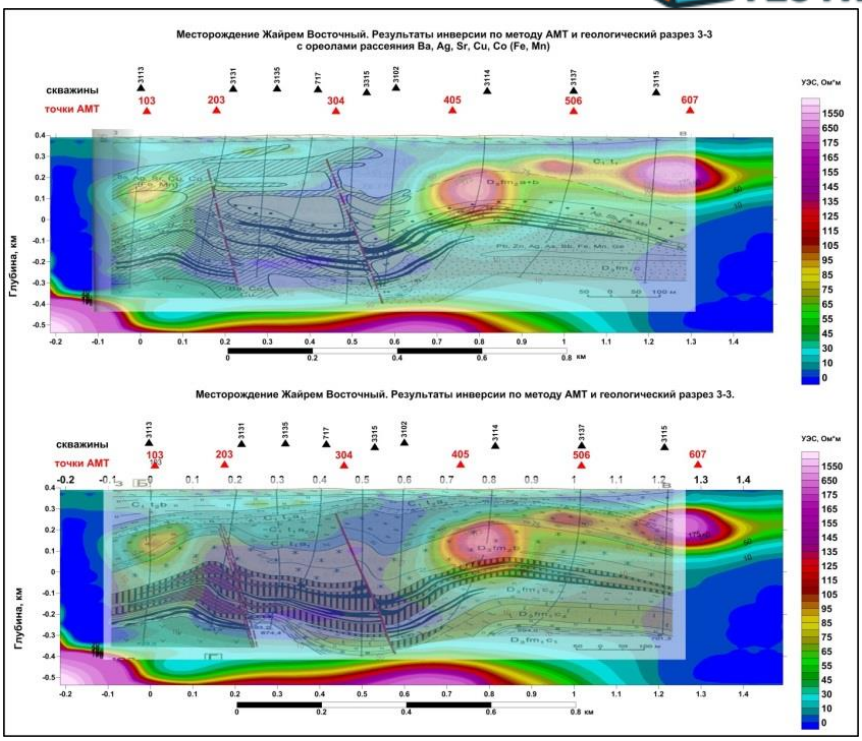


Рисунок 2. *Геолого-геофизический разрез по данным АМТЗ с ореолами рассеяния Ba, Ag, Sr, Cu, Co (Fe, Mn)*

Анализ рисунка показывает, что сульфидно-баритовое и наложенное промышленное барит-полиметаллическое оруденения локализованы во флишоидных глинисто-кремнисто-известняковых породах с низкими значениями удельного электрического сопротивления (до 10-20 Ом·м) в интервале глубин от 300 до 700 м.

С целью выявления распределения зон проводимости пород и руд на глубинах до 600-1200 м на одном из месторождений Центрального Казахстана м были проведены опытные электроразведочные работы методом ЗСБ. По результатам обработки и интерпретации была сформирована 3D модель распределения УЭС с построением карт УЭС на различных геоэлектрических уровнях (Рисунок 3).

Анализ карт показывает, что на всех глубинах четко выделяются две низкоомные толщи. Первая почти горизонтальная толща низких сопротивлений наблюдается на глубинах от 80 до 160 м. Она была идентифицирована с кайнозойскими песчано-глинистыми отложениями. Вторая, залегающая в разных частях площади на глубинах от 300 до 900 м, по всей вероятности, может картировать рудоносные отложения фаменского возраста.

Между указанными проводящими толщами наблюдаются высокоомные отложения, картирующие верхнефаменские и нижнетурнейские, преимущественно, карбонатные и туфогенно-осадочные породы. Сопротивление промежуточной высокоомной толщи весьма неоднородно – оно изменяется от 30-40 Ом·м на юго-западе площади до нескольких сотен Ом·м на северо-востоке и востоке участка. Эти изменения хорошо видны на картах УЭС по геоэлектрическим уровням 300 м и 400 м.

Отметим, что пространственное положение руд в значительной мере контролируется разрывными нарушениями, зонами дробления и трещиноватости. Результаты ЗСБ с высокой вероятностью дают возможность предположить наличие тектонических нарушений в зонах понижения сопротивлений.

Таким образом, анализ эффективности поисковых электроразведочных методов в условиях Центрального Казахстана позволил сделать следующие выводы:

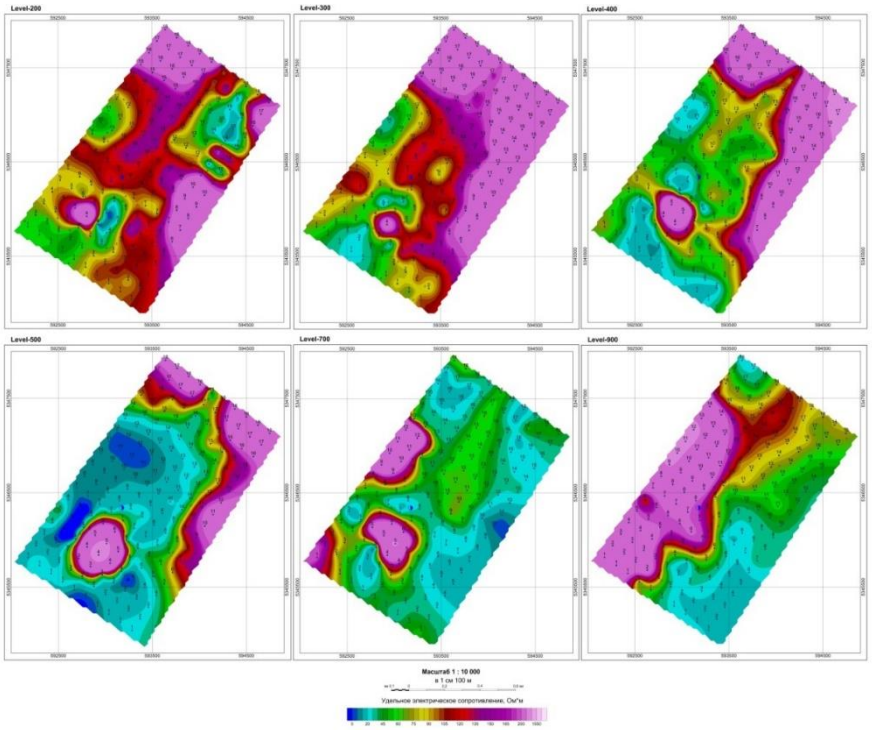


Рисунок 3. *Карты УЭС глубинных уровней (200, 300, 400, 500, 700, 900 м), построенные по данным ЗСБ*

1. Гравиразведка и магниторазведка обязательно должны входить в комплекс геофизических работ, потому что картируют не только геологические структуры, но и дают возможность дифференции горных пород по вещественному составу. Данные этих методов выделяют не только региональные разломы, но и имеют высокие возможности для обнаружения глубокопогруженных, секущих разломов более низких порядков;

2. Электроразведочный метод МПП может успешно применяться при поисках неглубокозалегающих объектов и на участках с незначительной мощностью рыхлых отложений. Эффективность метода МПП при поисках полиметаллических руд зависит от мощности мезокайнозойских, хорошо проводящих, отложений и от характера рельефа палеозойского фундамента. Поскольку МПП обладает высокой чувствительностью к резкой смене удельных электрических сопротивлений, то его можно эффективно использовать при решении задачи определения мощности рыхлых отложений и построения рельефа кровли коренных пород. По данным МПП удельное сопротивление коренных пород в условиях района работ составляет 170 Ом·м, что соответствует априорной информации. В отложениях коренных пород по данным МПП были обнаружены зоны пониженных сопротивлений (30-40 Ом·м), которые были связаны с зонами разуплотнений и трещиноватости. К достоинствам метода можно отнести локальность исследований и глубинность, значительно превышающую геометрические размеры установки;

3. Анализ результатов электроразведочных работ показал сравнительно неплохую эффективность АМТЗ при выделении особенностей, характеризующих геологическое строение участков исследований. Данными АМТЗ повсеместно выделяются: кайнозойские отложения – на глубинах до 20-50 м (до 30-40 Ом·м); неразделенная пачка кремнисто-известковых нижнекаменноугольных отложений (C1t2b-C1t1a) и красноцветных известняков верхней пачки верхнефаменского яруса (D3fm2a-b) – на глубинах от 50 до 250-300 м (до 200 Ом·м); неразделенные барит-свинцово-цинковые и железо-марганцевые рудоносные пачки (D3fm1) –

на глубинах от 300 до 600-700 м (значения УЭС ниже 20 Ом·м); подстилающая рудоносную формацию часть разреза, представленная глинисто-кремнисто-известковистыми отложениями нижнефаменского подъяруса – максимальные УЭС – до 2000 Ом·м;

4. В условиях месторождений Центрального Казахстана разрывные нарушения, зоны дробления и трещиноватости по данным АМТЗ проявлялись в неоднородности низко- и высокоомных пород по латерали, в субмеридиональном и субширотном направлениях (Джукебаев М. 2017);

5. Предварительная интерпретация данных АМТЗ показала, что сульфидно-баритовое и наложенное промышленное барит-полиметаллическое оруденения локализованы во флишоидных глинисто-кремнисто-известняковых породах с низкими значениями удельного электрического сопротивления (до 10-20 Ом·м). К достоинствам метода можно отнести мобильность, относительную простоту проведения полевых измерений, возможность накопления сигнала, повышенную глубинность исследований в сравнении с другими электроразведочными методами, получение более подробного геоэлектрического разреза;

6. Геоэлектрические разрезы ЗСБ выделяют: на глубинах от 80 до 160 м горизонтальную толщу низкого сопротивления, представленную кайнозойскими песчано-глинистыми отложениями; на глубинах от 300 до 900 м – рудоносные отложения фаменского возраста; между этими проводящими зонами наблюдается высокоомная толща верхнефаменских и нижнетурнейских, преимущественно карбонатных и туфогенно-осадочных, пород (30-40 Ом·м). Достоинством метода является более высокая чувствительность ЗСБ при разделении двух существенно различных типов подстилающей рудоносной формации. Результаты 2D инверсии данных ЗСБ дают возможность выделить разрывные нарушения, зоны дробления и трещиноватости.

В данном докладе предлагаются реальные пути повышения геологической эффективности геофизических работ за счет выбора наиболее оптимального комплекса геофизических исследований, проводящихся с целью выделения и изучения месторождений полиметаллов.

Литература

Христенко Л.А. Оптимизация комплексных геофизических исследований золоторудных и медно-никелевых месторождений юга Центральной Сибири. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10* - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых. Пермь.

Едигенов М.Б., Усыпбаев Ш.Э., Маралбаев А.О., Туркбаев П.Б. [2016] Перспективы освоения месторождений полезных ископаемых Кыргызстана и Казахстана. УДК 553.434:622.4(575.2+574*). Горный журнал, №8*.

Ермекбаев А.Е. [2001] Открытие месторождений рудных полезных ископаемых поисковыми геофизическими и геохимическими методами в Республике Казахстан. *Геология и разведка недр Казахстана*. Издательство Академии минеральных ресурсов № 1-стр.48-50. Алматы.

Беспаев Х.А., Мирошниченко Л.А. [2004] Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. РГКП «Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева», Алматы.

Джукебаев М.И., Умирова Г.К., Махмудулы М., Конакбаев Н.Н. [2017] Опыт проведения электроразведочных методов при поисках рудных месторождений. *Геология и охрана недр* № 4 (65). С. 43-50. Алматы.

References

Hristenko L.A. Optimizasciya kompleksnyh geofizicheskih issledovanii zolotorudnyh i medno-nikelevyh mestorojdenii ga Sentralnoi Sibiri. *Avtoreferat dissertasii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata geologo-mineralogicheskih nauk po spesialnosti* 25.00.10 - Geofizika, geofizicheskie metody poiskov poleznyh iskopaemyh. Perm.

Edigenov M.B., Usypbaev SH.E., Maralbaev A.O., Turkbaev P.B. [2016] Perspektivy osvoeniya mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh Kyrgyzstana i Kazahstana. UDK 553.434:622.4(575.2+574). *Gornyj zhurnal, №8.*

Ermekbaev A.E. [2001] Otkrytie mestorozhdenij rudnyh poleznyh iskopaemyh poiskovymi geofizicheskimi i geohimicheskimi metodami v Respublike Kazahstan. *Geologiya i razvedka nedr Kazahstana*. Izdatel'stvo Akademii mineral'nyh resursov № 1-str.48-50. Almaty.

Bespaev H.A., Miroshnichenko L.A. [2004] Atlas modelej mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. RGKP *«Institut geologicheskih nauk im. K.I. Satpaeva»,* Almaty.

Dzhukebaev M.I., Umirova G.K., Mahmuduly M., Konakbaev N.N. [2017] Opyt provedeniya elektrorazvedochnyh metodov pri poiskah rudnyh mestorozhdenij. *Geologiya i ohrana nedr* № 4 (65). S. 43-50. Almaty.