

изменение конструкции электрода и его кратера. Для создания более четких сцинтилляционных аналитических сигналов определяемых элементов с длительностью большей 0,01 с. предложен особый глубокий кратер анодного электрода, создающий благоприятные условия для раздельного фракционного испарения различных элементов из кратера электрода в плазму дуги в различные моменты ее горения;

разработанная компьютерная программа автоматически осуществляет построение градуировочных графиков по аналитическим сигналам, полученным при съемке спектров анализируемых проб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аполицкий В.Н. Интегрально-сцинтилляционный спектральный элементно-фазовый метод исследования вещества // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2008. — Т. 74. — № 7. — С. 11–17.
2. Аполицкий В.Н., Ваганов И.Н. Использование прямого интегрально-сцинтилляционного элементно-фазового метода для изучения геохимических проб // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 8. — С. 69–73.
3. Ваганов И.Н. Интегрально-сцинтилляционные методики для массовых определений содержания благородных металлов в геологических пробах горных пород, руд, почв: Докл. на X Междунар. Курнаковском совещании по физико-химическому анализу, 2013.
4. Патент № 2313079 РФ. Генератор дуги / Ваганов И.Н., Аполицкий В.Н.

© Ваганов И.Н., Алексашкина А.С., 2015

Ваганов Иван Николаевич // bvfunt@rambler.ru
Алексашкина Александра Сергеевна // bvfunt@rambler.ru

УДК 550.84

Левченко Е.Н., Набелкин О.А., Филин А.С.
(ФГУП «ИМГРЭ»)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТАТИВНОГО РФ-АНАЛИЗАТОРА X-MET ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

*По результатам поисково-оценочных геологоразведочных работ, проводимых ФГУП «ИМГРЭ» в 2010–2014 гг., показана обоснованность применения портативных РФ-анализаторов X-MET как при литогеохимическом картировании перспективных площадей, так и для разбраковки первичного материала керновых проб в полевых условиях, что позволило сократить сроки камеральных работ, количество анализов в стационарных условиях, а также оперативно корректировать проведение геологоразведочных работ. **Ключевые слова:** рентгенофлуоресцентный анализ, портативный РФ-анализатор, литогеохимическая проба, керновая проба, медь, иттрий, стронций.*

Levchenko E.N., Nabelkin O.A., Filin A.S. (IMGRE)

USE PORTABLE RF ANALYZER X-MET WITH SURVEY AND ASSESSMENT OF GEOLOGICAL EXPLORATION

According to the results of the survey and assessment of exploration FSUE «IMGRE» in the period 2010–2014 shows the validity of handheld XRF analysers X-MET as in lithogeochemical mapping perspective areas and for grading raw material core samples in the field, which allowed to reduce the time office

*work, the number of tests in stationary laboratory and quickly adjust for geological exploration. **Key words:** X-ray fluorescence analysis, portable XRF analyser, lithogeochemical sample, core samples, copper, yttrium, strontium.*

Геохимические методы поисков составляют важную часть широкого арсенала поисковых методов для обнаружения различных видов минерального сырья. Поиски по вторичным ореолам и потокам рассеяния, являющиеся неотъемлемой частью геохимических методов, зарекомендовали себя как эффективный метод выявления перспективных площадей при проведении работ на перекрытых территориях.

Процесс получения результатов геохимического опробования растянут во времени: от отбора проб в полевых условиях до аналитических исследований в стационарных лабораториях проходит не один месяц. Полевые аналитические экспресс-лаборатории при поисковых работах не используются либо по причине их дороговизны, либо из-за высокой трудоемкости и сложности пробоподготовки при выполнении анализов. Таким образом, для обеспечения максимальной эффективности полевых работ необходимо решение вопроса, связанного с оперативным анализом отобранных проб. Это позволит устранить самый критичный параметр в решении аналитических задач — время. Временной фактор в получении аналитических данных играет очень важную роль, особенно при работах в отдаленных, труднодоступных регионах.

Сегодня в области аналитического обеспечения геологоразведочных работ успешно применяется метод рентгенофлуоресцентного анализа, зарекомендовавший себя как наиболее быстрый, количественный, не разрушающий материал пробы и не требующий трудоемкой пробоподготовки [1, 2]. Благодаря быстрому развитию в последнее десятилетие приборостроения для рентгенофлуоресцентного анализа, и, в частности, в области портативных приборов для РФ-анализа, стало возможным внедрение и широкое применение портативных РФ-анализаторов в повседневной практике геологоразведочных работ [5]. Основными удобствами в использовании данных анализаторов являются их портативность, неприхотливость в эксплуатации, отсутствие требований к квалификации оператора, скорость получения количественных данных об исследуемом объекте, достаточная точность анализа даже для малых и рассеянных элементов (на уровне первых десятков грамм на тонну).

Главный критерий получения правильных результатов в полевых условиях при опробовании с помощью портативного РФ-анализатора — предварительная калибровка прибора в лабораторных условиях на интересующие элементы с помощью стандартных образцов либо образцов известного состава, схожих по составу с объектом исследования (в идеале, по образцам с данного исследуемого объекта). Особенно это касается рудных объектов, когда содержания одного или нескольких элементов в руде составляют $n(1–10) \%$. Калибровка прибора должна проводиться высококвалифицированными специалистами, работающими в области рентгенофлуоресцентного анализа.

Использование РФ-анализатора X-MET 5000 при проведении литогеохимического опробования площадей, перспективных на выявление медного оруденения

По результатам проведенных в 2010 г. на Усыншорском участке (Малохорасюртский медно-железородный узел) литогеохимических поисков по вторичным ореолам с применением портативного РФ-анализатора X-MET 5000 были выявлены интенсивные аномалии Cu. Наиболее крупная и продуктивная аномалия Cu была приурочена к Усыншорскому рудопроявлению. В ее пределах было выделено несколько локальных контрастных аномалий, при этом максимальные содержания были установлены для участка с уже известными рудными телами. Остальные локальные контрастные аномалии существенно уступали по содержаниям и продуктивности ореолам известных рудных тел, что снижало перспективы обнаружения с поверхности новых рудных тел. Аналогичные результаты были получены по данным приближенно-количественного спектрального анализа (ПКСА), выполненного в лаборатории ФГУП «ИМГРЭ». Аномалии Cu по данным ПКСА имели аналогичную конфигурацию и уровень содержания, за исключением максимальных значений (рис. 1).

Наличие параллельных определений двумя методами анализа по всему массиву данных (3907 проб) позволило оценить случайное и систематическое расхождение между этими видами анализа согласно инструкции по геохимическим поискам [2] (табл. 1). Так, для Cu было определено небольшое значимое занижение результатов по данным портативного РФ-анализатора ($S_{\text{систем}} = 0,84$) при случайном расхождении, не превышающим норму ($S_{\text{случ}} = 1,2$). Данные ПКСА из-за недостаточной точности анализа не могли быть использованы для определения его правильности. Поэтому дополнительно в 215 пробах почвы было проведено определение содержания Cu лабораторным количественным

Таблица 1
Результаты внешнего контроля содержаний иттрия по данным портативного РФ-анализатором методом ICP-MS

Показатель	Участок		
	Григорьевский	Раковский	Чапаевский
Число проб	90	195	70
$S_{\text{систем}}$	1,1	1,0	1,0
$S_{\text{случ}}$	1,1	1,1	1,1
Козф. корреляции	1,0	0,9	0,9

рентгенофлуоресцентным анализом на стационарном последовательном волновом спектрометре Axios Advanced, которое не показало значимого систематического ($S_{\text{систем}} = 0,93$) и случайного ($S_{\text{случ}} = 1,1$) расхождений [3, 4].

Полученные результаты оценки правильности анализов показали, что метрологические характеристики портативного РФ-анализатора по качеству определения Cu превосходят ПКСА.

Оперативно полученные в полевых условиях данные о вторичных аномалиях Cu позволили провести литогеохимическое опробование по первичным ореолам по отдельным профилям вкрест простирания наиболее контрастных аномалий Cu. Содержания элементов в пробах пород и руд определялись как в полевом лагере в стационарных условиях по отобраным образцам, так и непосредственно в коренных обнажениях. Сложность в проведении анализа коренных пород заключалась в необходимости обеспечения достаточно ровной площадки на образце для плотного прилегания окна излучателя прибора, что не всегда возможно.

При анализе использовалась программа для расчета содержаний элементов в породах и рудах, которая работает с более высокими содержаниями, чем программа для расчета содержаний в почве. По одному образцу проводилось по три замера с последующим усреднением результатов. При этом были отмечены существенные колебания получаемых значений. Особенно это было проявлено на рудных образцах, когда измерительное окно анализатора попадало на участки, в различной степени обогащенные рудными минералами.

Тем не менее, по результатам анализов, выполненных с помощью портативного РФ-анализатора, были выделены первичные геохимические аномалии Cu, хорошо согласующиеся со вторичными аномалиями. В пределах локального контрастного вторичного ореола известных рудных тел в коренных породах были зафиксированы промышленные содержания Cu для данного геолого-промышленного типа ($\geq 0,6\%$). Аналогичные содержания в пределах других локальных контрастных аномалий были выявлены лишь в единичных пробах. Таким образом, источниками большей части вторичных аномалий служили зоны рассеянной минерализации.

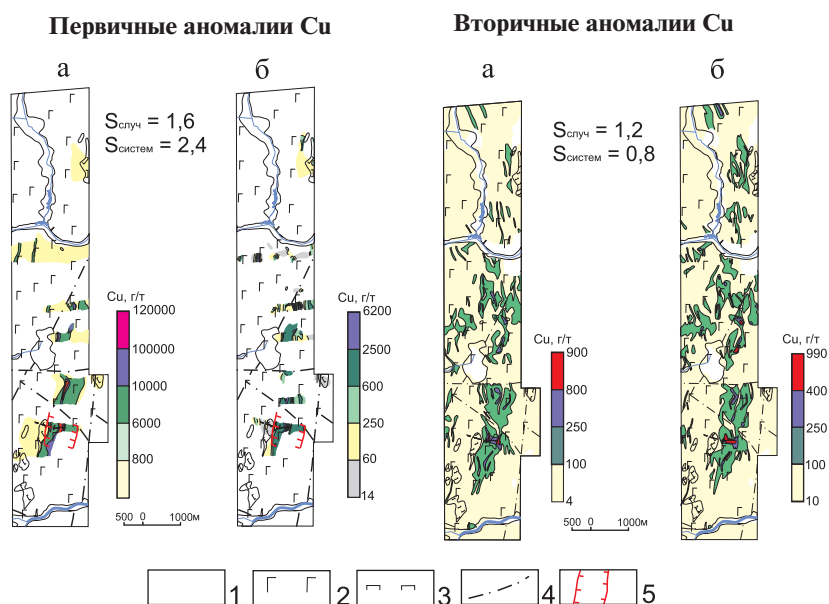


Рис. 1. Первичные и вторичные геохимические аномалии Cu по данным портативного РФ-анализа (а) и ПКСА (б) на участке Усыншор. 1 — аллювиальные и болотные отложения; 2 — габброиды; 3 — пироксениты и перидотиты; 4 — разрывные нарушения; 5 — ранее установленная зона медно-сульфидной минерализации

Выделенные первичные аномалии Cu по данным ПКСА имеют значительное сходство по конфигурации с аномалиями, выделенными по данным портативного РФ-анализатора, но отличаются меньшими содержаниями. Эти данные также показали, что основным источником вторичных аномалий служили зоны рассеянной минерализации. По данным параллельных определений было установлено значительное систематическое завышение содержаний Cu по данным портативного РФ-анализатора ($S_{\text{систем}} = 2,4$) и существенное случайное расхождение в анализах ($S_{\text{случ}} = 1,6$) относительно данных ПКСА. Завышение содержаний портативным РФ-анализатором происходило по двум причинам: 1) развитие медной минерализации преобладало по плоскостям рассланцевания габбро, по которым было удобно проводить анализ образцов, тогда как неровная поверхность поперек этих плоскостей в большинстве случаев не позволяла это делать; 2) по данным лабораторного РФ-анализа, при содержании Cu ~1 % ПКСА, обычно использующийся для определения содержаний элементов до 1 %, занижал их приблизительно в 2 раза [6]. Высокое случайное расхождение анализов объясняется неравномерным распределением медной минерализации по объему породы при проведении анализа портативным РФ-анализатором в отсутствие всякой прободготовки, тогда как пробы перед ПКСА были гомогенизированы путем дробления и истирания. Кроме этого, ситуация усугубляется небольшими размерами окна излучателя РФ-анализатора и незначительной глубиной проникновения возбуждающего рентгеновского излучения в материал, что определяет незначительный объем анализируемой части пробы.

В целом, по результатам литохимических поисков медно-титаномagnetитового оруденения можно отметить, что применение портативного РФ-анализатора позволило в течение одного полевого сезона непосредственно в полевых условиях выявить вторичные аномалии Cu, определить их природу и предварительно оценить перспективы участка.

Использование РФ-анализатора X-MET 5000 при проведении поисковых работ на редкоземельные металлы иттриевой группы

В 2012–2014 гг. ФГУП «ИМГРЭ» проводились работы по поискам редкоземельных металлов иттриевой группы в пределах Павловской площади (южный фланг Вознесенского рудного района), для которой ранее были оценены прогнозные ресурсы кат. Р₃. Объектом поисков являлись редкоземельные руды в аргиллизированных (в результате низкотемпературного гидротермального процесса) и глинизированных (в результате коровых процессов выветривания) породах. Руды трудно диагностируемы макроскопически, практически не отличимы визуально от не содержащих РЗЭ аргиллизитов и глин. Это связано с формами на-

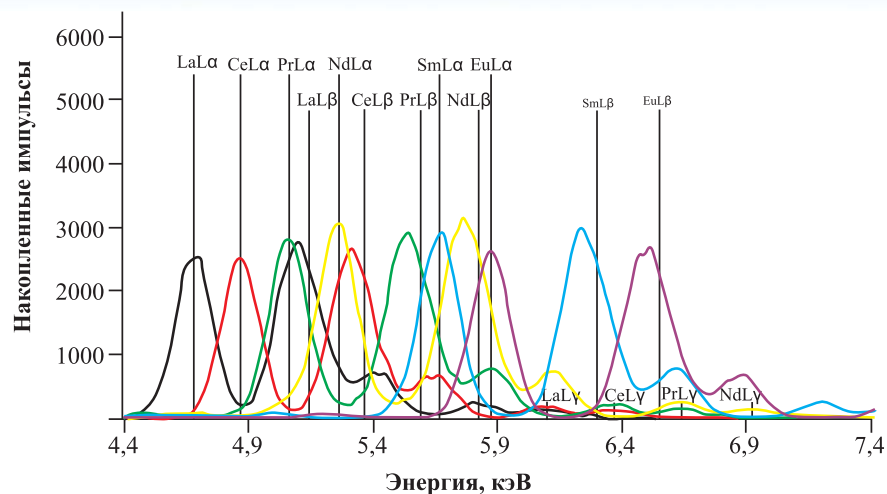


Рис. 2. Участок рентгеновского спектра, включающего анализы от La до Eu, полученный на анализаторе X-MET 5000

хождения РЗЭ в рудах: минеральные формы редки (кимураит, локкаит, неодимовый лантанит) и характерны только для богатых и уникальных по концентрациям (процентные содержания РЗЭ) штокверковых руд. Редкоземельные руды Павловской площади в подавляющем большинстве случаев сложены тонкодисперсными ($n - n \cdot 10$ мкм) минералами, обнаружить которые можно только с помощью электронной микроскопии. Большая часть руд — глинистые; РЗЭ сорбированы глинистыми минералами, гидроксидами железа и марганца.

Портативный РФ-анализатор применялся при поисках как по вторичным ореолам рассеяния, так и по первичным ореолам.

Сложность поисков руд подобных типов заключается в невозможности отделения их от макроскопически аналогичных, но безрудных интервалов пород. Поэтому применение РФ-анализатора явилось в какой-то степени решением этой трудной задачи.

Раздельное определение содержания РЗЭ в объектах геологических исследований является одной из сложнейших задач в области рентгенофлуоресцентного анализа. Рентгеновские аналитические линии *L*-серии РЗЭ лежат в диапазоне энергий от 4,65 до 9,05 кэВ. В этот же диапазон попадают аналитические линии *K*-серий Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, а также линии *L*-серий Ba, Hf и W. Вся сложность состоит в том, что на довольно узком участке спектра при плохом энергетическом разрешении прибора аналитические линии анализируемых элементов частично или практически полностью накладываются друг на друга. Наряду с этим, если учесть тот факт, что содержания таких элементов, как Ti, Mn, Fe, много больше, чем содержания РЗЭ, задача учета наложений еще больше усложняется. На рис. 2 показан типичный пример участка рентгеновского спектра с линиями первых шести РЗЭ, полученного на портативном РФ-анализаторе X-MET 5000.

Из-за недостаточного энергетического разрешения детектора РФ-анализатора при калибровке прибора некоторые элементы объединяли в группы, как, например, La, Ce, Pr и Nd, которые невозможно было спектрально разделить. При последующих опытах был выде-

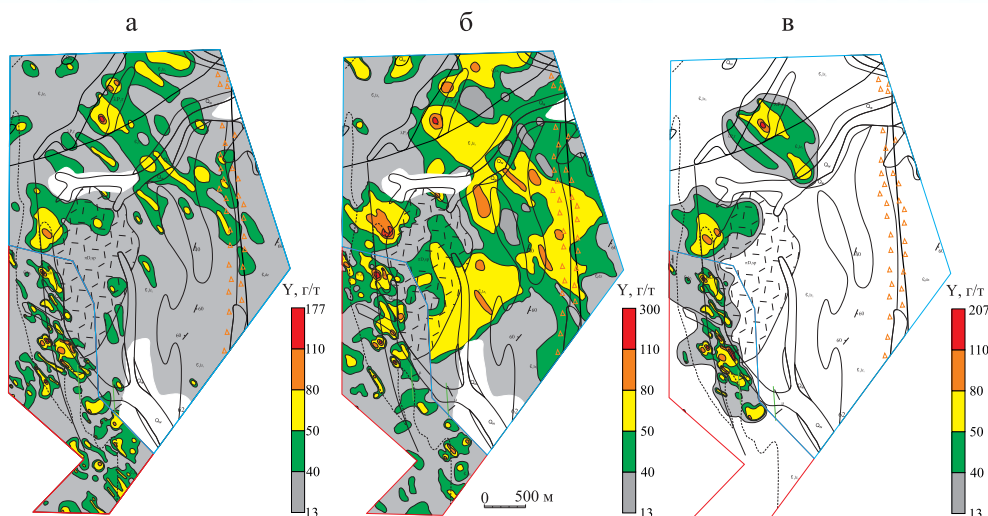


Рис. 3. Вторичные геохимические аномалии иттрия по данным портативного РФ-анализа (а), ПКСА (б) и лабораторного анализатора Axios (в) на участке Григорьевский

лен целый ряд элементов (таких как Ba, Mn, Fe), содержащихся в анализируемых пробах в значительных количествах ($n-n \cdot 10\%$), которые мешали точному определению РЗЭ, и поэтому результаты анализов по этим элементам в дальнейшем не учитывались. Наиболее точно портативный РФ-анализатор был откалиброван на иттрий, данные по которому использовались при заверочных работах.

По результатам работ были отобраны и проанализированы 10 094 пробы почвы с восьми участков. Наиболее протяженные и контрастные аномалии выявлены на трех участках: Григорьевском, Раковском и Чапаевском. В качестве примера нами рассмотрен участок Григорьевский. Здесь был выделен ряд локальных контрастных аномалий, вытягивающихся в меридиональном направлении. Аналогичные результаты были получены по данным ПКСА, выполненного по окончании полевого сезона. Аномалии иттрия по данным ПКСА имели практически идентичную конфигурацию, за исключением интенсивности аномалий и большой профильной аномалии на востоке участка (позднее данную аномалию исключили путем контроля некоторых проб методом ICP-MS) (рис. 3).

Наличие данных по двум методам анализов позволило определить случайное и систематическое расхождение анализов. Так, для иттрия было выявлено незначительное систематическое занижение результатов портативного РФА ($S_{\text{систем}} = 0,95$) при допустимой случайной погрешности ($S_{\text{случ}} = 1,2$). Несмотря на это, корреляция между двумя видами анализов довольно низкая ($R = 0,6$). Это, вероятно, связано с различными исполнителями анализа (ПКСА), в результате чего и выделяются профильные аномалии по этим аналитическим данным.

Из-за недостаточной точности ПКСА на наиболее контрастной части участка было проведено определение содержаний иттрия лабораторным количественным рентгенофлуоресцентным анализом (637 проб). Аномальные концентрации по результатам данного анализа, практически идентичны таковым по

одного полевого сезона, выполнялась проверка аномалий поисковыми маршрутами и задавались единичные горные выработки по заверке литохимических аномалий.

При проведении горных и буровых работ портативный РФ-анализатор использовался для определения интервалов отбора бороздовых и геохимических проб. Для определения качества анализа уже отобранные пробы были проанализированы в полевом лагере по 3 раза с последующим усреднением результата. Позже, после анализа данных проб методом ICP-MS, были сопоставлены результаты по этим двум видам анализов (рис. 4). Помимо этого случайное и систематическое расхождение, а также корреляционное соотношение определялось между анализами портативного РФ-анализатора и метода ICP-MS. Для иттрия было установлено незначительное систематическое завышение результатов портативным РФ-анализатором ($S_{\text{систем}} = 1,1$) при случайной погрешности в пределах нормы ($S_{\text{случ}} = 1,1$) и высокой степени корреляции (табл. 1).

Краткие выводы об использовании портативного экспрессного анализатора X-MET 5000 при поисках редкоземельных элементов иттриевой группы на флангах Вознесенского рудного района таковы:

1. Применение портативного экспрессного рентгенофлуоресцентного анализатора при литохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния вполне мо-

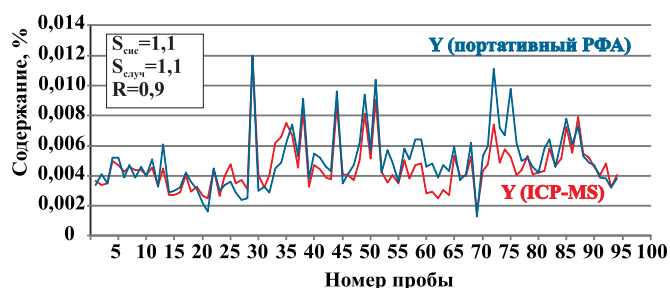


Рис. 4. Результаты анализов содержаний РЗЭ, полученных методом ICP-MS и на портативном анализаторе X-MET 5000

жет заменить ПКСА для определения содержаний Y и некоторых других элементов.

2. Его использование в полевых условиях существенно сокращает временной промежуток между выявлением геохимических аномалий, их разбраковкой и заверкой.

3. Определение концентраций РЗЭ РФ-анализатором при литохимических поисках по первичным ореолам без пробоподготовки (дробления и истирания) носит, скорее, качественный информативный характер. Применение его при рядовом опробовании без пробоподготовки по объемным бороздовым и керновым пробам еще более затруднительно. Но, тем не менее, он может использоваться для определения интервалов бороздового (кернового для скважин) и геохимического опробования.

4. Анализатор эффективен для определения содержаний РЗЭ в коренных породах только для Y. Выявление других РЗЭ затруднительно из-за наличия неблагоприятных факторов (неравномерность распределения, значительные концентрации мешающих элементов по сравнению с относительно низкими содержаниями РЗЭ и т.д.).

5. Более качественный анализ возможен при равномерном распределении полезного компонента в анализируемой пробе. Более крепкие породы, как правило, раскалываются по трещинам, в этих трещинах возможно накопление полезных компонентов, и при выполнении измерений по ним неизбежно завышение содержаний анализируемых элементов. Для уменьшения такой ошибки желательно черновое дробление проб в полевых условиях (хотя бы интересующих рудоносных пород).

6. Отрицательным фактором является неспособность прибора определять легкую группу лантаноидов (La, Ce, Pr и Nd) при значительном количестве мешающих элементов. Это приводит к тому, что при отсутствии в пробах повышенных концентраций иттрия можно пропустить цериевую группу, с которой может быть связана значительная часть редкоземельных руд.

Определение стронция с использованием РФ-анализатора X-MET 7000

Поисково-оценочные работы на флюсовые целестинсодержащие известняки на перспективном участке Верхнеуфьевской площади (Тульская обл.) проведены в 2012–2014 гг. с целью локализации оруденения по кат. С₂. В процессе работ предусматривалось опробовать керновый материал (635 рядовых геологических проб из 20 пробуренных скважин).

Для повышения эффективности поисковых работ предварительно выполнены специализированные исследования и разработана методика применения портативного РФ-анализатора X-MET 7000 для определения содержаний стронция и бария в полевых условиях, что позволит оперативно корректировать геологоразведочные работы, провести разбраковку первичного материала керновых проб и, соответственно, снизить объем анализов на стационарном приборе.

Калибровка и тестирование анализатора для определения стронция в керновых геологических пробах. На начальном этапе РФ-анализатор X-MET 7000 был откалиброван и протестирован на имеющемся материале

(дубликаты проанализированных методом РСФА на стационарном РФ-спектрометре Axios Advanced геологических проб по скв. 24 (42 пробы), 29 (28 проб) и 42 (30 проб), отобранных при поисково-оценочных работах 2006–2008 гг.) (рис. 5а). Материал проб истерт до крупности –0,074 мм в соответствии с требованиями подготовки проб для анализа в стационарных условиях.

Расчетный коэффициент корреляции анализов по результатам тестирования портативного анализатора X-MET 7000 составил 0,6 (табл. 2).

Непосредственно на объекте поисково-оценочных работ портативным анализатором X-MET 7000 проанализированы рядовые геологические пробы из керна буровых скважин на содержание Sr, Ba, Ca, Fe: скв. 54 – 90 проб, скв. 55 – 118 проб, скв. 56 – 68 проб, скв. 57 – 105 проб, скв. 58 – 67 проб, скв. 59 – 86 проб, скв. 66 – 90 проб. По полученным спектрограммам содержаний определяемых элементов были выделены

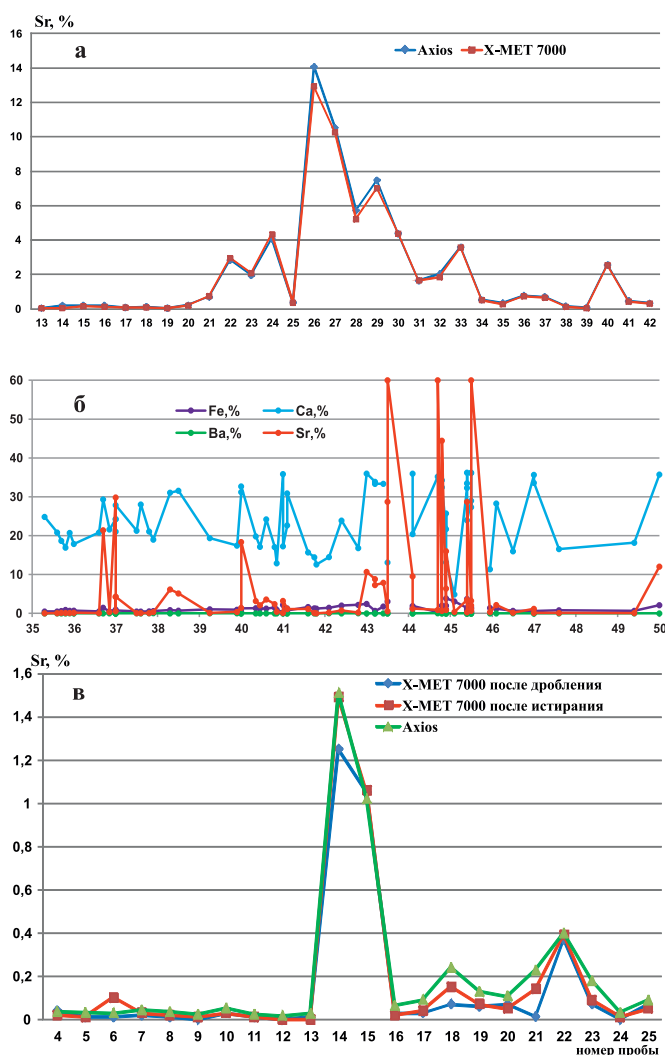


Рис. 5. Результаты анализов материала керновых проб целестинсодержащих известняков, полученные методом ICP-MS и на портативном анализаторе X-MET 7000: а — содержания Sr, определенные на стационарном анализаторе Axios и портативном X-MET 7000 (скв. 42); б — спектрограмма содержания определяемых элементов в керновых пробах (скв. 59); в — содержание Sr в керновом материале геологических проб (скв. 66)

Таблица 2

Расчет коэффициента корреляции по результатам тестирования портативного анализатора X-MET 7000 (св. 42)

Интервал, м	Содержание SrSO_4 , % (пересчет)	
	Стационарный РСФА (Axios Advanced)	Портативный РФА (X-MET 7000)
40,2-41,9	4,1	3,59
41,9-43,1	30,24	26,7
43,1-44,6	8,55	6,59
44,6-46,0	0,78	1,37
46,0-46,4	29,61	6,02
46,4-48,1	29,55	14,36
48,1-49,8	22,1	5,72
49,8-51,1	12,01	9,48
51,1-52,2	15,71	7,95
52,2-53,1	9,2	10,69
53,1-54,9 (53,5)	3,44	8,79
Коэф. корреляции	0,60	

Таблица 3

Коэффициенты корреляции определения содержания Sr в керновом материале геологических проб буровых скважин

Номер скважины	Число проб	Коэффициент корреляции	
		после дробления	после истирания
54	28	0,98	0,99
55	21	0,95	0,99
56	13	0,99	0,99
57	20	0,98	0,99
58	20	0,96	0,99
59	20	0,99	0,99
66	25	0,98	0,99

интервалы для отбора проб из продуктивного горизонта. На рис. 5б в качестве примера приведена спектрограмма содержания определяемых элементов в керновых пробах скв. 59.

Анализ рядовых геологических проб керна буровых скважин в процессе пробоподготовки. В процессе подготовки геологических проб к аналитическим работам материал керновых проб, выделенных по результатам анализа портативным РФ-анализатором на объекте, был издроблен до крупности $-1,0$ мм и истерт до аналитической крупности ($-0,044$ мм) с определением на каждом этапе содержания стронция с использованием портативного анализатора X-MET 7000. Истертый материал также был проанализирован на стационарном спектрометре Axios Advanced (рис. 5в). Установлено, что если на стадии анализа кернового материала коэффициент корреляции анализов составил 0,6, то на стадии измерения дробленого и истертого материала он уже высокий — 0,96–0,99 (табл. 3).

Таким образом, портативный анализатор X-MET может быть использован при разбраковке кернового материала в полевых условиях и для достоверного определения содержания стронция в дробленном материале.

Заключение. По результатам поисково-оценочных геологоразведочных работ, проводимых ФГУП «ИМГРЭ» в 2010–2014 гг., показана обоснованность

применения портативных РФ-анализаторов X-MET как при литогеохимическом картировании перспективных площадей, так и для разбраковки первичного материала керновых проб в полевых условиях, что позволяет сократить сроки камеральных работ, количество анализов геологических проб в стационарных условиях, а также оперативно корректировать проведение геологоразведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонин В.П., Гуничева Т.Н. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ горных пород и минералов. — Новосибирск: Наука, 1977.
2. Бахтияров А.В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии. — Л.: Недра, 1985.
3. Гавришин А.И. Оценка и контроль качества геохимической информации. — М.: Недра, 1980.
4. Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — М.: Недра, 1983.
5. Николаев Ю.Н., Митоян Р.А., Сидорова Ю.Н. и др. Опыт применения полевых рентгенофлуоресцентных анализаторов нового поколения при поисках медно-порфирового оруденения // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 2. — С. 52–57.
6. Карась С.А., Набелкин О.А., Трещ Д.А. и др. Опыт применения портативного рентгенофлуоресцентного анализатора при выявлении АГХП медного и хромового оруденения // Разведка и охрана недр. — 2013. — № 8. — С. 63–69.

© Левченко Е.Н., Набелкин О.А., Филин А.С., 2015

Левченко Елена Николаевна // levchenko@imgre.ru
Набелкин Олег Анатольевич // mulderfw@yandex.com
Филин Александр Сергеевич // filin-aleksander@mail.ru

УДК 502:550.4

Никитченко И.И., Ачкасов А.И., Криночкин Л.А., Фузайлова Г.М. (ФГУП «ИМГРЭ»)

СОСТОЯНИЕ ПОДГОТОВКИ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСНОВ МАСШТАБОВ 1:1 000 000 И 1:200 000

*Рассмотрены вопросы состояния подготовки геохимических основ масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 (ГХО-1000 и ГХО-200), служащих главным источником геохимической информации для создающихся Госгеолкарты-1000/3 и -200/2, дана оценка качества ГХО и нормативно-методического обеспечения. Намечены основные проблемы создания геохимических основ Госгеолкарты. **Ключевые слова:** геохимическая основа, госгеолкарты-1000/3, -200/2, методические рекомендации, нормативно-методические документы, требования.*

Nikitchenko I.I., Achkasov A.I., Krinochkin L.A., Fuzaylova G.M. (IMGRE)

THE PRESENT STATE OF PREPARATION, EVALUATION OF QUALITY AND REGULATORY AND METHODOLOGICAL PROVISIONS OF GEOCHEMICAL BASIS IN SCALE 1:1 000 000 AND 1:200 000

*Problems are discussed of the state of preparation of the geochemical basis in scale 1:1 000 000 and 1:200 000 (GChB-1000 and GChO-200) serving as a major source of geochemical information for the State geological maps-1000/3 and -200/2 being compiled. The quality of GChB and regulatory and methodical provisions is assessed. Major problems are outlined of creating geochemical basis for State geological map. **Key words:***