

УДК 543.422.8

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЙ РЯДА ЭЛЕМЕНТОВ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА МЕТОДАМИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ И РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

С.В. Пантеева

*Институт земной коры СО РАН
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128
panteeva@crust.irk.ru*

Поступила в редакцию 23 ноября 2009 г.

Обсуждаются результаты оценки правильности определения содержаний Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Co, Cr, V, Ba, Zn, Ni, Pb и редкоземельных элементов в геологических образцах, полученных из Центральной геологической лаборатории г. Улан-Батора, в том числе, в образцах Международной программы тестирования геоаналитических лабораторий. Результаты определения содержаний элементов получены методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и рентгенофлуоресцентного анализа. Участие в программе позволило оценить качество определения содержаний элементов в исследованных образцах этими методами и признать результаты анализов в большинстве случаев удовлетворительными. Выявлены возможные причины систематических источников погрешности.

Ключевые слова: анализ горных пород, рассеянные элементы, редкоземельные элементы, правильность анализа, рентгенофлуоресцентный метод анализа, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, Международная программа профессионального тестирования геоаналитических лабораторий.

Пантеева Светлана Владимировна – младший научный сотрудник Аналитического центра Института земной коры СО РАН.

Область научных интересов: масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой анализ природных материалов, геохимия редкоземельных элементов.

Автор более 20 печатных работ.

Введение

Количественное и качественное определение элементного состава разнообразных геологических материалов играет важную роль в современных геохимических исследованиях. Определение содержаний редкоземельных (РЗЭ) и рассеянных элементов в горных породах имеет фундаментальное значение для современных петрологических исследований происхождения изверженных, метаморфических и осадочных горных пород. Так, например, РЗЭ являются одними из наименее подвижных элементов, поэтому их содержания наиболее корректно отражают состав первичных магматических или осадочных пород и степень плавления мантийного вещества [1, 2]. Изучение распределений рассеянных элементов даёт возможность реконструировать геодинамические особенности осадконакопления и восстанавливать характер источников сноса осадочного материала [3-5]. Таким образом, получение точных

аналитических данных является необходимой основой для проведения разнообразных геологических построений.

В связи с этим особое внимание уделяется пределу обнаружения, точности и правильности используемых методик измерения. Участие в Международной программе профессионального тестирования геоаналитических лабораторий (GeoPT) наряду с системой внутрилабораторного контроля является важной составляющей при аккредитации аналитических лабораторий [6, 7]. Программа предназначена для контроля качества данных, предоставляемых аналитическими лабораториями, которые вовлечены в рутинный анализ горных пород. Программа GeoPT предоставляет лабораториям для тестирования образцы различных типов горных пород и отложений, имеющие разнообразный химический состав и широкий диапазон определяемых элементов. Обязательным условием тестирования является использование методик, рутинно применяемых в лаборатории без дополнитель-

ных приемов улучшения качества. С 2001 года Аналитический центр Института земной коры СО РАН принял участие в 16-ти раундах Программы ГеоРТ. Полученные при этом результаты рассмотрены частично в работах [8-10].

Основной целью нашего участия в Программе ГеоРТ является возможность выявления общего уровня работы методов анализа, источников возможных погрешностей в работе аналитической схемы и оценки результатов анализа с точки зрения соответствия их качества предъявляемым требованиям.

В настоящей работе обсуждаются результаты оценки правильности определения содержаний редкоземельных и ряда рассеянных элементов в геологических образцах, предоставленных Центральной геологической лабораторией (Улан-Батор, Монголия) – серпентинита GAS, щелочного гранита OShBO, габбро MGR-N и MGR-T, гранита MGT-1, редкометальной руды TRNB, редкоземельной руды TRM-2, диорита MDR, кварца AuB, магнетита GM. Анализ образцов GAS, OShBO, MGR-N и MGT-1 проводился в рамках Программы ГеоРТ. Результаты количественного определения содержаний R3Э, Rb, Sr, Y, Zr, Nb и Ba получены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с использованием квадрупольного масс-спектрометра VG Elemental PlasmaQuad PQ-2. Содержания Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Co, Cr, V, Ba, Zn, Ni и Pb определяли с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) с использованием спектрометров VRA-30 и S4 PIONEER. Определение содержаний Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba двумя методами проводили с целью внутрилабораторного сравнения. В Наблюдательный комитет Программы ГеоРТ для этих элементов представляли данные, полученные с помощью метода РФА.

Условия тестирования Программы ГеоРТ

Программа ГеоРТ выполняется по инициативе Международной ассоциации геоаналитиков (IAG) с 1996 года. Правила участия и основные положения Программы изложены в Согласованном протоколе, подготовленном совместно с AOAC (Association of Official Analytical Chemists), ISO, IUPAC [11-13]. Согласно условиям Программы, участникам тестирования рассылается по два образца геологического материала ежегодно. Качество представленных аналитическими лабораториями результатов оценивается по критерию:

$$Z = (X - X_a) / H(a),$$

где X - результат анализа, X_a - принятое содержание элемента в исследуемом образце, $H(a)$ - допустимая погрешность результата анализа. Для I категории результатов при расчете $H(a)$

используется модель зависимости воспроизводимости от концентрации в виде функции, предложенной Хорвитцем [14]:

$$H(a) = 0,01C^{0,8495}.$$

Для II категории величина $H(a)$ удваивается, а качество представленных результатов оценивается по критерию Z' . По условию Программы ГеоРТ лаборатории, участвующие в тестировании, указывают категорию точности результатов анализа. В Аналитическом центре качество результатов анализа, выполняемых методами ИСП-МС и РФА, соответствует II категории точности и оценивается по критерию Z' .

Удовлетворительными считаются результаты анализа при условии $|Z'| \leq 2$, неудовлетворительными – при $|Z'| \geq 3$, что указывает на необходимость установления источника аналитических отклонений. Результаты анализа вызывают сомнение и требуют обсуждения, если значения Z' находятся в интервале $2 < |Z'| < 3$.

По условию Программы, если большинство значений Z' находятся в интервале $-2 < Z' < 2$ и только несколько результатов за пределами этого диапазона, то считается, что методика работает корректно [13].

Особенности определения содержаний Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Co, Cr, V, Ba, Zn, Ni и Pb методом РФА

Количественное определение содержаний Rb, Sr, Y, Zr и Nb в образцах горных пород из Монголии выполняли на сканирующем рентгеновском спектрометре VRA-30 фирмы Carl Zeiss (Германия). В методике количественного определения содержаний данных элементов реализован способ стандарта-фона, сочетающийся с уравнением линейной множественной регрессии [15]. В качестве стандарта использовали интенсивность излучения, измеренную с длинноволновой стороны от угловой позиции $RbK_{\alpha 1}$ -линии ($2\theta = 29^\circ$). При определении концентраций применяли интенсивности K_{α} -линий определяемых элементов. Для точного определения содержаний Rb, Sr, Y, Zr и Nb вносили поправки на наложение спектральных линий, имеющих близкие длины волн к длинам волн определяемых элементов: для $ZrK_{\alpha} - SrK_{\beta}$, для $YK_{\alpha} - RbK_{\beta}$, для $NbK_{\alpha} - YK_{\beta}$ [16]. Интенсивности K_{α} -линий Nb, Zr, Y, Sr и Rb измеряли на насыщенных образцах.

Разработку методик количественного определения содержаний Co, Cr, V, Ba, Zn, Ni и Pb выполняли с использованием рентгеновского спектрометра S4 PIONEER (Германия). В данных методиках выбирали оптимальные параметры и условия измерения аналитических линий, в качестве которых при определении Co, Cr, V, Zn и Ni применяли наиболее интенсивные K_{α} -линии, а

Ва – L_{α} -линия. Для определения свинца в качестве аналитической линии выбрана PbL_{β_1} -линия (0.0983 нм). Регистрируемая интенсивность PbL_{α_1} -линии несколько выше интенсивности PbL_{β_1} -линии, тем не менее, использование последней в качестве аналитической предпочтительнее, так как длина волны PbL_{α_1} -линии (0.1175 нм) практически совпадает с длиной волны AsK_{α_1} -линии (0.1176 нм). Учитывали также вклад постороннего излучения в экспериментальную интенсивность аналитической линии: VK_{α_1} – TiK_{β_1} , BaL_{α_1} – TiK_{α_1} , CoK_{α} – FeK_{β} , NiK_{α} – $RbK_{\beta(II)}$ [17, 18]. Для Co, Cr, V и Ba учёт взаимных помех элементов проводили с использованием интенсивностей K_{α} -линий породообразующих элементов Si, Fe и Ca. Для определения содержаний Zn и Ni применяли способ стандарта-фона. В качестве стандарта использовали интенсивность излучения, измеренную с коротковолновой стороны от угловой позиции ZnK_{α_1} -линии ($2\theta = 40,98^{\circ}$). В случае расчёта содержаний Pb в качестве стандарта использовали интенсивность излучения, измеренную с длинноволновой стороны от угловой позиции RbK_{α_1} -линии ($2\theta = 29^{\circ}$). Анализируемые образцы прессовали в таблетки с подложкой из борной кислоты.

Протестированные геологические образцы из Монголии принадлежат к разным типам горных пород и, следовательно, отличны по химическому составу. Поэтому, для обеспечения приемлемой правильности результатов анализа целесообразно проводить градуирование вариантов методик для определённых типов горных пород с учётом особенностей их вещественного состава.

При разработке данных методик анализа проведены метрологические исследования в соответствии с требованиями, изложенными в ОСТе 41-08-205-99 и ГОСТе Р ИСО 5725-1. Значения относительного среднего квадратичного отклонения погрешности определений не превышают значений допустимых средних квадратичных отклонений относительной погрешности результатов анализа, выполняемых методами I-III категорий классификации.

Особенности определения содержаний Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba и P3Э методом ИСП-МС

Определение содержаний Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba и P3Э в анализируемых образцах выполняли на квадрупольном масс-спектрометре VG Plasmaquad PQ-2. Обработку измеренных масс-спектров и расчёты концентраций элементов проводили с использованием программного обеспечения прибора и программы Excel. Для градуировки прибора использовали стандартные образцы (СО) Геологических служб США и

Японии. Анализируемые образцы и СО представляли собой растворы в 2 % HNO_3 . Для коррекции приборного дрейфа и влияния матричных эффектов во все пробы и растворы СО вводили внутренние стандарты In и Bi с концентрацией 10 ppb. Пробоподготовку для выполнения масс-спектрометрического анализа проводили в соответствии с методиками сплавления с метаборатом лития и открытого кислотного разложения образцов [2, 19]. Выбор способа разложения обусловлен предполагаемым химическим и минералогическим составом исследуемых материалов. При анализе серпентинита GAS, магнезита GM, габбро MGR-N и MGR-T использован способ разложения смесью кислот HF , HNO_3 и $HClO_4$, а при разложении образцов редкометальной руды TRHB, редкоземельной руды TRM-2, кварца AuB, диорита MDR, гранитов OShBO и MGT-1 – сплавление с $LiBO_2$.

Оценка качества результатов анализа методами ИСП МС и РФА

Проведено сравнение содержаний определяемых элементов, полученных методами ИСП-МС и РФА, с принятыми значениями содержаний элементов в монгольских образцах 4-х раундов Программы GeoPT. Для этого полученные результаты и принятые значения содержаний представлены в виде трендов распределения рассеянных и редкоземельных элементов, при построении которых концентрации элементов нормировали по хондриту (рис. 1, 2).

Статистическая обработка результатов анализа выбранных раундов Программы показала, что в большинстве случаев представленные результаты являются удовлетворительными (77 %). Для 13 % результатов значения критерия Z' лежат в интервале $2 < |Z'| < 3$. Однако для некоторых определяемых элементов получены неудовлетворительные значения погрешности результатов анализа (табл. 1).

В табл. 2 представлены значения критерия Z' , установленные для результатов анализа горных пород серии GeoPT методами ИСП-МС и РФА.

Видно, что для образцов OShBO и MGR-N, проанализированных методом РФА, значения Z' для Ba, Y и Zr значительно превышают допустимые нормы. В образце OShBO принятое содержание Ba близко к пределу обнаружения и со-

Таблица 1
Неудовлетворительные результаты ($|Z'| \geq 3$) в разных раундах Программы GeoPT

Номер раунда	РФА	ИСП-МС
12	–	La, Lu
14	Ba, Y, Nb, Ni, Pb	–
19	Ba, Zr	–

ставляет 12 г/т. При определении содержания Y в образце OShBO величина вклада RbK_{β} -линии в интенсивность YK_{α} -линии, по-видимому, учитывалась не полностью, вследствие высокой концентрации Rb в образце. Принятое Программой значение содержания Rb в образце OShBO составляет 2379 г/т. К сожалению, в коллекции Аналитического центра недостаточно стандартных образцов с высоким содержанием данного элемента. Рассмотренные неудовлетворительные результаты определения концентраций Nb в образце щелочного гранита OShBO и Zr, Ba в образце габбро MGR-N объясняются недостаточным набором СО с низкими (от 5 до 100 г/т)

содержаниями данных элементов, используемых для градуировки методик.

Неудовлетворительные результаты определения содержаний La и Lu в образце GAS методом ИСП-МС, объясняются, возможно, близкими к пределам обнаружения концентрациями данных элементов.

Таким образом, учитывая вышесказанное, можно выделить основные возможные причины значимого систематического источника погрешности для методов РФА и ИСП-МС:

- содержания некоторых определяемых элементов близки к их пределам обнаружения;

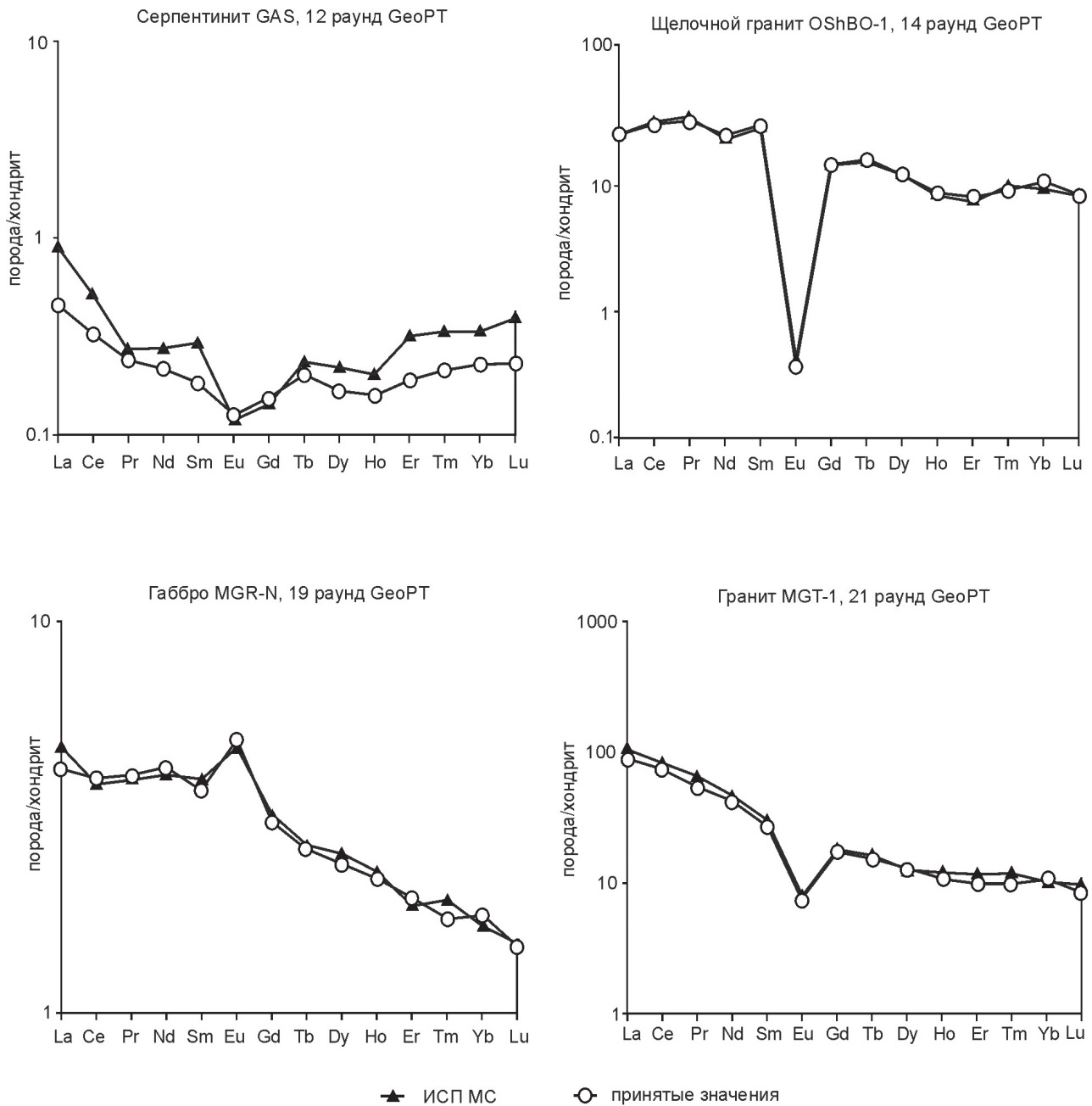


Рис. 1. Сопоставление результатов ИСП-МС с принятыми значениями содержаний элементов в геологических образцах серии GeoPT

- недостаточный набор стандартных образцов, близких по химическому составу к матрице образцов GeoPT;
- возможное неравномерное распределение исследуемого элемента в пробе.

В методе РФА причиной значимого систематического источника погрешности может являться недостаточный учёт наложения спектральных линий, имеющих близкие длины волн к длинам волн определяемых элементов. В методе ИСП-МС значимым источником погрешности результатов анализа является чистота химических реактивов. Выявленные в ходе обсуждения возможные причины значимого систематического источника погрешности двух методов также от-

мечены для результатов анализа образцов горных пород других раундов Программы GeoPT [8].

Кроме оценки качества по критерию Z' , оценивали погрешности измерения по критерию Q :

$$Q = (X - X_a) / X_a$$

Эта величина дает возможность сравнить её с допустимой в Программе GeoPT и оценить правильность определения содержаний РЗЭ, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Co, Cr, V, Ba, Zn, Ni и Pb методами ИСП-МС и РФА. Для удовлетворительных по критерию Z' результатов погрешность измерений соответствует требованиям Программы GeoPT. При концентрации элемента в образце на уровне предела обнаружения погрешность измерения возрастает, что наиболее выражено

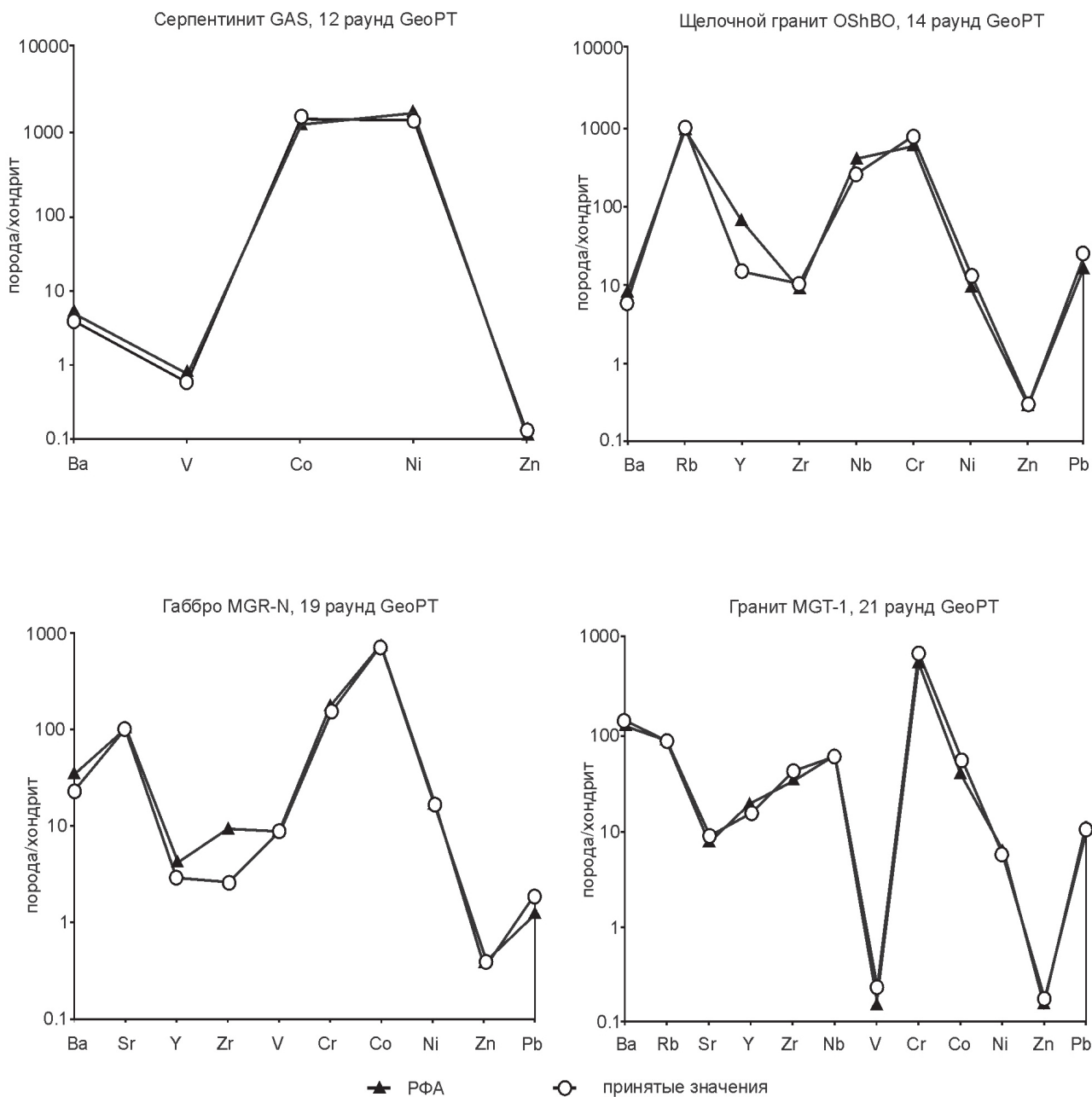


Рис. 2. Сопоставление результатов РФА с принятыми значениями содержаний элементов в геологических образцах серии GeoPT

Таблица 2

Значения критерия Z' , полученные для результатов анализа горных пород серии GeoPT

Метод анализа	Элемент	Горные породы			
		GAS	OShBO	MGR-N	MGT-1
ИСП-МС	La	4.39	-0.2	1.36	1.95
	Ce	2.79	0.33	-0.24	1.28
	Pr	-0.1	0.5	1.02	1.3
	Nd	1.16	-0.6	-0.17	1.83
	Sm	2.17	-0.2	0.71	0.74
	Eu	0.18	0	-0.29	0.20
	Gd	-0.23	0	0.5	0.22
	Tb	0.73	-0.1	0	0.3
	Dy	1.62	-0.2	0.37	1
	Ho	1.97	-0.3	-0.55	0.63
	Er	2.58	-0.27	0.38	1.53
	Tm	1.02	0.32	1.32	0.97
	Yb	1.46	-0.9	0.3	0.88
	Lu	3.64	0.08	0.09	0.55
РФА	Ba	1.82	3.54	5.22	-2.15
	Rb	н/о	0.85	н/о	0.16
	Sr	н/о	н/о	-0.48	-1.23
	Y	н/о	33.1	0.11	2.19
	Zr	н/о	-1	22.63	-2.68
	Nb	н/о	6.5	н/о	-0.15
	V	2.15	н/о	1.29	-2.33
	Cr	н/о	-2.52	1.43	-2.41
	Co	-1.23	н/о	-0.1	-2.21
	Ni	-1.16	-3.13	0.17	0.95
	Zn	-2.19	0.4	0	-0.74
	Pb	н/о	-4.3	-0.09	1.03

Примечание: н/о – содержание элемента не определяли.

Таблица 3

Погрешность измерения Q, %

Концентрация, г/т	GeoPT	$ Z' \leq 2$	$2 < Z' < 3$	$ Z' \geq 3$
100 - 999	8	1 - 9	14 - 18	18 - 56
10 - 99	11.3	1 - 11	21 - 28	33 - 256
1 - 9	16	0 - 16	24 - 45	46
0.1 - 0.99	22.6	1 - 23	37 - 54	93
0.01 - 0.09	32	1 - 32	59 - 66	117

при наличии значимого систематического источника погрешности (табл. 3).

В рамках работы проведено внутрилабораторное сравнение данных для Rb, Sr, Y, Zr, Nb и Ba, полученных методами РФА и ИСП-МС для всех образцов, предоставленных Центральной геологической лабораторией. Наблюдается хорошая сходимость полученных данных для Ba, Rb, Sr и удовлетворительное совпадение результатов для Y и Nb (рис. 3). Содержания Zr, измеренные методом ИСП-МС, занижены по сравнению с данными, полученными РФА, что

обусловлено неполнотой перевода анализируемой пробы в раствор при кислотном разложении.

Заключение

Участие в Программе GeoPT предоставило возможность оценить качество определения содержаний РЗЭ и ряда рассеянных элементов в исследованных образцах методами ИСП-МС и РФА и признать результаты анализов в большинстве случаев удовлетворительными. Тестирование нашей лаборатории в Программе GeoPT позволило сравнить полученные результаты рутинных ИСП-

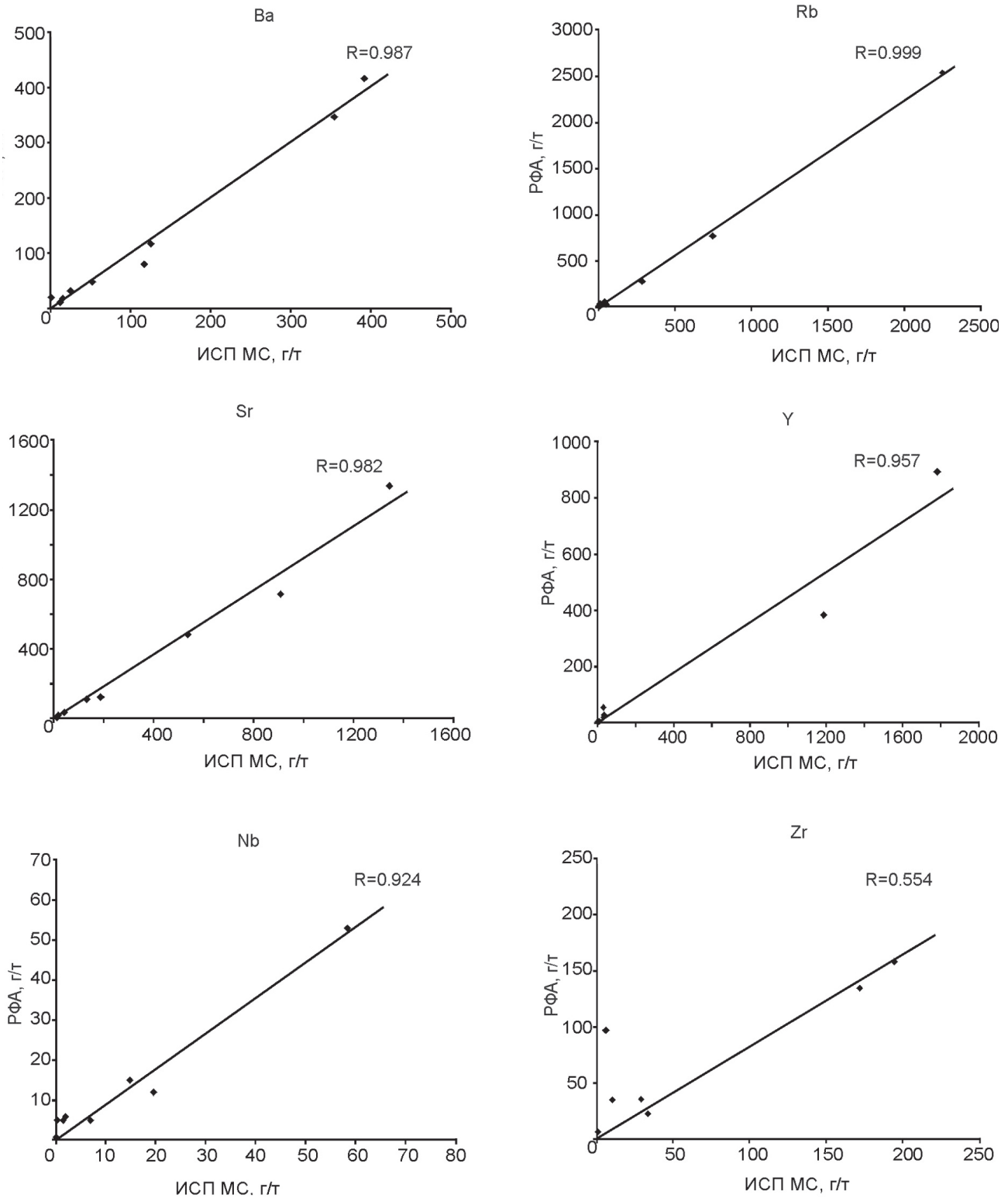


Рис. 3. Сопоставление результатов ИСП-МС анализа монгольских образцов с данными РФА

МС и РФА анализов с результатами других лабораторий мира и показало необходимость совершенствования существующих методик измерения.

Сопоставление данных, полученных методами РФА и ИСП-МС при определении содержания Rb, Sr, Y, Zr, Nb и Ba в образцах из Монголии позволяет сделать вывод о возможности совместного использования этих методов для анализа геологических образцов различного

состава. При определении концентраций элементов в пробах на уровне пределов обнаружения методом РФА следует проводить контроль этих проб с помощью ИСП-МС.

Автор выражает благодарность д.т.н. Ревенко А.Г., Черкашиной Т.Ю., Худоноговой Е.В., Штельмах С.И. за предоставленные результаты рентгенофлуоресцентного анализа геологических образцов из Монголии.

Литература

1. Hall G.E.M., Plant J. Analytical errors in the determination of high field strength elements and their implications in tectonic interpretation studies // *Chemical Geology*. 1992. V. 95. P. 141-156.
2. Panteeva S. V., Gladkochoub D.P., Donskaya T.V., Markova V.V., Sandimirova G.P.. Determination of 24 trace elements in felsic rocks by inductively coupled plasma mass spectrometry after lithium metaborate fusion // *Spectrochim. Acta Part B*. 2003. V. 58, № 2. P. 341-350.
3. Cherkashina T.Yu., Khudonogova E.V., Revenko A.G., Letnikova E.F. Investigation of Geochemical Phosphorite Characteristics of Bokson-Khubsugul Basin Using X-ray Fluorescence Analysis // *Proceedings of Conference on X-ray Analysis*. Ulaanbaatar, Mongolia, 2006. P. 97-102.
4. Letnikova E.F., Geletii N.K. Vendian–Cambrian Carbonate Sequences in the Sedimentary Cover of Tuva–Mongol Microcontinent // *Lithology and Mineral Resources*. 2005. V. 40, № 2. P. 167-177.
5. Safi M.J., Rao M.B., Rao K.S.P., Govil P.K. Chemical analysis of phosphate rock using different methods – advantages and disadvantages // *X-Ray Spectrometry*. 2006. V. 35, № 3. P. 154-158.
6. Кузнецова А.И., Петров Л.Л., Финкельштейн А.Л., Меньшиков В.И. Оценка качества элементного анализа силикатных горных пород по результатам участия в Международной программе профессионального тестирования геоаналитических лабораторий – GeoPT // *Аналитика и контроль*. 2002. Т. 6, № 5. С. 584-592.
7. Кузнецова А.И., Зарубина О.В. Межлабораторный контроль качества прямого атомно-эмиссионного анализа с использованием серии горных пород программы тестирования геоаналитических лабораторий GeoPT // *Аналитика и контроль*. 2005. Т. 9, № 3. С. 230-239.
8. Худоногова Е.В., Черкашина Т.Ю., Штельмах С.И., Ревенко А.Г. Оценка качества рентгенофлуоресцентной методики измерения по результатам участия в программе тестирования геоаналитических лабораторий // *Матер. конф. по рентгено-спектр. анализу, Улан-Батор*, 2006. С. 103-108.
9. Пантеева С.В., Черкашина Т.Ю., Худоногова Е.В., Ревенко А.Г. Определение содержаний редкоземельных и ряда рассеянных элементов в монгольских стандартных образцах программы GeoPT при помощи методов ИСП MS и РФА // *Вестник ИргТУ*. 2008. Т. 35, № 3. С.167-174.
10. Черкашина Т.Ю., Пантеева С.В., Худоногова Е.В., Щербань В.В., Ревенко А.Г. Внешняя оценка определения содержаний ряда элементов в геологических образцах серии GeoPT различными методами // *Тез. Докл. V Всеросс. конф. по рентгеноспектр. анализу, Иркутск*, 2006. С. 16.
11. Thompson M., Wood R. The international Harmonized Protocol for the proficiency testing of (chemical) analytical laboratories // *Pure and Appl. Chem*. 1993. V. 65, № 9. P. 2123-2144
12. Thompson M., Potts P.J., Webb P.C. GeoPT1. International Proficiency Test for Analytical Geochemistry Laboratories – Report on Round 1 (July 1996) // *Geostandards Newsletter*. 1996. V. 20, № 2. P. 295.
13. Thompson M. GeoPT[™]. Protocol for the operation of Proficiency testing scheme // *International Association of Geoanalysts*. 2002. 12 p.
14. Horwitz W. Evaluation of Analytical Methods for Regulation of Foods and Drugs // *Anal. Chem*. 1982. V. 54, № 1. P. 67A-76A.
15. Китов Б.И., Ревенко А.Г., Ясныгина Т.А., Пантеева С.В., Черкашина Т.Ю. Программное обеспечение рентгенофлуоресцентного спектрометра VRA-30, управляемого компьютером // *Аналитика и контроль*. 1999. № 3. С. 16-20.
16. Худоногова Е.В., Черкашина Т.Ю., Ревенко А.Г. Опыт применения РФА при определении следовых элементов в фосфоритах // *Аналитика и контроль*. 2001. Т. 5. № 4. С. 409-416.
17. Ревенко А.Г., Худоногова Е.В. Рентгенофлуоресцентное определение содержаний неосновных и следовых элементов в различных типах горных пород, почв и отложений с использованием спектрометра S4 Pioneer // *Укр. Хим. Журн*. 2005. Т. 71, № 9-10. С. 39-45.
18. Ревенко А.Г., Худоногова Е.В., Будаев Д.А., Черкашина Т.Ю. Рентгеноспектральное флуоресцентное определение Mo, Nb, Zr, Y, Sr, Rb, U, Th, Pb в алюмосиликатных горных породах // *Аналитика и контроль*. 2006. Т. 10, № 1. С. 71-79.
19. Пантеева С.В. Оценка качества определения содержаний редкоземельных элементов методом ИСП MS в образцах горных пород // *Матер. XXII Всеросс. молодежн. конф. «Строение литосферы и геодинамика»*, Иркутск, 2007. С. 152.

Features of the determination of a number element contents in rock of different composition by inductively coupled plasma mass spectrometry and X-ray fluorescence analysis

S.V. Panteeva

*Institute of the Earth's Crust, SB RAS
Irkutsk, Russia
panteeva@crust.irk.ru*

This paper presents the results of evaluating the accuracy of determination Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Co, Cr, V, Ba, Zn, Ni, Pb and rare earth element contents in geological samples obtained from the Ulaanbaatar Central Geological Laboratory, including samples of the international proficiency testing programme for analytical geochemistry laboratories. The results of the quantitative determination of elements contents were obtained by X-ray fluorescence analysis and inductively coupled plasma mass spectrometric analysis. Our participation in the programme allows to assess the quality of the determination of trace element contents in geological samples and to recognize the results of XRF and ICP-MS analysis to be satisfactory in most cases. The possible reasons for the systematic source of error are detected.

Keywords: rock analysis, analysis quality, inductively coupled plasma-mass spectrometry, x-ray fluorescence spectrometry, trace elements, rare earth elements, proficiency testing.