

ЛИНЕАМЕНТНАЯ СЕТЬ НА СИБАЙСКОМ И ГАЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ МЕДИ, ЮЖНЫЙ УРАЛ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМОСНИМКОВ)

А. Ю. Кисин, С. В. Бушарина

Цель проведенных работ заключалась в изучении возможностей современных методов дистанционного зондирования, прежде всего космических снимков, для выявления тех или иных особенностей рудных полей колчеданных месторождений Южного Урала и последующего их использования для прогноза. В настоящее время стали общедоступными космические снимки Интернет-ресурсов Google Earth [5] и Космоснимки [4], которые и были использованы для решения поставленной задачи. Космоснимки [4] отличаются довольно высоким разрешением, равномерностью покрытия и мультиспектральным изображением. Они позволяют работать как с мелкомасштабными изображениями больших областей, так и с относительно крупномасштабными (1 : 20 000) снимками отдельных участков. Снимки Google Earth [5], напротив, отличаются неравномерностью покрытия площади, различной разрешающей способностью изображений, съемкой в различные времена года, различной спектральностью. Это часто создает затруднения работы с мелкомасштабными снимками больших площадей. Но на отдельные участки имеются снимки повышенной разрешающей способности (например, на площадь Гайского месторождения можно успешно рассматривать снимки масштаба 1 : 1 000, дата съемки 20.09.2003). На Сибайское месторождение и его окрестности разрешение космоснимков различное и неравнозначное. На обоих сайтах имеется функция 3D просмотра, что при пересеченном рельефе значительно облегчает дешифрирование снимков.

Разрывная тектоника колчеданных месторождений Урала изучалась многими исследователями и в обобщенном виде приведена в ряде работ [1–3]. Согласно И.Б. Серавкину и др. [3], колчеданные месторождения Уральского типа контролируются “скрытыми разломами рифтогенного заложения” близмеридионального простирания: Учалинско-Верхнеуральской, Бак-Узяк-Сибайской, Уваряж-Вишневской, Восточно-Баймакской, Петропавловско-Бурибайской, Макан-Восточно-Акъярской и Подольско-Гайской. Золото-колчеданно-полиметаллическое оруденение связано со сколовыми зонами северо-западного простирания, заложеными почти одновременно с рифтогенными разломами. Рудоносные палеовулканы формировались на пересечении этих двух структур. **Локаль-**

ный структурный контроль обусловлен пересечением рудоподводящих зон субмеридионального и северо-западного простираний.

В.А. Прокин и др. [1] также выделяют субмеридиональные “региональные магмовыводящие разломы, контролирующие размещение рудоносных вулканических построек” и широтные “поперечные разломы в фундаменте складчатых систем”. Полагается, что **на пересечении этих двух структур формируются крупные колчеданные месторождения.** Кроме того, на каждом крупном месторождении данного типа выделяется “локальная линейная тектоническая зона или *главный контролирующий разлом*”, субпараллельный вулканическому поясу; амплитуда смещений не превышает нескольких десятков метров (курсив В.А. Прокина и др. [1]). На Гайском месторождении к данному типу отнесен Центральный разлом взбросового характера, сопровождаемый зоной рассланцевания. Кроме того, выделяются Западный и Восточный разломы, ограничивающие месторождение, а также Калиновский разлом (на востоке) и Гайский надвиг (на западе).

Таким образом, предшественниками достаточно определенно рассмотрена роль разрывной тектоники в формировании данных месторождений и показана ее роль для прогноза. Для того, чтобы освободиться от стереотипов на разрывную тектонику этих месторождений, мы при дешифрировании космоснимков на первом этапе не использовали геологические карты и схемы. Это позволило создать линейamentную сеть, относительно свободную от влияния имеющихся структурных моделей на эти месторождения. В целом космоснимки этих площадей отличаются хорошей дешифрируемостью и на них уверенно распознаются тектонические нарушения и, иногда, слоистость пород, чему способствует слабопересеченный, преимущественно денудационный рельеф, степная климатическая зона, отсутствие латеральных кор выветривания. Только участки промзон и населенных пунктов дешифрируются плохо. На космоснимках линейamentные отвечающие простираниям всех тектонических зон, выделенных предшественниками [1–3], присутствуют в большом количестве, в том числе и далеко за пределами рудных полей. Для обоих месторождений линейamentная сеть имеет как общие черты, так и различия.

Площади обоих месторождений на космоснимках выглядят весьма обыденно и ни один из наблюдаемых линейментов сам по себе, как возможный рудоконтролирующий разлом, интереса не вызывает. Согласно результатам дешифрирования, на Сибайский карьер выходят: 1) группа прямолинейных (субвертикальных) трещин с простиранием по азимуту $45\text{--}50^\circ$ СВ; 2) слабоизвилистая долина ручья, которая, возможно, фиксирует относительно крупное нарушение с азимутом простирания $100\text{--}110^\circ$ и крутым ($60\text{--}70^\circ$ – вычислено по рельефу) падением на юг; 3) возможно, одиночное нарушение с азимутом простирания 78° . С юго-юго-запада к карьере подходит широкая полоса мелкопятнистого фототона, выходящая на восточный берег оз. Колтубан и уходящая далее на юго-запад по азимуту 155° . Пестрота окраски вызывает мысленную ассоциацию данной зоны с брекчиями. Представляется интересным то, что Сибайское месторождение находится на участке высокой влажности, которую обеспечивают тектонические трещины. К северу от карьера наблюдается еще 4 “сырых” участка (на одном из них имеется небольшой карьер). Большой интерес вызвало оз. Колтубан, расположенное в 6–7 км к югу от месторождения. По фототону космоснимка можно предположить, что озеро занимает часть кальдеры, имеющей ширину здесь около 5 км. В 1978 г. один из авторов (А.Ю. Кисин) изучал проявление яшм на берегу данного озера, представленного сильно тектонизированной кварц-гематитовой породой. Такие образования обычно рассматриваются как положительный признак на колчеданное оруденение [1–3]. Данный участок (оз. Колтубан и его ближайшее окружение) является самым “сырым” вблизи Сибайского месторождения и за-

служивает особого внимания для поисков скрытого колчеданного оруденения. На озеро выходит крупный лог с простиранием $100\text{--}110^\circ$, а к востоку от него наблюдаются несколько прямолинейных логов с азимутом простирания 66° . От юго-западного побережья озера протягивается извилистая широкая полоса пестрого фототона (предположительно зона сильно тектонизированных пород), которая прослеживается на 16 км. К ней приурочено несколько обводненных участков. Таким образом, по результатам дешифрирования космоснимков наибольший интерес у нас вызвал участок оз. Колтубан. На следующем этапе исследований данного участка должна быть задействована уже разноплановая геологическая информация.

На космоснимках Гайского месторождения все перечисленные выше тектонические нарушения [1, 2] находятся без особого труда. Однако обратная задача решается с трудом, то есть в линейментной сети они отражены слабо. Обусловлено это, прежде всего небольшими масштабами этих тектонических нарушений и плохо выраженной индивидуальностью: на крупномасштабных космоснимках все они выглядят как единый компактный сильно тектонизированный блок. Площадь месторождения характеризуется обилием разно ориентированных трещин различной протяженности. Массовые замеры простираний трещин произведены для двух участков: первый расположен в 300 м к юго-востоку от карьера № 2, а второй – в 1.6 км к юго-западу от того же карьера (рис. 1 и 2). Площадь каждого участка около 50 тыс. м². На первом участке сделано 59 замеров простирания трещин, а на втором – 32. Неравнозначность количества сделанных замеров объясняется тем, что второй участок приходится на

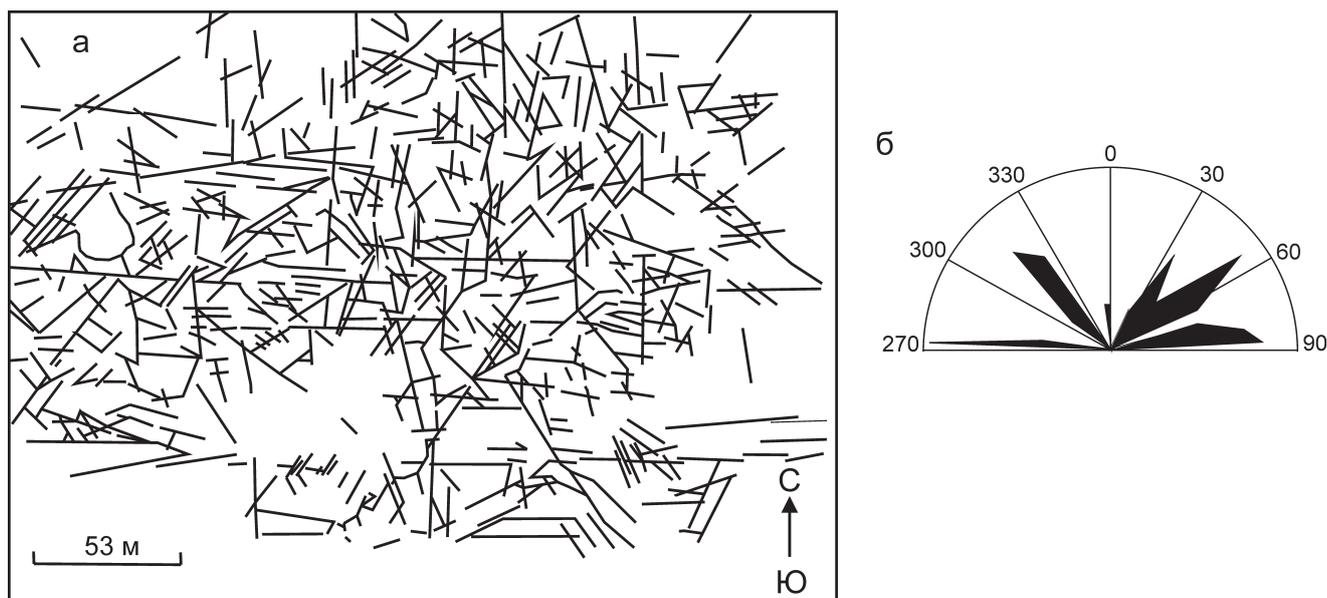


Рис. 1. Характер трещиноватости (а) и розы-диаграммы простираний наиболее крупных трещин (б) участка детализации № 1 Гайского месторождения.

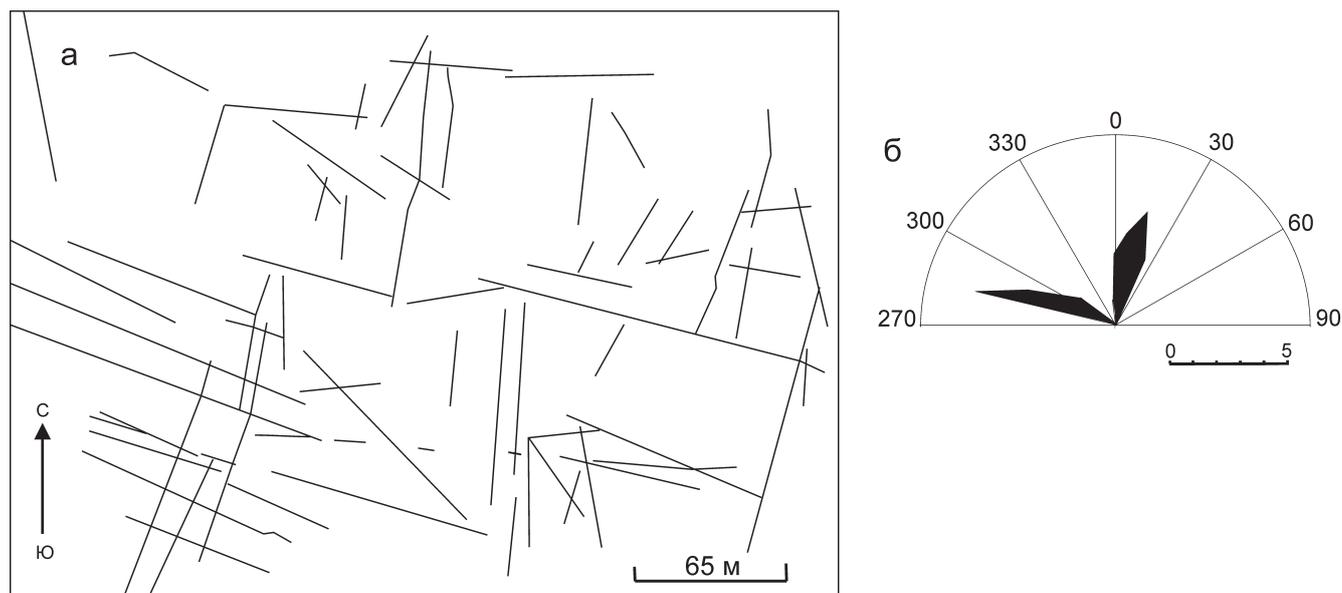


Рис. 2. Характер трещиноватости (а) и розы-диаграммы простираний наиболее крупных трещин (б) участка детализации № 2 Гайского месторождения (пояснения в тексте).

дачный поселок и это значительно усложнило задачу. Тем не менее, различия в характере трещиноватости этих двух участков отразились достаточно отчетливо (рис. 1 и 2). Особенно показателен участок № 1 (рис. 1). Ориентировка трещин весьма различная, хотя подавляющая их часть подчиняется ортогональной и диагональной системам. Можно сказать, что вблизи рудных тел катаклиз пород по характеру приближается к брекчиям и мегабрекчиям. Мегабрекчии просматриваются на космоснимках и непосредственно к северу от карьера № 1. На втором участке (рис. 2) преобладают трещины северо-восточного, северо-западного и субмеридионального простираний. Но при приближении к рудным телам появляется много трещин других простираний и характер трещиноватости пород становится подобным участку № 1. Аналогичная картина наблюдается и непосредственно к север-северо-западу от карьера № 1. Таким образом, вблизи рудных тел наблюдается сильный катаклиз пород, близкий к брекчированию и мегабрекчированию.

Но наибольший интерес вызвал не катаклиз пород на месторождении, а сильная обводненность многих трещин. Именно обводненность сделала трещины хорошо заметными на космоснимках. И примечательно, что большая глубина карьеров не привела к осушению этих трещин (некоторые крупные трещины хорошо видны и в карьерах). Следует напомнить, что критерием для постановки поисковых работ на медь на Гайском месторождении в свое время послужило Купоросное озеро, которое существует и в настоящее время. На космоснимках хорошо виден “мокрый след” между карьером № 2 и Купоросным озером. Небольшой ручей протягивается и от восточного края северных отвалов к югу, через

п. Калиновку, в направлении Купоросного озера. С западных бортов всех трех карьеров к юго-западу и частично к северо-западу протягиваются многочисленные сильно обводненные трещинные зоны, местами объединенные в ручьи-болотца. Вмещающие месторождение породы сильно дезинтегрированы и осветлены; аналогичная картина наблюдается и вдоль многих обводненных трещин вблизи месторождения. Какая связь может быть между месторождением меди и выходом трещинных подземных вод – пока не понятно. Но если такая связь существует, то можно указать и на другие подобные участки в ближайшем окружении месторождения: один “сырой” участок наблюдается в 3–5 км к северо-западу от карьера № 1 и два участка в 4 и 6 км к югу от карьера № 2. Масштабы их не велики, но, вероятно, имеет смысл исследовать глины с этих участков на содержание меди.

Таким образом, дешифрирование космоснимков из Интернет-ресурсов на площади Сибайского и Гайского месторождений меди колчеданного типа позволяет выделять и систематизировать разрывные нарушения различного ранга. Однако для прогнозных целей большое значение может иметь выход на поверхность подземных трещинных вод и химическая дезинтеграция пород вдоль этих трещин. С этих позиций практический интерес для поисковых работ на медь могут иметь оз. Колтубан и несколько “сырых” участков – в окрестностях Сибайского месторождения и три подобных участка – в окрестностях Гайского месторождения.

Работа выполнена в рамках проекта ориентированных фундаментальных исследований УрО РАН, тема 10-5-08-ИАП “Исследование физических полей и аэро-космогеологических характери-

стик рудных узлов Урала с крупными и уникальными месторождениями сульфидных (колчеданных) руд”, в содружестве с Институтом геофизики УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайский ГОК: геология Гайского и Подольского медно-цинковых колчеданных месторождений на Урале / В.А. Прокин и др. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. 148 с.
2. Прокин В.А. Закономерности размещения колчеданных месторождений на Южном Урале. М.: Недра, 1977. 176 с.
3. Серавкин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. Уфа: Полиграфкомбинат, 2001. 318 с.
4. <http://www.kosmosnimki.ru/>
5. <http://www.earth.google.com/intl/ru/>