

УДК 553.411.071+550.812

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РАЗВЕДКЕ
КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА
(НА ПРИМЕРЕ СИНЮХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ,
РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)**

Возная А.А., к. г.-м. н., доцент
Апасова Д.А., студент гр. ПГС-201, 5 курс
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Синюхинское рудное поле с золото-медно-скарновым и золото-сульфидно-кварцевым оруденением известно ещё с 1950 года. Его изучали различные производственные и научные организации. И несмотря на обширную базу знаний о строении и закономерностях распределения рудных тел, выявление новых рудных узлов, является сложной задачей.

Эксплуатационные работы на месторождении ведутся с 1952 года, на данный момент активно разрабатываются участки Файфановский и Западный, менее активно ведется работа на участках Первый рудный, Ыныргинский, Рудная сопка, Черемуховая Сопка и Новый (Рис.1).

На участке на поисково-оценочной и разведочной стадиях были проведены геологические, геохимические и геофизические исследования.

Геологические работы были проведены одними из первых, предпосылками к началу освоения месторождения, были золотые россыпи на р. Синюха, что явно свидетельствовало о наличии неподалёку коренного золота. Изначально поиски осуществлялись поверхностными горными выработками, частично скважинами по сети 200×100 м, со сгущением на более перспективных участках. Также были изучены магматизм, вулканизм, дизъюнктивная тектоника и строение вмещающей толщи. На этом же этапе были выдвинуты первые теории о процессах, приведших к образованию золотого оруденения. Геологическая разведка проводилась постоянно, постепенно прирезались новые участки. Завершением работ явился подсчёт запасов по более изученным участкам [1, 2].

Работы по изучению геохимических свойств вмещающих пород и руд начались в комплексе с геологическими и геофизическими работами, на поисковой стадии. Первые исследования проводились металлометрическим методом без опытно-методических работ на малых глубинах. Что было не очень эффективно, и отрицательно сказывалось на результатах. Впоследствии, приняли комплексный подход к изучению геохимических свойств. При помощи этих исследований была показана сложная зависимость концентрации золота

от состава пород, их формационной принадлежности, особенностей и характера эпигенетических процессов.

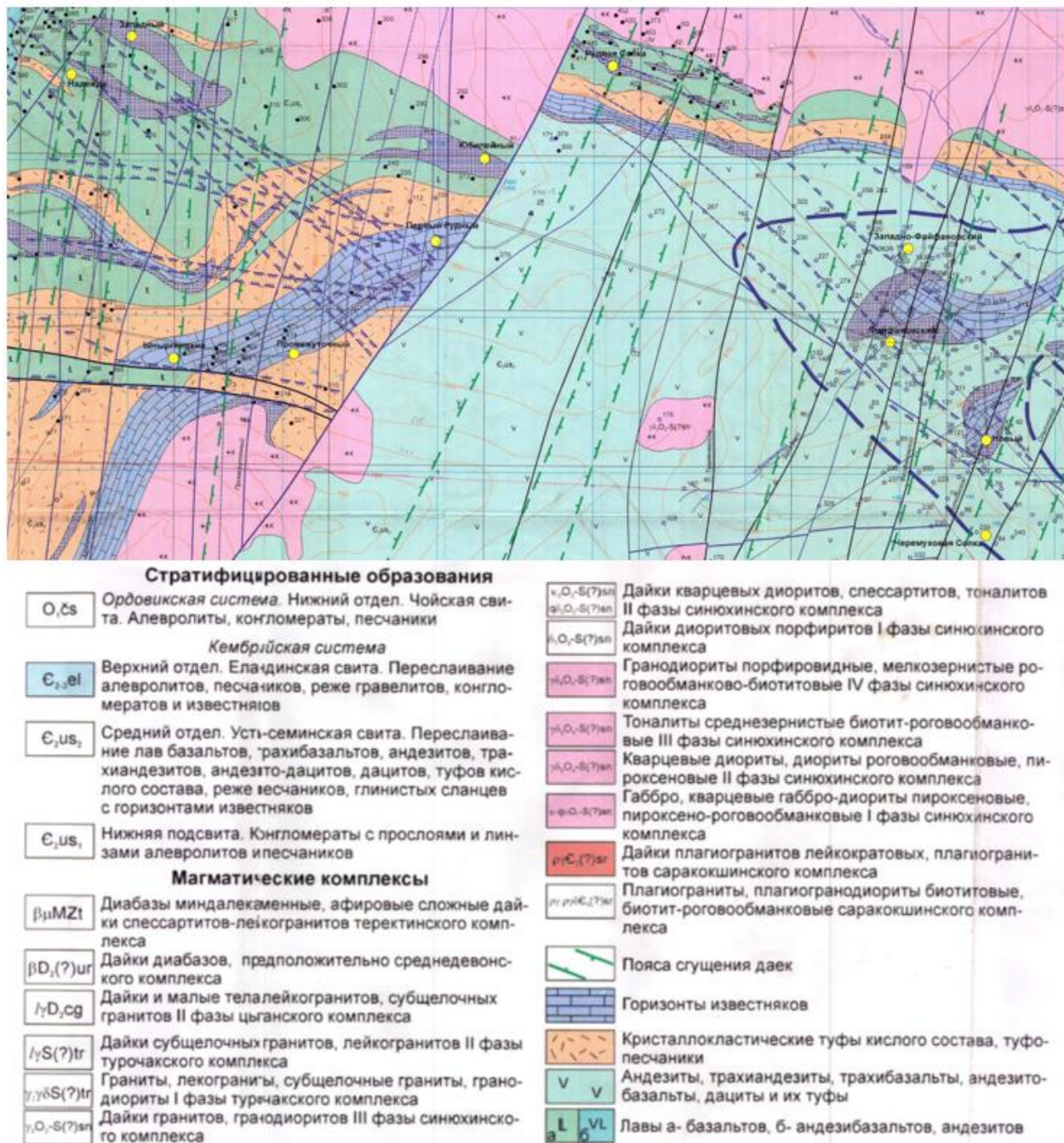


Рис.1. Геологическая карта Синюхинского рудного поля (Ворошилов, Гусев, 1997 г [1]).

Геофизические исследования можно поделить на 4 периода: проведение опытно-методических исследований, производство поисково-оценочных работ масштаба 1:10000, а именно магнито- и гравиразведка, детальные комплексные исследования, преимущественно в масштабе 1:2000, такие как: ЕП, ВЭЗ и ВП и глубинное геолого-геофизическое моделирование, которое включает в себя

такие методы ГИС как: ГК, ГГК, КМВ, ЭП, КС, кавернометрию и инклинометрию [3]. Впоследствии была построена геолого-геофизическая модель Синюхинского рудного поля. Однако, в 1987 году при очередной проверке комиссией Западно-Сибирского геологического контроля было рекомендовано приостановить проведение работ ГИС из-за их низкой, по мнению комиссии, геологической эффективности и достоверности в условиях Синюхинского месторождения. В дальнейшем в скважинах проводилась только инклинометрия [2].

В 1997 году на Синюхинском месторождении проведены научно-исследовательские работы по крупномасштабному прогнозированию, во время которых глубокому переосмыслению подверглись все геологические материалы, в том числе геофизические. Переинтерпретации подверглась геолого-геофизическая модель месторождения [1].

Магнитные и гравитационные свойства являются отличительным признаками вмещающих пород (Рис. 2), так граниты различных комплексов отличаются по своим физическим характеристикам. Наименее плотными являются граниты IV фазы синюхинского комплекса, но в то же время они отличаются высокой магнитной восприимчивостью и остаточной намагниченностью. Гранитоиды цыганского комплекса, в отличие от турочакских, имеют меньшую плотность, но большую магнитную восприимчивость и остаточную намагниченность. В целом по породам Синюхинского массива плотностные характеристики снижаются от габброидов I фазы к гранитам IV фазы. Но самыми магнитовосприимчивыми породами данного комплекса являются диориты II фазы и дайки диабазов теректинского комплекса.

Геофизическими предпосылками локализации различных типов оруденения являются специфические особенности. В целом Синюхинское рудное поле располагается между локальными гравитационными аномалиями, более высокое гравитационное поле (6мГал) находится в восточной части, и связано с золото-медно-скарновым оруденением, сложено габброидами I фазы, плотностью $2,93 \text{ г/см}^3$, а также породами магмоподводящего канала с высокими магнитными и гравитационными характеристиками. Руда же находится на участках с пониженными значениями, так как представлена гидротермальными породами, плотность которых ниже вследствие процессов формирования. Скарновые залежи создают значения магнитного спектра шкалы от -300нТл до +700нТл.

Также существует золото-сульфидно-кварцевое оруденение, которое отличается ВП аномалиями, вызванными пиритовыми включениями и другими сульфидами. Но данный вид оруденения на месторождение, с точки зрения геофизики, изучен плохо.

По данным ГИС были определены следующие физические свойства: естественная гамма-активность (I_r), магнитная восприимчивость (k), интенсивность наведённого гамма-излучения (I_{rr}), относительное содержание железа (N_{Fe}), меди (N_{Cu}), свинца (N_{Pb}), сульфидов (N_{sqmp}), сумма металлов ($N_{сумма}$). Размерность измеренных параметров следующая: I_r - в пикоамперах на килограмм (па/кг), причём $1 \text{ па/кг} = 13.9 \text{ мкр/час}$; k - в единицах СГС (ед.СГС);

$I_{\text{гг}}$ – в условных единицах (усл.ед.), 1 усл.единица есть интенсивность наведённого гамма – излучения в воде; $I_{\text{гг}} = 1(90)$, δ – объёмная плотность пород г/см³; N Fe, N Cu, N Pb, сульфидов производится на эталонах, содержащих определённое количество железа, меди, свинца, сульфидов [1].

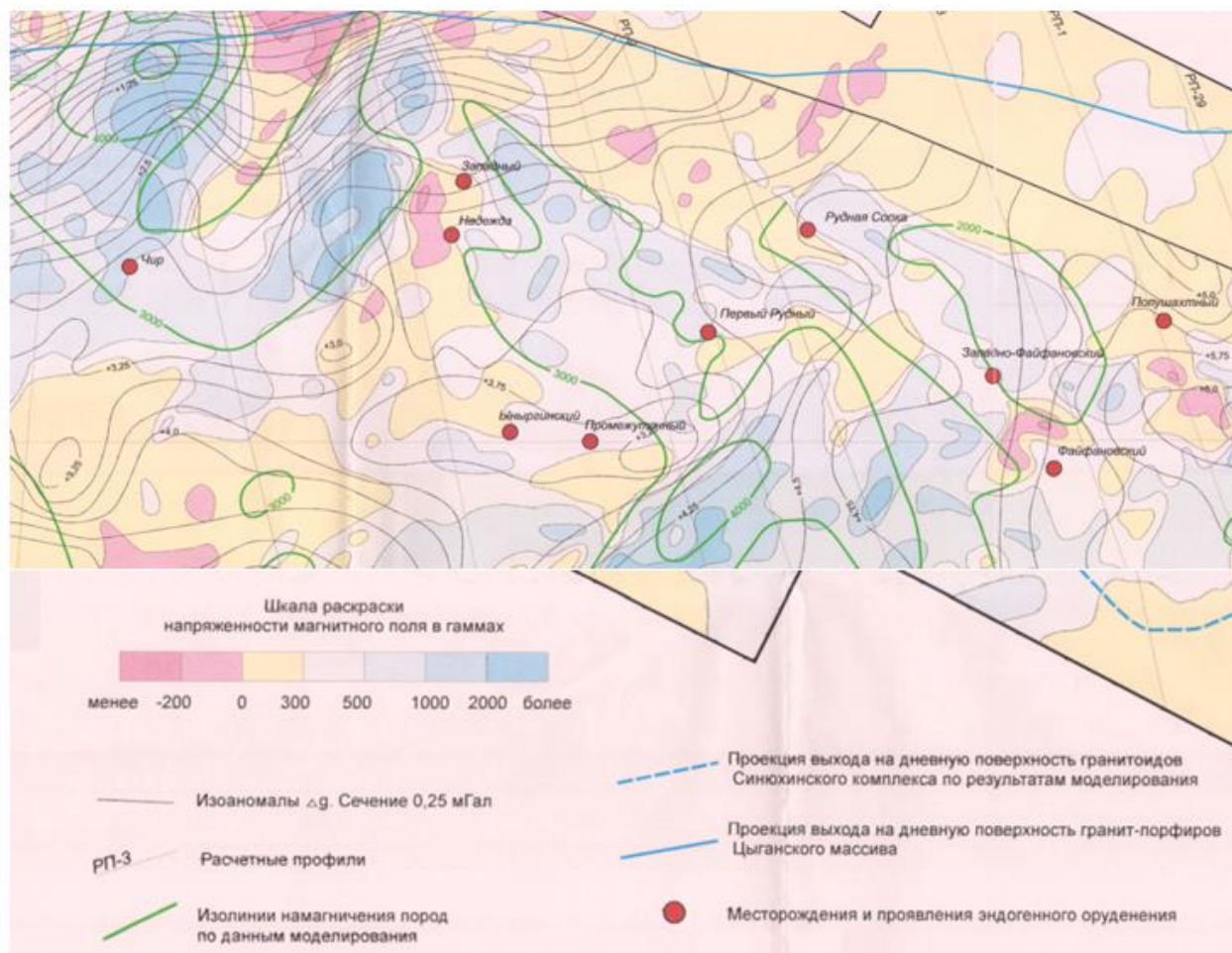


Рис.2. Свободный план изодинам Zn и локальных аномалий силы тяжести Δg (Ворошилов, Гусев, 1997 [1])

На основании анализа всех материалов по отчётным работам и предыдущим исследованиям был сделан вывод, что возможно использовать ГИС в комплексе с петрографическими, геохимическими и геологическими данными для выделения петрографических разновидностей пород и расчленение магматических пород на комплексы.

Некоторые породы имеют уникальные физические характеристики, отличающие их друг от друга:

- 1) Мраморы
 - $I_r = 0,05 - 0,15$ па/кг
 - $I_{\text{гг}} = 0,35 - 0,45$ усл.ед
 - $k = 0,0 - 0,001$ ед.СГС
 - N Fe = 0,0 – 1% усл.

- 2) Дайки гранитов $I_r = 0,90 - 1,60$ па/кг
 $I_{rr} = 0,35 - 0,45$ усл.ед
 $k = 0,0 - 0,003$ ед.СГС
 $N_{Fe} = 0,0 - 2\%$ усл.
- 3) Андезиты и туфы среднего состава
 $I_r = 0,20 - 0,40$ па/кг
 $I_{rr} = 0,35 - 0,45$ усл.ед
 $k = 0,001 - 0,011$ ед.СГС
 $N_{Fe} = 1,5 - 4\%$ усл.
- 4) Дайки диоритового и диабазового состава
 $I_r = 0,30 - 0,60$ па/кг
 $I_{rr} = 0,35 - 0,45$ усл.ед
 $k = 0,0 - 0,005$ ед.СГС
 $N_{Fe} = 2 - 5\%$ усл.
- 5) Скарны $I_r = 0,10 - 0,40$ па/кг
 $I_{rr} = 0,20 - 0,40$ усл.ед
 $k = 0,0 - 0,010$ ед.СГС
 $N_{Fe} = 0,0 - 4\%$ усл.

Тем не менее, недостатком проведённых работ отмечено использование только макроскопической диагностики пород при определении комплекса петрофизических характеристик. Из-за отсутствия прямой корреляции между геологическими образцами керна и геофизическими материалами по скважине, невозможно оценить эффективность крупномасштабных геофизических исследований.

Другой важной задачей ГИС являлось выделение зон скарнированных пород и сульфидной минерализации, перспективных на медное и золотое оруденение. Скарны отбивались на графиках хорошо. Сульфидная минерализация отмечалась на кривых РРК аномалиями N_{Fe} при породных значениях k (пиритовая минерализация) и аномалиями N_{Cu} (борнитовая, халькопиритовая, халькозиновая минерализация). По результатам работ прошлых лет выявлена связь золота с сульфидами меди. Но после переинтерпретации, и сравнения геофизических данных и данных опробования по скважинам эта связь оказалась не столь очевидной [1].

По мнению авторов [1], более объективная модель глубинного строения и прогнозирования оруденения по геофизическим факторам может быть получена при целеустремлённом комплексировании петрофизических исследований с возможностью оперативной проверки геофизических данных микроскопической диагностикой пород и метасоматитов.

Длительная эксплуатация месторождения диктует необходимость вовлекать в освоение ранее практически не разрабатываемые участки для наращивания минерально-сырьевой базы предприятия. В настоящее время, для проведения эксплуатационной разведки намечены первоочередные перспективные участки: Ыныргинский и Западный (Рис.1).

Считаем необходимым, при проведении разведочных работ на этих участках наряду с традиционным спектром исследований возобновить применение оптимального комплекса ГИС (наиболее современные варианты), а также провести углублённые петрографические определения с целью уточнения петрофизических характеристик пород и руд.

Список литературы:

1. Ворошилов В.Г., Гусев О.С., Отчёт о научно-исследовательской работе «Крупномасштабное прогнозирование в Синюхинском рудном поле масштаба 1:5000» / Ворошилов В.Г., Гусев О.С., Ананьев Ю.С., Коротких С.А., Шушумкова Н.А., Щеткин Ю.А. – Томск, 1997. – 245 с.
2. Пономарёв В.Н., Подсчёт запасов и технико-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций по Синюхинскому золоторудному месторождению по состоянию на 2014 г.: в 4 томах / Пономарёв В.Н., Пермитин Л.Б., Синишин А.П. – Барнаул, 2014. – 263 с.
3. Инструкция по проведению геофизических исследований рудных скважин / Под редакцией Е. П. Лемана, А. П. Савицкого. – СПб–М. : Министерство природных ресурсов РФ – ВИРГ-Рудгеофизика, 2001. – 421 с.