

*А. В. Паршин<sup>1,2</sup>, А. Е. Будяк<sup>2</sup>, А. В. Блинов<sup>1</sup>, А. Н. Костерев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> – Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск  
sarhin@geo.istu.edu*

*<sup>2</sup> – Институт геохимии СО РАН, г. Иркутск*

### **Комплекс методов поисков золото-урановых рудопроявлений в условиях криолитозоны района Байкало-Амурской магистрали**

Перспективы расширения минерально-сырьевой базы Иркутской области в настоящее время связаны с выявлением рудных объектов нетрадиционного типа в слабоизученных районах. К наиболее перспективным площадям относятся Кодаро-Удоканская структурно-формационная зона, через которую проходит модернизируемая Байкало-Амурская магистраль, а также Тонодское и Нечерское поднятия в пределах Байкало-Патомской минерагенической субпровинции. Эти территории перспективны на обнаружение золотого и уранового оруденения [Макарьев и др., 2009], а также на элементы платиновой группы, фосфориты и полиметаллы [Паршин и др., 2013]. Перспективность территории увязывается с нетрадиционным типом крупнообъемного оруденения черносланцевых отложений, характерных для Байкальской горной области. Особенностью месторождений и рудопроявлений на площади является их локализация вблизи поверхности структурно-стратиграфического несогласия (так называемый тип «несогласия»), низкотемпературный генезис, золото-урановая специализация с попутными аномальными содержаниями платиноидов, ртути и редких земель [Будяк и др., 2014].

До последнего времени на данной территории интенсивно добывалось россыпное золото, однако его запасы в настоящий момент значительно истощены. Масштабные работы по поиску, разведке и разработке урановых месторождений, характерные для 1940–1950-х гг., были завершены в связи с открытием Стрельцовского месторождения, расположенного в более привлекательных на тот момент геолого-экономических условиях, а архивы в значительной степени утрачены. Современная обстановка, истощение россыпных запасов золота и увеличение стоимости

добычи урана в сочетании с реиндустриализацией зоны Байкало-Амурской магистрали делают рентабельными поиски, разведку и разработку небольших комплексных золото-урановых объектов. Однако их поиски и разведка традиционными методами малоэффективны из-за слепого характера оруденения, сильно расчлененного рельефа, логистических проблем и повсеместного развития криолитозоны. Специфика природной среды в этих районах значительно затрудняет классические поисковые методы, применяемые при поисках рудных объектов. В связи с этим значительный интерес представляет формирование комплекса «легких» [Ковалевский, Ковалевская, 2010] геохимических, геофизических и других методов исследований с учетом региональных особенностей, влияющих на постановку и проведение поисковых работ. Методы должны отвечать следующим требованиям: простота, экспрессность, компактность и мобильность оборудования, относительная глубинность, возможность ведения работ малыми группами.

Апробация поискового комплекса проводилась на модельном объекте – месторождении Хадатканда, локализованном в пределах Верхне-Сюльбанского рудного узла [Макарьев и др., 2009], совмещающем слепую золото-урановую минерализацию.

На первом этапе необходим надежный метод опробования значительной по размеру территории с целью быстрого выявления перспективного участка. Из доступных картографических материалов наиболее применимыми являются карты аэромагнитных полей [Блинов и др., 2014]. Для организации работы с пространственной информацией создан геоинформационный проект, который позволил не только обобщить и проанализировать предварительные пространственные данные, но и обеспечить проектирование маршрутов обследований, наполнение баз данных опробования, обработку геофизических данных, картографирование результатов и их визуальный анализ.

Из наземных методов поисков наиболее эффективным оказался метод гидрохимического опробования, поскольку отбор проб донных отложений весьма затруднен в силу мерзлотной специфики региона. Для обеспечения этих работ на основе ГИС-проекта закартирована гидросеть с выделением водотоков различных порядков. Опробованы водотоки первого и второго порядков в зоне влияния Сюльбанского и Хадатканского разломов. Обязательным условием опробования являлось географическое расположение водотоков в пределах одной свиты (чинейской). Химический состав воды явно отличается по рудным и сопутствующим элементам. Поисковым критерием предлагается считать повышенные концентрации элементов, приведенных на рисунке 1.

На втором этапе необходимо выделить рудный участок, в связи с чем на перспективной площади проводятся дополнительные геолого-геохимические работы. Поскольку в пределах изучаемой территории развиты покровно-ледниковые отложения, литохимические ореолы проявлены слабо или отсутствуют. Однако на поверхности повсеместно встречаются растения различных видов, исследование которых представляется перспективным поисковым методом в комплексе с изучением почвенного слоя. Наиболее экономически эффективным оказалось биогеохимическое опробование. Отбор почв затруднен ввиду мерзлотного слоя, начиная с глубины порядка 15–20 см. Повышенная глубинность биогеохимии и упрощенная пробоподготовка мхов по сравнению с другими биогеохимическими методами [Ковалевский, Ковалевская, 2010] являются в данных региональных условиях их важнейшим достоинством. Для оценки применимости данного метода были отобраны пробы мха и

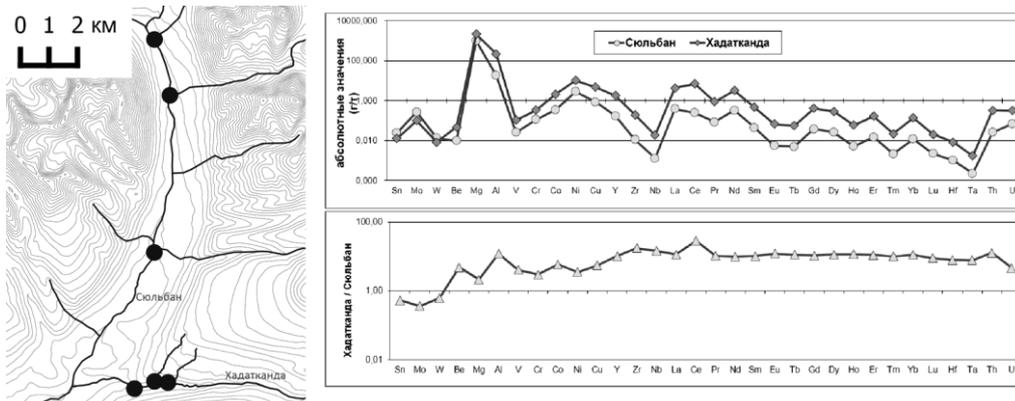


Рис. 1. Схема отбора и результаты химического анализа проб воды. Места отбора показаны точками.

почвы как в пределах рудной зоны месторождения Хадатканда, так и за ее пределами, а также вблизи Сюльбанского разлома. На рисунке 2 представлено картографическое распределение концентраций ртути во мхах и почве (естественные интервалы), где повышенные концентрации явно коррелируют с зонами минерализации.

Поисковым критерием на золото-урановое оруденение являются повышенные концентрации ртути в наземных мхах. Концентрации прочих элементов, включая элементы-спутники золота и урана, не показали столь однозначного результата. Очевидно, из безбарьерных элементов, ртуть в данных условиях является наиболее способной к миграции, при этом согласно [Юдович, Кетрис, 1994] она может находиться как в сульфидной, так и в органической формах, что объясняет ее устойчивое накопление во мхах.

На следующем этапе выполнялся поиск рудных тел, уточнение их формы и размеров. Оценивалась применимость различных геофизических методов. Наиболее эффективными являются пешие магниторазведочные исследования. Рудная зона модельного месторождения характеризуется наличием положительных аномалий магнитного поля амплитудой до 1600 нТл. Выявленные магнитные аномалии приурочены непосредственно к участкам, перспективным на золотое оруденение (рис. 2).

В пределах изучаемой территории золото и радиоактивные (U, Th) элементы, хотя и имеют различный источник, но локализованы в пределах единых геологических структур и находятся в парагенетической ассоциации с пирит-пирротиновой минерализацией [Будяк, Спиридонов, 2014; Паршин и др., 2013]. Простое картирование аномального магнитного поля позволяет выделить перспективные зоны в плане. Пересчет поля в нижнее подпространство или решение обратной задачи магниторазведки достаточно уверенно выявляет зоны пирит-пирротиновой минерализации в разрезе.

Пешая гамма-съемка не дала существенных результатов. Даже в пределах рудной зоны месторождения повышенная радиоактивность наблюдается исключительно в непосредственной близости от рудоразборок (свыше 2000 мкР/ч), шахт и штолен. Частично это связано с перекрытием истинного гамма-фона, обусловленным слоем льда под мхом, который хорошо поглощает ионизирующее излучение. Незначительное повышение радиоактивности зафиксировано только в выходах коренных пород в прибрежной зоне р. Хадатканда.

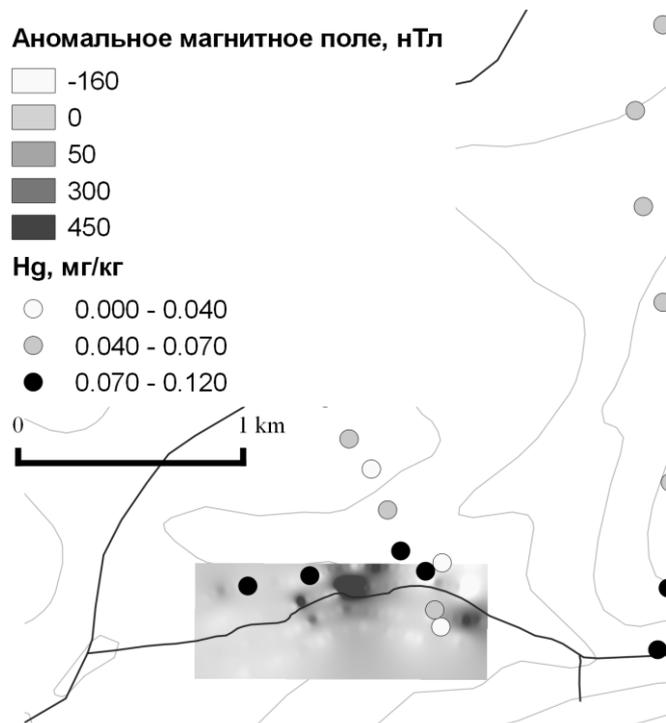


Рис. 2. Концентрация ртути во мхах и аномальное магнитное поле в районе месторождения Хадатканда.

Таким образом, экономичная методика поисков золото-урановых объектов в условиях горных районов Северного Забайкалья включает сочетание методов гидрогеохимии, биогеохимии и пешей магниторазведки на основе геоинформационного подхода. Такие работы не требуют значительной капитализации, применения тяжелой техники и больших полевых групп, что позволяет выполнять работы силами научных организаций или малых инновационных предприятий. Пространственное выражение приведенных поисковых критериев удобно формализовать в геоинформационную систему обеспечения поисково-разведочных работ, что позволит дополнительно автоматизировать процесс сбора, обработки, анализа данных.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-3747.2015.5.*

### Литература

*Блинов А. В., Паршин А. В., Костерев А. Н.* Особенности постановки геофизических методов поисков золотоурановых объектов в горных районах Северного Забайкалья // Известия СО РАН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 1. С. 55–60.

*Будяк А. Е., Спиридонов А. М.* Геохимическая характеристика Au-U месторождений Северного Забайкалья // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2014. № 3–1. С. 116–119.

*Ковалевский А. Л., Ковалевская О. М.* Биогеохимия урановых месторождений и методические основы их поиска. Новосибирск: Гео, 2010. 362 с.

*Макарьев Л. Б., Вояковский С. К., Илькевич И. В.* Золотоносность урановых объектов в Кодаро-Удоканском прогибе // Руды и металлы. 2009. № 6. С. 56–64.

*Паршин А. В., Абрамова В. А., Мельников В. А. и др.* Перспективы благородно- и редкометалльного оруденения нижнепротерозойских отложений на территории Байкальской горной области // Вестник ИрГТУ. 2013. № 3. С. 53–59.

*Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 304 с.