

Заключение диссертационного совета МГУ.014.6
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
Решение диссертационного совета от «17» декабря 2025 г № 171

О присуждении Герасимову Михаилу Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Влияние растворителя и гидрофобных добавок на экстракцию Am(III), Cm(III) и Ln(III) N,O-донорными лигандами» по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки) принята к защите диссертационным советом «07» ноября 2025 г., протокол № 167.

Соискатель Герасимов Михаил Алексеевич, 1997 года рождения, в 2025 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» кафедры радиохимии Химического факультета по направлению 04.06.01 – «Химические науки».

Соискатель работает младшим научным сотрудником в лаборатории дозиметрии и радиоактивности окружающей среды кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена в лаборатории дозиметрии и радиоактивности окружающей среды кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель – кандидат химических наук, Матвеев Петр Игоревич, доцент кафедры радиохимии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Смирнова Светлана Валерьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

Смирнов Игорь Валентинович – доктор химических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь – начальник отдела ученого секретаря Акционерного общества «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»;

Туранов Александр Николаевич – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории квантовых кристаллов Государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук – дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов основывался тем, что **Смирнова Светлана Валерьевна** является ведущим специалистом в области экстракции катионов тяжелых металлов ионными жидкостями; **Смирнов Игорь Валентинович** – признанный эксперт в области радиохимии и разделительной химии; **Туранов Александр Николаевич** является ведущим специалистом в технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Публикации официальных оппонентов близки по своей направленности к теме рассматриваемой диссертационной работы.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 статьи, все опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки):

1. **Gerasimov M.A.**, Combination of chlorinated cobalt dicarbollide with N,O-donor ligands in extraction systems for separating *f*-elements / Gerasimov M.A., Koifman M.I., Lanin L.O., Prizhilevskaya V.R., Kalle P., Yarenikov N.R., Zhuravleva V.A., Konopkina E.A., Gopin A.V., Evsiunina M.V., Borisova N.E., Matveev P.I. // Dalton Transactions. - 2025. -V. 54. - № 26. - P. 10327-10342. DOI: 10.1039/D5DT01136A (Импакт-фактор 3,3 (JIF); Q2, 1,0 п.л. / 70%).
2. **Gerasimov M.A.**, Influence of Diluent on Extraction Parameters of Systems for Separation Am(III) and Ln(III) Based on 1,10-Phenanthroline-2,9-Diamide / Gerasimov M.A., Matveev P.I., Evsiunina M.V., Khult E.K., Kalle P., Petrov V.S., Lemport P.S., Petrov V.G., Kostikova G.V., Ustynyuk Y.A., Nenajdenko V.G. // Molecules. - 2024. - V. 29. - № 15. - article number 3548. DOI: 10.3390/molecules29153548. EDN: UZHKAU (Импакт-фактор 4,6 (JIF); Q1, 1,1 п.л. / 70%).
3. **Gerasimov M.A.**, Ionic Liquid as a N,O-Donor Ligand-Based Extraction System Modifier: Establishing the Mechanism of Am(III)-Selectivity Increasing / Gerasimov M.A., Pozdeev A.V., Evsiunina M.V., Kalle P., Yarenikov N.R., Borisova N.E., Matveev P.I. // Inorganic Chemistry. - 2024. -V. 63. - № 4. - P. 2109-2121. DOI: 10.1021/acs.inorgchem.3c03944. EDN: JNWCXG (Импакт-фактор 4,7 (JIF); Q1, 0,8 п.л. / 60%).

На автореферат поступило 4 дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены вопросы, имеющие значение для развития радиохимии, а именно, впервые: (1) установлено влияние ионной жидкости как растворителя на коэффициенты распределения и коэффициенты разделения An(III) и Ln(III) N,O-донорными экстрагентами на основе бипиридина и фенантролина; (2) показано, что добавка 0,25М ионной жидкости C₄mimNTf₂ в F-3 в случае N,N'-диэтил-N,N'-бис(4-этилфенил)-диамида 2,2'-дипиридил-

6,6'-дикарбоновой кислоты приводит к увеличению эффективности извлечения Am(III), Cm(III) и Ln(III); (3) установлены кристаллические структуры комплексных соединений Eu(III) и Nd(III) с перхлорат-анионом для диамидов 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты и 2,2'-дипиридил-6,6'-дикарбоновой кислоты с различной стехиометрией; (4) установлено, что XDK^- и NTf_2^- являются внешнесферными анионами в комплексных соединениях N,O-донорных лигандов с f -элементами со стехиометрией 1:2 (металл:лиганд).

Практическая и теоретическая значимость работы состоит в том, что: 1. Показана возможность применения ионных жидкостей в качестве модификатора экстракционных систем на основе диамидов 2,2'-дипиридил-6,6'-дикарбоновой кислоты; 2. Показано, что гидрофобные добавки CsXDK и $\text{C}_4\text{mimNTf}_2$ увеличивают селективность N,O-донорных экстрагентов к An(III) в присутствии Ln(III); 3. Изучены структурные особенности комплексных соединений Eu(III) и Nd(III) с диамидами 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты и 2,2'-дипиридил-6,6'-дикарбоновой кислоты в присутствии слабокоординирующих анионов; 4. Показано, что использование ионной жидкости, как гидрофобной добавки, повышает фазовую устойчивость экстракционной системы на основе 2,2'-дипиридил-6,6'-дикарбоновой кислоты и позволяет сократить теоретическое число ступеней и уменьшить необходимые потоки органической фазы, промывного раствора в технологической схеме для полного разделения An(III) от Ln(III).

Достоверность результатов определяется использованием современных инструментальных методов и подтверждается высокой сходимостью параллельных исследований. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Диссертация представляет собой самостоятельное исследование, обладающее внутренним единством. **Положения, выносимые на защиту**, содержат новые научные результаты:

1. Наибольшая эффективность извлечения An(III) и Ln(III) изученными N,O-донорными экстрагентами наблюдается в наиболее полярных молекулярных растворителях (F-3, нитробензол) и в ионной жидкости $\text{C}_4\text{mimNTf}_2$;
2. Добавка ионной жидкости и CsXDK к растворителю F-3 повышает эффективность извлечения Am(III), Cm(III) и Ln(III) N,N'-диэтил-N,N'-бис(4-этилфенил)-диамидом 2,2'-дипиридил-6,6'-дикарбоновой кислоты и N,N'-диэтил-N,N'-бис(4-этилфенил)-диамидом 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты;
3. Использование гидрофобных добавок (CsXDK и $\text{C}_4\text{mimNTf}_2$) и диамидов N-гетероциклических кислот в F-3 увеличивает коэффициенты разделения Am/Ln и не влияет на коэффициенты разделения Am/Cm из растворов 3М HNO_3 ;

4. Присутствие гидрофобных добавок смещает равновесие комплексообразования f -элементов N,O-донорными экстрагентами в сторону образования соединений с соотношением металл:лиганд равным 1:2, при этом слабокоординирующий анион находится во внешней координационной сфере металла.

Личный вклад автора заключается в критическом обзоре литературы, постановке цели и задач работы, синтезе комплексных соединений лантаноидов(III) с N,O-донорными экстрагентами и получении монокристаллов, пригодных для рентгеноструктурного анализа, проведении всех экстракционных экспериментов, анализе, обработке экспериментальных данных и обсуждении полученных результатов, написании и обсуждении текстов статей, тезисов докладов на конференции. Личный вклад автора в совместные публикации - основополагающий.

На заседании «17» декабря диссертационный совет принял решение присудить Герасимову Михаилу Алексеевичу ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки), участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав, проголосовали: за - 20, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,
доктор химических наук, академик РАН

_____/Калмыков С.Н./

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат химических наук

_____/Северин А.В./

«17» декабря 2025 г.