

Заключение диссертационного совета МГУ. 014.5

по диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук

Решение диссертационного совета от «13» сентября 2023 г. №9

О присуждении **Ахметжанову Тимур Фаритовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация **«Определение редкоземельных элементов в рудах и железомарганцевых конкрециях прямыми методами спектрального анализа»** по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия принята к защите диссертационным советом 26 апреля 2023 г., протокол №6.

Соискатель Ахметжанов Тимур Фаритович 1993 года рождения, окончил очную аспирантуру химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» в 2021 году.

Диссертация выполнена в лаборатории лазерной диагностики кафедры лазерной химии химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат химических наук, **Попов Андрей Михайлович**, доцент кафедры лазерной химии химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Ревенко Анатолий Григорьевич, доктор технических наук, ФГБУН Институт земной коры СО РАН, старший научный сотрудник;

Панчук Виталий Владимирович, доктор физико-математических наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доцент;

Зуев Борис Константинович, доктор технических наук, профессор, ГЕОХИ РАН, главный научный сотрудник;

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе 10 работ по теме диссертации, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности **1.4.2 – Аналитическая химия**.

1. **Ахметжанов Т.Ф.**, Лабутин Т.А., Зайцев С.М., Дроздова А.Н., Попов А.М. Определение отношения $m\text{п}/\text{fe}$ в железомарганцевых конкрециях с помощью безэталонной лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии // Оптика и спектроскопия. 2019. Т. 126. No 4. С. 398–403. (Импакт-фактор RSCI 2021 – 0.853, **Q4**). (перевод: **Akhmetzhanov T.F.**, Labutin T.A.,

Zaytsev S.M., Drozdova A.N., Popov A.M. Determination of the mn/fe ratio in ferromanganese nodules using calibration-free laser- induced breakdown spectroscopy // Optics and Spectroscopy. 2019. V. 126. No 4. P. 316–320. (Импакт-фактор Web of Science 2021 – 0.740, **Q4**)).

2. Pashkova G.V., Chubarov V.M., **Akhmetzhanov T.F.**, Zhilicheva A.N., Mukhamedova M.M., Finkelshtein A.L., Belozerova O.Yu. Total-reflection X-ray fluorescence spectrometry as a tool for the direct elemental analysis of ores: Application to iron, manganese, ferromanganese, nickel-copper sulfide ores and ferromanganese nodules // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. 2020. V. 168. 105856. (Импакт-фактор Web of Science 2021 – 3.662, **Q1**)).

3. **Akhmetzhanov T.F.**, Pashkova G.V., Chubarov V.M., Labutin T.A., Popov A.M. Three calibration techniques combined with sample-effective design of experiment based on Latin hypercube sampling for direct detection of lanthanides in REE-rich ores using TXRF and WDXRF // Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2021. V. 36. P. 224–232. (Импакт-фактор Web of Science 2021 – 4.351, **Q1**)).

4. **Ахметжанов Т.Ф.**, Дроздова А.Н., Попов А.М. Безэталонное ЛИЭС-определение отношения mn/fe в железомарганцевых конкрециях с использованием портативного твердотельного лазера с диодной накачкой // Журнал прикладной спектроскопии. 2022. Т. 89. No. 4. С. 463–469. (Импакт-фактор RSCI – 0.486, **Q4**). (перевод: **Akhmetzhanov T.F.**, Drozdova A.N., Popov A.M. Calibration free libs for the determination of mn/fe ratio in ferromanganese nodules with portable diode pumped solid state laser // Journal of Applied Spectroscopy. 2022. V. 89. No. 4. P. 631–637. (Импакт-фактор Web of Science 2021 – 0.816, **Q4**)).

5. Popov A.M., **Akhmetzhanov T.F.**, Zaytsev S.M., Drozdova A.N., Kalko I.A., Labutin T.A. Assessment of low-energy high repetition rate DPSS laser for quantitative analysis of marine ferromanganese nodules by LIBS // Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2022. V. 37. P. 2144–2154. (Импакт-фактор Web of Science 2021 – 4.351, **Q1**)).

6. **Akhmetzhanov T.F.**, Popov A.M. Direct determination of lanthanides by LIBS in REE-rich ores: comparison between univariate and DoE based multivariate calibrations with respect to spectral resolution // Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2022. V. 37. P. 2330–2339. (Импакт-фактор Web of Science 2021 – 4.351, **Q1**)).

На диссертацию и автореферат поступило 5 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой компетентностью в области аналитической химии, в том числе хеометрики, атомно-эмиссионного и рентгенофлуоресцентного методов анализа геологических объектов, а также наличием публикаций в соответствующей сфере по теме диссертации соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований приводятся сведения о практическом использовании новых научных выводов:

Предложены подходы к оценке содержания редкоземельных элементов в железомарганцевых конкрециях при использовании портативных ЛИЭС-систем, основанные на прямом экспрессном определении отношения содержаний элементов-индикаторов (Fe, Mn). Предложен план эксперимента, который позволяет построить регрессионные модели на основе ПЛС для улучшения правильности определения содержания редкоземельных элементов в рудах методами ЛИЭС и РФА.

Обоснована возможность использования плана эксперимента, основанного на латинских гиперкубах, для создания набора 20 градуировочных образцов с низким (<0.03) коэффициентом попарной корреляции содержаний Ce, La, Nd, Pr, Sm, 20 уровнями и 5 факторами; термодинамического моделирования спектров лазерной плазмы руд и конкреций для выбора наиболее интенсивных эмиссионных линий, изучение которых свободно от эффекта самопоглощения.

Продемонстрировано улучшение правильности определения Ce, La и Nd с помощью РФА с энергетической дисперсией, Ce, La, Nd, Pr и Sm с помощью РФА с волновой дисперсией и Ce, La и Nd с помощью ЛИЭС при использовании ПЛС регрессии в сочетании с планом эксперимента.

Разработан способ прямого экспрессного полуколичественного определения отношения элементов-индикаторов (Fe, Mn) содержания РЗЭ методом ЛИЭС в железомарганцевых конкрециях Карского моря, который может найти применение при проведении как океанологических исследований, так и для входящего контроля отбираемого сырья. Разработаны способы прямого полуколичественного определения Ce, La, Nd, Pr и Sm в ниобиевых и урановых рудах с помощью ЛИЭС или РФА, которые могут найти применение при проведении экспрессной сортировки сырья как при геохимических поисковых работах, так и на ленте конвейера.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Термодинамическое моделирование спектров лазерно-индуцированной плазмы позволяет выбрать аналитические линии, свободные от эффекта самопоглощения, в образцах руд и железомарганцевых конкреций.

2. Вариант ЛИЭС без градуировочного графика позволяет проводить полуколичественное определение элементов-индикаторов (Fe, Mn) содержания РЗЭ в морских ЖМК.

3. Предложенный и использованный в настоящей работе план эксперимента позволяет рассчитать сетку содержаний Ce, La, Nd, Pr и Sm с низким попарным коэффициентом корреляции (<0.03) в градуировочном наборе.

4. Многомерная регрессия на основе ПЛС в сочетании с планом эксперимента позволяет улучшить правильность определения Ce, La, Nd, Pr и Sm в ниобиевых и урановых рудах с помощью ЛИЭС и РФА, а также Ce, La, Nd, Pr и Sm в ЖМК методом РФА с волновой дисперсией.

На заседании **13 сентября 2023 года** диссертационный совет принял решение присудить **Ахметжанову Т.Ф.** ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук по специальности 1.4.2, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председательствующий на заседании,
Д.х.н., проф.

Г.И. Цизин

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.х.н., с.н.с.

Ананьева И.А.

15.09.2023 г.