

Секция 3

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

РУДНЫЕ ПОЛЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ, РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В МАТЕРИАЛАХ СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Ю.С. Ананьев, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Последние десятилетия бурными темпами развиваются технологии космических съемок и обработки их материалов. Накоплен огромный массив цифровых данных дистанционных съемок различной детальности. Создаются новые средства и алгоритмы обработки цифровой информации. В настоящее время стали доступны все накопленные материалы, технические средства обработки цифровых изображений, которые можно успешно применять при геологических исследованиях.

Использование материалов космических съемок позволяет получать качественно новую информацию не только при геолого-съёмочных и прогнозно-поисковых работах, но и на детальных стадиях оценочных и разведочных работ. Это актуально не только для новых и малоизученных площадей, но и для известных рудных районов. Здесь можно рассчитывать, главным образом, на выявление скрытых объектов (глубоко залегающих и/или перекрытых рыхлыми отложениями). Следовательно требуется применение таких технологий, которые позволяют на начальном этапе в короткие сроки при минимальных затратах средств уточнить геологическое строение и значительно локализовать перспективные участки для постановки детальных работ комплексом глубинных методов.

В основу методологии применения материалов космических съемок (МКС) для целей геологических исследований положена связь особенностей объектов поверхности Земли с геологическим, в том числе глубинным строением и минерагенией. Важнейшими характеристиками МКС, отличающими их от наземных и отчасти аэроисследований, являются [4]: – объективность и метричность исходной информации; – обзорность, непрерывность и требуемая детальность; – естественная генерализация и повышенная глубинность; – высокая информативность, обусловленная получением данных в широком диапазоне спектра электромагнитного излучения; – возможность проведения исследований в труднодоступных районах, исследования трансграничных структур, находящихся на территории различных недропользователей; – высокая экспрессность, экологичность и относительно низкая стоимость.

Необходимо особо отметить, что в отличие от традиционно используемых в наземных и аэроисследованиях профильных наблюдений, которые характеризуются выборочной пространственной информативностью (в зависимости от ориентировки профилей), МКС азимутально равноинформативны. В связи с этим они позволяют, как правило, получать принципиально новую геологическую информацию даже на детально изученных площадях.

Велика роль МКС в выявлении и изучении глубинных и погребенных структур, что обусловлено их обзорностью, непрерывностью и естественной генерализацией. В зонах, контролирующей разгрузку глубинных флюидов, меняются спектральные характеристики горных пород, почв и растительности, особенно в инфракрасной области и ее тепловой части.

Современные МКС позволяют получать информацию в широком спектре от коротковолновой части видимого диапазона (0,3...0,4 мкм) до теплового (10...20 мкм) и радиодиапазона (п*см) с малым, средним и высоким (< 1 м) пространственным разрешением. В разных диапазонах съемки геологические объекты и явления проявляются по-разному. Важно при этом учитывать природные условия региона работ – особенности рельефа, характер растительности, тип и мощность рыхлых отложений, обводненность, климатические особенности, наличие вечной мерзлоты и пр.

Следует подчеркнуть, что простая визуализация данных МКС, как правило, мало информативна, необходима целевая их обработка с использованием специальных пакетов программ и алгоритмов. Используемый ранее термин «космоснимки» не отражает сути современных космоматериалов. Правильнее говорить о материалах космических съемок.

В последнее время количество спутниковых съёмочных систем постоянно возрастает. Это создает весьма благоприятные условия для использования не только архивных данных, но и заказа оперативных съемок в режиме реального времени. В последнем случае возникает содержательная задача – определение оптимального вида МКС и наиболее информативного сезона съемки.

Наряду с задачами картографирования мелкого (1:5000 000 – 1:500 000) и среднего (1:200 000 – 1:50 000) масштабов, когда требуется невысокое пространственное разрешение, все больше задач решается при крупномасштабных (1:25 000 – 1:5 000) исследованиях. Для этого применяется комплекс методов, включающий

МКС нескольких масштабов, разных спектральных диапазонов, при этом используются материалы различных съемочных систем.

Многолетними исследованиями показана высокая эффективности использования МКС в геологоразведочных работах [4]. Наряду с этим, господствует представление о необходимости их применения на начальных этапах изучения территорий. Это исторически обусловлено возможностью (доступностью) использования мелкомасштабных МКС. В настоящее время в связи с бурным развитием съемок среднего и высокого пространственного разрешения, существенным улучшением спектральных характеристик съемочной аппаратуры доказана высокая эффективность использования МКС на всех без исключения стадиях геологоразведочных работ вплоть до разведки, эксплуатации месторождений и мониторинга горных отводов. При этом на каждой стадии работ в зависимости от масштаба и решаемых задач необходимо использовать свой наиболее информативный комплекс МКС.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете разработкой технологий комплексирования, обработки и анализа МКС для решения геологических задач в масштабах от 1:1000000 до 1:5000 занимается научно-инновационный центр космогеологических исследований «Космогеология». За 9 лет работы центром выполнены исследования прогнозного, поискового, оценочного и разведочного назначения (в том числе инженерно-геологические) на различные виды полезных ископаемых (алмазы, золото, уран, полиметаллы, каменные соли, нефть и др.) в различных структурах земной коры.

Так, на территории Рудного Алтая проведены прогнозные исследования от 1:500000 до 1:25000 масштабов. Составлена космоструктурная схема Российской и Казахской частей Рудного Алтая масштаба 1:500000. В качестве основных структурных элементов Рудного Алтая выделены: Главная тектоно-металлогеническая зона северо-западного простирания; тектонические линзы, входящие в состав Главной зоны; Северо-Восточная зона смятия (по В.П. Нехорошеву); деформационно-метаморфические рудоконтролирующие зоны; субширотные сбросо-сдвиговые структуры; кольцевые и дуговые структуры различного генезиса; прочие, осложняющие разрывные нарушения. Анализ размещения известных рудных районов позволяет констатировать, что все они располагаются в пределах главной тектоно-металлогенической зоны, в пределах деформационно-метаморфических («рудоконтролирующих» металлогенических) зон, в тенях давления тектонических линз, во внутренних частях вулканогенных или комбинированных кольцевых структур с радиусами 14...25 км. Полученные закономерности предлагается рассматривать как региональные критерии прогнозирования полиметаллических объектов Рудно-Алтайского типа. В детальных масштабах (1:50000 – 1:25000) изучены Зырянский, Лениногорский и Змеиногорский рудные районы. Показаны: сложное, линейно-блоковое строение для Зырянского рудного района; линзовидно-свиловатое для Лениногорского и Змеиногорского. При этом внутреннее строение отдельных рудных районов и полей аналогично рудноалтайской системе в целом, демонстрируя принцип самоподобия системы на различных иерархических уровнях, что проявляется в рисунке основных структурных элементов северо-западного простирания [4].

Выполненные нами детальные исследования масштаба 1:50000 части Ачитканского рудного района (северное Прибайкалье) показали, что здесь наблюдаются определенные закономерности в локализации золото-урановых рудопоявлений. Изученная площадь в основной своей части представляет собой западное пологопадающее крыло куполовидной Домугдино-Черепановской вулканотектонической структуры, осложненное стратовулканическими постройками более высоких порядков. Преимущественно развиты на участке работ отложения хибинской свиты прорваны субвулканическими телами граносиенит и гранодиорит порфиров, расположение которых в целом согласуется с общей структурой вулканотектонической постройки. Участок работ ориентирован вдоль зоны Миньского глубинного разлома, имеющего субмеридиально-северовосточную ориентировку и осложненного разнонаправленными разрывными нарушениями более высоких порядков. Положение известных золото-урановых рудопоявлений (Парусное и др.) контролируется, как правило, узлами сопряжения субмеридиально-северовосточных, субширотных и северо-западных структур, а так же узлами сопряжения субмеридиально-северовосточных с дуговыми вулканокупольными структурами. Выявленные закономерности рассматриваются в качестве критериев выделения рудоперспективных участков для постановки поисково-оценочных работ.

В пределах Валерьяновской структурно-формационной зоны (Северный Казахстан) на площади перекрытой мелководными морскими отложениями неогена значительной мощности (более 70 м), при выполнении прогнозно-поисковых работ масштаба 1:200000, дистанционными методами закартированы разрывные нарушения и интрузивные образования фундамента. Показано положение уникального цинкового месторождения Шаймерден в закартированных структурах. Кроме этого в аллохтонных отложениях откартировано более 220 км погребенных палеодолин двух разновозрастных групп [5]. Необходимо отметить, что с подобными палеодолинами в пределах северного склона Кустанайского вала связано инфильтрационное месторождение урана и в Джетыгаринском районе погребенные россыпи золота.

Выполнены разномасштабные работы на площади полиметаллического Безымянского рудного узла в пределах южного острова архипелага Новая Земля. Составлены космоструктурные схемы Безымянского рудного узла масштаба 1:100000 и участков Северный и Перевальный масштаба 1:5000. Показано сложное дисгармонично-складчатое строение площади рудного узла, обусловленное чередованием в стратиграфическом разрезе разнокомпетентных толщ. Пликативные структуры осложнены разрывными нарушениями одного структурного парагенезиса. Среди последних выделены складчатые продольные и диагональные сколовые, поперечные отрыва. К этому же складчатому структурному парагенезису отнесены локальные складчатые межслоевые срывы, которые достаточно широко проявлены на площади Безымянского рудного узла в участках сопряжения разнокомпетентных толщ. Предполагается, что такой комплекс тектонических структур

формировался в условиях верхов мезозоны или низов эпизоны. Проявления рудной минерализации в пределах рудного узла пространственно совпадают с телами закартированных нами площадных метасоматитов предположительно хлорит-эпидотового состава. Для площадей участков Северный и Перевальный составлены детальные космоструктурные схемы на основе космических съемок высокого пространственного разрешения. На схемах показаны: стратифицированные образования, пликативные и дизъюнктивные тектонические структуры, проявления локальных метасоматитов. Сделан прогноз положения свинцово-цинкового оруденения, даны рекомендации по дальнейшему направлению оценочных работ.

Выполнен комплекс работ на площади Хиагдинского урановорудного поля. Наиболее крупной тектонической структурой площади является Байсыханское поднятие кристаллического фундамента. Хиагдинское рудное поле располагается на юго-восточном и северо-западном склонах поднятия, а размещение рудных залежей контролируется погребенными под платобазальтовым покровом палеодолинами, развивающимися на склонах поднятия. Урановое оруденение приурочено к неогеновым осадкам, выполняющим палеодолины. Основой для составления структурных схем Дыбынского, Намаруского, Кореткондинского и Хиагдинского месторождений послужили материалы спектрозональных архивных съемок Landsat ETM+ и оперативных съемок, выполненных по нашему заказу, WorldView-2, GeoEye-1. В качестве дополнительных источников информации использованы цифровые модели рельефа по данным радарных съемок SRTM, AsterGDEM и материалы аэрогеофизических исследований, выполненных компанией «Аэрогеофизика». На площадях месторождений закартированы два структурных парагенезиса разрывных структур – ранний и поздний. К раннему структурному парагенезису отнесены разрывные нарушения субмеридионального и ортогональные структуры субширотного простираний. Разрывные нарушения позднего парагенезиса представлены северо-восточными и северо-западными структурами. Северо-восточные структуры определяют положение Байсыханского поднятия, а по северо-западным структурам фиксируются малоамплитудные смещения. По отдельным структурам определены амплитуды смещения. Погребенные ураноносные палеодолины достаточно уверенно фиксируются в материалах обработки тепловых и инфракрасных каналов под толщей платобазальтов. Они имеют юго-восточное и северо-западное направление. Их ширина варьирует от 370 до 970 м. Палеодолины являются боковыми притоками более крупной речной системы, а их заложение связано с развитием позднего структурного парагенезиса. Полученные структурные построения по месторождениям подтверждены результатами разведочных буровых работ [2].

На Жилинском месторождении калийных солей (Западный Казахстан) выполнены работы масштаба 1:10000 по дешифрированию комплекса космических данных Landsat ETM+, TerraAster, Ikonos с целью составления космоструктурной схемы и выявления главных рудоконтролирующих факторов. В результате установлено, что разрывные нарушения в пределах площади представлены дизъюнктивами трех направлений – северо-западного, север-северо-западного и субширотного. По отношению к складчатым структурам они занимают продольное, поперечное и диагональное положение. Определяющими разрывными нарушениями на площади месторождения являются структуры северо-западного простирания. Эти разрывные нарушения разбивают площадь месторождения на три блока – северный, центральный и южный. Центральный блок приподнят и максимально эродирован. В меньшей степени эродирован южный блок. В еще меньшей степени северный. В пределах центрального блока выделено и закартированы 4 маркирующих горизонта, по которым восстановлены складчатые структуры участка. Сопоставление полученных данных с данными сейсмометрических исследований показало их полную сходимость. Анализ полученных структурных построений показывает, что известные полигалитовые, сильвинитовые и сильвинит-карналитовые тела контролируются замковой частью и крыльями антиклиналей второго порядка. На основе выявленных закономерностей даны рекомендации по направлению разведочных работ в центральном и южном блоках [1].

Разномасштабные работы проведены в пределах Ортон-Федоровского золоторудного района в южной части Кузнецкого Алатау. Показано, что золоторудный район располагается в зоне сопряжения двух крупных тектонических структур северо-восточного и субмеридионального простираний. Северо-восточная зона по морфологическим признакам отвечает мезозональному типу структур с ярко проявленным фрактальным строением. Субмеридиональная зона нарушений, отвечающая зоне Кузнецко-Алтайского глубинного разлома, несет следы левосдвиговых хрупких смещений и является более молодой, чем северо-восточная зона. Детальные исследования, масштаба 1:25000, показали, что рудоносные структуры площади имеют северо-восточное простирание и представляют собой линейные зоны пластических деформаций, образующие в плане линзовидно-свилеватое строение. Жесткие линзы сложены, как правило, субвулканическими образованиями основного состава. Такие линзы окружены линейными зонами интенсивного динамометаморфизма, метасоматических преобразований с сопряженными линейно-штокверковым прожилкованием и стержневыми кварцевыми и кварц-карбонатными жилами. Полученные результаты учтены при дальнейшем изучении площади [3].

Таким образом, приведенные данные позволяют говорить о необходимости применения разномасштабных дистанционных исследований на всех этапах и стадиях геолого-разведочного производства.

Литература

1. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Житков В.Г., Кузнецов А.С., Фрейман Г.Г. Опыт использования материалов космических съемок при разведке Жилинского месторождения калийных солей // *Технология геологоразведочных работ: Матер. Науч.-практич. конф.* – Алматы, 2013. – С. 155 – 158.
2. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Новгородцев А.А., Мартыненко В.Г., Житков В.Г. Структуры месторождений Хиагдинского урановорудного поля в материалах мультиспектральных космических съемок //

- Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Матер. IV междунар. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С. 48 – 52.
3. Житков В.Г., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Кондрин В.К., Белоножко Е.А. Структурная позиция Комсомольской площади Ортон-Балыксинского золотоносного района по материалам космических съемок // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н. до наших дней: Матер. Всеросс. форума с междунар. участием, посвящ. 150-летию акад. Обручева В.А., 130-летию акад. Усова М.А. и 120-летию проф. Урванцева Н.Н.. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 169 – 174.
 4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: STT, 2007. – 228 с.
 5. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Картирование погребенных палеодолин и кор выветривания по материалам современных космических съемок // Россыпи и месторождения кор выветривания 2010: Матер. XIV междунар. совещания – Новосибирск: Изд-во «Апельсин», 2010. – С. 570 – 574.

**К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ
НА СЫРЬЕ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПОЛУОСТРОВЕ
КОНИ-ПЬЯГИНА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Ю.А. Аргунова

Научный руководитель доцент С.Л. Шевырев

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Комплексная программа развития минерально-сырьевой базы Магаданской области предусматривает необходимость увеличения объемов добычи золоторудного сырья, для чего является актуальным вовлечение в промышленное освоение скоплений полезных ископаемых в экономической зоне Примагadanья [1].

Целью настоящего исследования является актуализация возобновления поисковых работ на потенциально-рудноносных площадях Магаданской области.

Настоящее исследование рассматривает необходимость возобновления поисково-разведочных работ с последующим вовлечением в эксплуатацию перспективной в отношении обнаружения медно-молибденового и золотосеребряного оруденения площади полуострова Кони-Пьягина (Накхатаджинский рудный узел).

Для достижения этой цели необходимо привести обоснование необходимости возобновления поисковых работ. В пользу такого решения свидетельствуют приводимые факты.

Ранее проведенные поисковые работы, выполненные с 1996–2004 гг. на площади Накхатаджинского рудного узла (5250 км²) масштаба 1:10000–1:50000, показали наличие промышленного молибден-меднопорфирового и золотосульфидного, золотосеребряного оруденения. Однако более детальные разведочные работы на обнаруженных рудопроявлениях пока не проводились. Кроме того, исходя из экономической точки зрения, наиболее перспективными являются золоторудные месторождения. Это особенно критично, в связи с наблюдаемым возрастанием цены на золото на мировых рынках и инфляцией валют. Задачи наращивания запасов благороднометалльного сырья требуют постановки на государственный баланс новых месторождений, а значит и разведки перспективных рудопроявлений полуострова Кони-Пьягина.

В геологическом отношении территория Кони-Пьягинского полуострова относится к внутренней зоне Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). Региональные геологические особенности строения района характеризуют его принадлежность к зоне сочленения континентальной и океанической плит.

В прибрежной части района развиты многофазные габбро-диорит-гранитовые интрузии Кони-Пьягинского магматогенного поднятия, несущие молибден-меднопорфировое и золото-сульфидное оруденение; в материковой части – меловые вулканы среднего-основного состава с проявлениями золото-серебряного оруденения. По материалам ранее проведенных работ [3, 4] определены контуры Накхатаджинской перспективной площади.

На территории описаны отложения юрского и мелового периодов, а также четвертичные отложения различных генетических типов. В пределах рассматриваемой площади стратифицированные образования разделены на три комплекса. Терригенные отложения юрского возраста представлены преимущественно морскими осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканическими образованиями. Выше, с угловым несогласием, залегают континентальные образования (в основном лавы), относящиеся к зоне Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП), верхнеюрского-мелового возраста. Наиболее молодыми являются отложения неогенового и четвертичного возраста, образующие кайнозойские впадины и речные долины.

Площадь выходов интрузивных образований на поверхность составляет около 1500 км² (30 %) территории. Они прорывают юрские и раннемеловые стратифицированные и субвулканические образования. Особенности пород, а также взаимоотношения их между собой и с вмещающими образованиями, позволили выделить четыре интрузивных комплекса [5], таких как позднеюрско-меловой старицкий, раннемеловой магаданский, позднемеловой светлинский и эрикинский.

Старицкий комплекс предшествует внедрению типичных «охотских» гранитоидов. Магматические образования, связанные с заложением и формированием ОЧВП, объединены в собирательный термин «охотский комплекс», в который включен магаданский, светлинский и эрикинский комплексы.

Рассматриваемая территория принадлежит внутренней зоне Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, развивавшейся на складчатых структурах своеобразного осадочно-вулканогенного комплекса Кони-Тайгоносской системы. Данная система, объединяющая структуры полуострова Кони-Пьягина, Тайгонос (юго-