

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.04 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета  
от \_\_\_\_\_ года № \_\_\_\_\_

О присуждении ученой степени доктора химических наук Сафиулиной Алфии Минеровне, представившей диссертационную работу на тему: «Экстракция  $f$ -элементов олигодентатными фосфорорганическими соединениями» по научной специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Диссертация принята к защите «27» июня 2024 года, протокол № 7, диссертационным советом РХТУ 2.6.04, созданным на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 14 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от «03» февраля 2022 года № 170Д с изменениями, внесенными приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от «25» декабря 2023 года № 418А.

Соискатель Сафиулина Алфия Минеровна, «04» июня 1975 года рождения, окончила Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева в 1999 году, диплом серия БВС номер 0646081.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук на тему «Двухфазные водные системы с полиэтиленгликолем и их применение для очистки фосфатных солей от примесей урана и ряда других металлов» по научной специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов защитила в 2002 году в диссертационном совете Д 212.204.09 при Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева.

Соискатель работает старшим научным сотрудником в Акционерном обществе «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. академика А.А. Бочвара».

Диссертация выполнена в Акционерном обществе «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. академика А.А. Бочвара».

Официальные оппоненты:

Вошкин Андрей Алексеевич – доктор технических наук, член-корреспондент Российской академии наук, заместитель директора по научной работе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук;

Хамизов Руслан Хажсетович – доктор химических наук, член-корреспондент Российской академии наук, директор, заведующий лабораторией сорбционных методов федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук;

Успенская Ирина Александровна – доктор химических наук, доцент, профессор кафедры физической химии химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского» (119017, Москва, Старомонетный переулок, д. 31).

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 62 научных работах (объем 363 с.), опубликованных соискателем, в том числе в тридцати семи публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных,

в четырех публикациях в рецензируемых изданиях. В публикациях по теме диссертационной работы представлены результаты физико-химических основ распределения ионов актиноидов и лантаноидов в гетерогенных водно-органических системах в присутствии новых классов фосфорорганических экстрагентов. Личный вклад автора в работы, опубликованные в соавторстве, составляет более 80 % и заключается в анализе литературных данных, постановке цели и задач исследований, разработке теоретических положений диссертации, методик проведения экспериментов и технологических решений, непосредственном участии в написании статей.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации:

1. Safiulina A.M., Letyushov A.A., Tananaev I.G., Myasoedov B.F., Goryunov E.I., Goryunova I.B., Smirnova S.A., Ginzburg A.G., Nifant'ev E.E. Effect of anomalous aryl strengthening in the series of N-phosphorylureas // *Mendeleev Communications*. 2009. V. 19. № 5. P. 263-265. DOI: 10.1016/j.mencom.2009.09.010 (Web of Science, Scopus)

2. Сафиулина А.М., Синегрибова О.А., Матвеева А.Г., Горюнов Е.И., Григорьев М.С., Нифантьев Э.Е., Тананаев И.Г. Экстракция лантанидов(III) фосфорилсодержащими нафтиридиновыми лигандами из карбонатных сред. // *Журнал неорганической химии*. 2012. Т. 57. № 1. С. 115-122. DOI: 10.1134/S0036023612010196 (Web of Science, Scopus)

3. Сафиулина А.М., Матвеева А.Г., Дворянчикова Т.К., Синегрибова О.А., Ту А.М., Татарин Д.А., Костин А.А., Миронов В.Ф., Тананаев И.Г. Ацетилсодержащие фосфиноксиды как экстрагенты для извлечения актинидов и лантанидов // *Известия Академии наук. Серия химическая*. 2012. № 2. С. 390-396. DOI: 10.1007/s11172-012-0055-0 (Web of Science, Scopus)

4. Сафиулина А.М., Матвеева А.Г., Лизунов А.В., Бодрин Г.В., Горюнов Е.И., Григорьев М.С., Семёнов А.А., Брель В.К., Нифантьев Э.Е. Фосфорилсодержащий кетон 5-(дифенилфосфорил)гексан-3-он новый эффективный экстрагент для извлечения и разделения лантанидов при переработке эвдиалита // *Доклады Академии наук*. 2015. Т. 460. № 6. С. 673-676. DOI: 10.1134/S001250081502007X (Web of Science, Scopus)

5. Сафиулина А.М., Матвеева А.Г., Евтушенко А.В., Лизунов А.В., Горюнов Е.И., Горюнова И.Б., Бодрин Г.В., Семёнов А.А., Брель В.К. Извлечение лантанидов из растворов вскрытия фосфогипса с использованием нового фосфорорганического экстрагента – 5-(дифенилфосфорил)гексан-3-она // *Журнал общей химии*. 2015. Т. 85. № 9. С. 1551-1557. DOI: 10.1134/S1070363215090170 (Web of Science, Scopus)

6. Safiulina A., Borisova N., Grigoriev M., Baulin D., Tsivadze A., Baulin V. Design of extractants for f-block elements in a series of (2-(diphenylphosphoryl)methoxyphenyl)diphenylphosphine oxide derivatives: synthesis, quantum-chemical, and extraction studies // *Molecules*. 2021. V. 26. № 8. P. 2217. DOI: 10.3390/molecules26082217 (Web of Science, Scopus).

7. Safiulina A.M., Lizunov A.V., Semenov A.A., Baulin D.V., Baulin V.E., Tsivadze A.Y., Aksenov S.M., Tananaev I.G. Recovery of Uranium, Thorium and Other Rare Metals from Eudialyte Concentrate by a Binary Extractant Based on 1,5-bis[2-(hydroxyethoxyphosphoryl)-4-ethylphenoxy]-3-oxapentane and Methyl Trioctylammonium Nitrate. // *Minerals*. 2022. V. 12. 1469. DOI: 10.3390/min12111469 (Web of Science, Scopus).

Результаты диссертационной работы также апробированы на 17 всероссийских и международных научных конференциях, опубликован 21 материал докладов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Отзыв официального оппонента**, доктора технических наук, члена-корреспондента Российской академии наук, заместителя директора по научной работе Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук **Вошкина Андрея Алексеевича**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1) Автором получен значительный объем данных о физико-химических закономерностях распределения стратегически важных металлов в экстракционных системах с перспективными экстрагентами. В связи с чем, в качестве одного из ключевых векторов развития данного исследования, можно рекомендовать разработку инструментов

технологического применения полученных знаний. Следует отметить, что демонстрация этих возможностей на настоящем этапе, позволила бы более ярко отразить несомненную научную и практическую значимость полученных результатов.

2) Ключевыми компонентами экстракционной системы для выделения урана и тория из растворов выщелачивания эвдиалита являются кислотный фосфорилподанд и соль четвертичного аммониевого основания. Автору следует более подробно привести информацию с обоснованием выбора солиоблизатора (нитрата метилтриоктиламмония) для кислотного фосфорилподанда.

3) При подтверждении практической значимости работы целесообразно затронуть вопрос доступности синтезированных экстрагентов, а также их химической устойчивости.

4) В работе применительно к большому количеству экспериментальных данных не проведена должным образом статистическая обработка.

5) Для оценки качества работы необходимо добавить детальное описание синтезированных комплексов в качестве приложения.

6) В работе встречаются отдельные опечатки, плохо читаемые иллюстрации и стилистически недостаточно выверенные фразы.

В заключении указано, что диссертация Сафиулиной Алфии Минеровны представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и практические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области методологии молекулярного дизайна органических соединений для эффективного выделения и разделения актиноидов и лантаноидов с целью расширения базы традиционных экстрагентов в технологии производства редких металлов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части направлений исследований «8 – Конверсия достижений технологии редких металлов и ядерной технологии, использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция, плазменные, пламенные процессы и т.п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности» и требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Сафиулина Алфия Минеровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

**2. Отзыв официального оппонента, доктора химических наук, члена-корреспондента Российской академии наук, директора, заведующего лабораторией сорбционных методов Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук Хамизова Руслана Хажсетовича. Отзыв положительный. Имеются замечания:**

1) Имело бы смысл и было бы полезным для людей, не являющихся узкими специалистами в области экстракции, дать пояснения к термину «олигодентантные соединения» и объяснить, чем такие соединения отличаются от более известных полидентантных комплексообразователей.

2) Немного усложняет восприятие работы то, что автор использует в общей части диссертации, например, для обоснования ее актуальности сведения о механизмах комплексобразования, которые могли бы стать известными автору после проведения запланированных исследований.

3) Было бы полезно привести в работе сведения об устойчивости используемых фосфоорганических соединений и их комплексов с актинидами к радиоактивному излучению комплексообразующих металлов.

В заключении указано, что диссертация Сафиулиной Алфии Минеровны представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и практические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области технологий редких элементов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части направлений исследований «8 – Конверсия достижений технологии редких металлов и ядерной технологии, использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция, плазменные, пламенные процессы и т.п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности» и требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Сафиулина Алфия Минеровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

**3. Отзыв официального оппонента**, доктора химических наук, доцента, профессора кафедры физической химии химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова **Успенской Ирины Александровны**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1) из текста диссертации не очень понятно, чем обусловлен выбор в качестве основных разбавителей хлороформа и 1,2-дихлорэтана;

2) для оценки энергии Гиббса реакций (видимо, имеются ввиду стандартные величины) автор привлекает квантово-химические методы, что закономерно вызывает вопросы об учете неидеальности изучаемых систем и об оценке погрешностей рассчитываемых величин, приведенных в таблицах 15, 16, 17, 18, 27, 29, 64, 65;

3) образование комплексов может быть не единственным механизмом переноса ионов металлов в органическую фазу, возможна также растворимость солей в органическом растворителе; в связи с чем возникает вопрос о наличии или отсутствии такой информации в литературе, а также реальной необходимости ее учета при проектировании экстракционных каскадов;

4) изучаемые в работе олигодентатные фосфорорганические экстрагенты предполагается использовать для экстракции актиноидов, в связи с чем встает вопрос об их химической устойчивости в различных условиях; по-видимому, этому вопросу следовало уделить в диссертации большее внимание;

4) по-видимому, графическое представление результатов экстракционных экспериментов (степень извлечения, коэффициенты распределения и пр.) было бы более выигрышным при указании доверительных интервалов соответствующих величин и построении сглаженных кривых.

5) Диссертанту не удалось избежать некоторых неточностей (опечаток) в тексте диссертации, однако, их количество невелико и никак не влияет на восприятие текста.

В заключении указано, что диссертация Сафиулиной Алфии Минеровны представляет собой научно-квалификационную работу, которую можно рассматривать как крупное научное достижение в области разработки теории и практики внутри- и межгруппового разделения актиноидов и лантаноидов, представляющее интерес для создания новых экстракционных технологий переработки минерального сырья и техногенных отходов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части направлений исследований «8 – Конверсия достижений технологии редких металлов и ядерной технологии, использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция,

плазменные, пламенные процессы и т.п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности» и требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Сафиулина Алфия Минеровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

4. **Отзыв ведущей организации** – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского». Отзыв положительный. Имеются замечания:

1) В автореферате на странице 8 в тексте указывается образование комплекса с одной молекулой ацетонитрила со ссылкой на рисунок 9, в то время как на рисунке молекула ацетонитрила не отображена.

2) Возможно стоило бы в работу добавить в качестве приложения детальное описание синтезированных комплексов.

3) К сожалению, исследования экстракционных систем на основе новых лигандов ограничены достаточно узким кругом используемых растворителей: хлороформом и 1,2-дихлорэтаном. Эти растворители в целом представляются недостаточно технологичными при промышленном применении экстракционных систем вследствие высокой летучести. Возможно целесообразно было бы рассмотреть более широкий ряд растворителей.

4) Возможна ли экстраполяция результатов расчета комплексов, полученных на катионах уранила, тория и неодима, для других металлов, относящихся к группе *f*-элементов?

5) Какой объем раствора после вскрытия фосфогипса был переработан в укрупненном масштабе для извлечения РЗЭ с использованием экстрагента 5-(дифенилфосфорил)гексан-3-она?

6) На какой стадии находится разработка синтеза фосфорсодержащих экстрагентов, применяемых в исследованиях? Есть ли промышленные технологии?

7) В работе встречаются отдельные опечатки и стилистически недостаточно выверенные фразы.

В заключении указано, что диссертация Сафиулиной Алфии Минеровны представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и практические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области развития производства редких металлов и совершенствования схем переработки минерального природного и техногенного сырья, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части направлений исследований «8 – Конверсия достижений технологии редких металлов и ядерной технологии, использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция, плазменные, пламенные процессы и т.п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности» и требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Сафиулина Алфия Минеровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Отзыв обсужден и утвержден на заседании технологической секции Ученого Совета (протокол № 2 от 02 сентября 2024 г.). Отзыв подписан заведующим технологическим отделом, кандидатом химических наук Ануфриевой Светланой Ивановной и главным научным сотрудником, советником генерального директора по технологии, доктором технических наук, профессором Курковым Александром Васильевичем, утвержден генеральным директором Казановым Олегом Владимировичем.

5. **Отзыв на автореферат** доктора химических наук, доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории концентрирования Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук **Шкинева Валерия Михайловича**. Отзыв положительный. Замечания отсутствуют.

6. **Отзыв на автореферат** доктора химических наук, члена-корреспондента Российской академии наук, заместителя генерального директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», директора Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» **Тананаева Ивана Гундаровича**. Отзыв положительный. Имеются вопросы, замечания и комментарии:

1) Важной характеристикой потенциальной применимости экстрагента в процессах фракционирования ВАО является его радиолитическая устойчивость. Из знакомства с текстом автореферата не складывается четкого понимания, насколько исследуемые соединения устойчивы к радиолизу в целом, и какие в этом отношении характеристики у соединений, использованных в испытаниях на реальных ВАО?

2) Могут ли исследуемые фосфорилированные соединения использоваться в радиохимической практике?

3) Проводились ли исследования по стойкости экстракционных систем в азотнокислых растворах, содержащих фосфорилированные соединения в частности формирования в них коллоидных (нанокolloидных) частиц?

7. **Отзыв на автореферат** кандидата технических наук, начальника лаборатории технологии получения веществ особой чистоты Акционерного общества «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» имени Н.П. Сажина» **Юрасовой Ольги Викторовны**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1) В автореферате отсутствует информация о производителях экстрагентов, используемых в исследованиях.

2) Не приведена оценка доступности и стоимости экстрагентов, рекомендованных автором для промышленного применения.

3) Автор рекомендует ряд экстрагентов для применения в технологических процессах, но не приводит такие важные характеристики как: растворимость/стабильность экстрагента, кинетика экстракции, емкость экстрагента по полезному компоненту, вязкость при насыщении. Отсутствуют рекомендации по применению разбавителя, стабилизатора (исключение смесь  $H_264$  с ЧАС).

8. **Отзыв на автореферат** доктора технических наук, главного эксперта Акционерного общества «Сибирский химический комбинат» **Шамина Виктора Ивановича**. Отзыв положительный. Имеется замечание:

Автором не объяснены затруднения в комплексообразовании кислотного фосфорилподанда с этиленгликолиевой цепочкой с актиноидами и лантаноидами, если размер этиленгликолиевого линкера значительно больше в сравнении с амидным в фосфорилмочевинах, экстракционная способность которых значительно выше.

9. **Отзыв на автореферат** доктора химических наук, члена-корреспондента Российской академии наук, заведующего лабораторией фосфорсодержащих аналогов природных соединений Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» **Миронова Владимира Федоровича** и старшего научного сотрудника той же лаборатории **Татаринова Дмитрия Анатольевича**. Отзыв положительный. Имеются вопросы и замечания:

1) Исследовались ли процессы деструкции фосфорилмочевин в азотнокислых растворах? Насколько стабильна данная группа лигандов?

2) Проявлялся ли эффект аномального арильного упрочнения для фосфорилкетонов? (в автореферате данный вопрос не обсуждается).

3) Стр. 7 автореферата: соединение 16 явно выделяется из ряда соединений 16-18 наличием метильного заместителя при атоме фосфора, тогда, как у соединений 17, 18 при фосфоре гексильные и циклогексильные заместители. Подобный набор заместителей может снизить растворимость лиганда 16 и его комплексов при экстракции и сравнение будет не вполне корректным.

4) Стр. 10 автореферата, первый абзац: Обозначение «Ac» вносит путаницу в понимание изложенного материала, поскольку применяется для обозначения элемента Актиний, а также для ацетильной группы в органической химии. Для обозначения группы Актиноидов общепринятым является обозначение «An»

5) Стр. 22-23 автореферата: на стр. 23, рис 37а, приведен коэффициент распределения для лиганда 60  $D_{U(VI)} < 2$ , в то время, как на стр. 24, рис для этого же лиганда в схожих условиях  $D_{U(VI)} > 50$ . Чем это можно объяснить?

6) Несмотря на большую эффективность фосфорилкетонов с алкильным заместителями при атоме фосфора в серии соединений 44, 44а-е дальнейшее варьирование структуры автор проводил почему-то только с использованием дифенильных производных (соединения 38, 39, 41, 53-58).

**10. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, профессора, заведующего лабораторией переработки минерального сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук **Медкова Михаила Азарьевича**. Отзыв положительный. Имеются вопросы и замечания:

1) На стр. 13 что значит участие атомов водорода в процессе комплексообразования с металлами. Там же вместо слова «линкера» слово «ликера».

2) В автореферате не указан состав водного раствора выщелачивания фосфогипса. Все описанные в автореферате закономерности экстракции относятся к нитратным растворам в то время как в случае фосфогипса вероятно растворы выщелачивания будут сульфатно-нитратными, а это уже немного другие экстракционные системы.

**11. Отзыв на автореферат** доктора технических наук, доцента, члена-корреспондента Российской академии наук, генерального директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» **Лебедева Михаила Петровича** и доктора технических наук, доцента, заместителя генерального директора по науке указанной организации **Шиц Елены Юрьевны**. Отзыв положительный. Имеется замечание.

Автором недостаточно подробно отражено возможное применение исследованных органических соединений и не приведены возможные примеры их практического использования.

**12. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, заместителя директора института по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук **Кулюхина Сергея Алексеевича**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1) автором часто используется общие формулировки «актиноиды и лантаноиды». При этом не указывается к какому состоянию окисления актиноидов относятся данные формулировки (стр. 4, 5 и т.д.).

2) на большинстве экспериментальных кривых отсутствуют погрешности для приведенных экспериментальных данных.

3) присутствуют опечатки.

**13. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории Фосфорорганических соединений Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук **Козлова Владимира Андреевича**. Отзыв положительный. Имеются вопросы:

1) Поскольку изученные экстрагенты относятся совершенно к разным типам ФОС, отличаясь друг от друга физико-химическими свойствами, то были ли проведены опыты по повторному их использованию после рекстракции металлов.

2) Поскольку все три типа экстрагентов показали высокую эффективность, то хотелось бы знать мнение диссертанта какому из реагентов она отдает большое предпочтение.

3) В водной части автореферата следовало бы указать те научные организации, на чьих объектах было выполнено исследование.

**14. Отзыв на автореферат заместителя директора по технологическому развитию – начальника отдела развития технологий новых материалов и веществ Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» Иванца Дмитрия Васильевича.** Отзыв положительный. Имеются замечания.

1) На стр. 6 указано «При этом для обоих элементов максимумы коэффициентов распределения наблюдаются для лиганда 10 с N'-*n*-октильным фрагментом у терминального атома азота». Вместе с тем, не совсем понятно, чем именно обусловлены данные максимумы, в частности по какой причине более длинные углеводородные фрагменты *n*-C<sub>9</sub>H<sub>19</sub> и *n*-C<sub>10</sub>H<sub>21</sub> характеризуются снижением коэффициентов распределения. При этом, нужно отметить, что если по отношению к Am(III) коэффициенты распределения монотонно снижаются при переходе от *n*-C<sub>8</sub>H<sub>17</sub> к *n*-C<sub>10</sub>H<sub>21</sub>, то для U(VI) этот переход носит переменный характер с минимумом коэффициента распределения для *n*-C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>. Объяснения данной важной особенности автор в автореферате не приводит.

2) По тексту встречаются неточности и орфографические опечатки: в частности, на стр. 1 лишняя запятая во фрагменте «... соединения представляют интерес, для фракционирования *f*-элементов ...», на стр. 3 пропущен пробел во фрагменте «... фосфорилированными кислотными подандами из азотнокислых сред.», на стр. 4 продублировано наименование пункта «Публикации», на стр. 5 ошибка в слове «обоснованНо» и т.д.

**15. Отзыв на автореферат кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории «Физико-химия супрамолекулярных систем» Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» Елистратовой Юлии Геннадьевны.** Отзыв положительный. Замечаний и вопросов не содержит.

**16. Отзыв на диссертацию доктора химических наук, профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории Магнитной радиоспектроскопии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова Стоянова Евгения Степановича.** Отзыв отрицательный. Имеются замечания:

1) Метод РСА активно используется для исследования комплексов в кристаллах полученных из модельных растворов, а не экстрактов. Однако, результаты, полученные при исследовании кристаллов, нельзя бездоказательно переносить на экстракты так как исследование кристаллов не дает информации о сольватации и гидратации комплексов в экстрактах, которые играют зачастую определяющую роль в экстракционных процессах. Соединить результаты РСА с комплексообразованием в экстрактах можно было бы используя ИК спектроскопию: необходимо записать ИК спектры кристаллов и экстрактов и совместно их обсудить. Но соискатель этого не делает, игнорируя тем самым очень важную роль процессов сольватации и гидратации комплексов в процессах экстракции. Это большой недостаток работы. Многие результаты РСА, такие как разупорядоченность атомов в кристаллах, ряд кристаллографических данных приведенных в объемных табл. 4, 9 и др.



имеют нулевую значимость для исследования молекул в растворах и не требуются для достижения сформулированной цели работы. Их можно было бы вынести в Приложение.

2) Метод ИК спектроскопии используется только для исследования комплексов в твердых слоях и кристаллах (С. 39-40), и не применяется для исследования реальных экстракционных систем. Обсуждение ИК спектров комплексов, которые в диссертации отсутствуют, производится на тривиальном уровне, а результаты бездоказательно переносятся на экстракты, что неверно.

Начиная с 70-х годов прошлого века, метод ИК спектроскопии используется на количественном уровне для строгого доказательства состава и строения именно экстрагируемых комплексов. При прочтении текста становится понятным, что диссертант с этим не знаком и владеет методом на низком уровне.

3) Для определения состава комплексов используется метод сдвига равновесия, однако следующие из него выводы неоднозначны. Так, на рис. 20 (С. 62) показаны три зависимости без указания углов наклона. В тексте же сказано, что первый близок к 2, второй к 1.5 и третий к 1, хотя из рис. видно, что углы наклона второго и третьего близки. Сразу же возникает сомнения в правильности выводов. Не случайно везде в тексте автор пишет: состав определен предположительно, нигде нет слова «доказано». То же самое повторяется и в других местах диссертации.

4) На рис. 21 (С. 66) показана структура нитрата тория с лигандом 29 с бидентатной координацией лиганда (рис. 21а) и с шестичленным хелатным металлоциклом (рис. 21б). Из структур якобы следует, что в первом случае наблюдается существенно больший выигрыш энергии, чем во втором. Отсюда делается вывод: «Таким образом, мы можем однозначно установить, что именно наличие амидной группы в молекуле экстрагента приводит к значительному улучшению его экстракционных характеристик благодаря координации иона металла с атомом кислорода карбоксиамидной группировки». Использование таких доказательств и в такой форме изложения вызывает недоверие к профессионализму соискателя.

5) При обсуждении состава и строения комплексов автор всегда использует слово «предполагается», и никогда «доказано». Пример (С. 70): «Согласно исследованиям комплексообразования с родственными бидентатными фисфиноксидами ... можно допустить, что лантаниды экстрагируются в виде катионных и нейтральных комплексов...» И далее: «Поскольку с увеличением концентрации азотной кислоты количество нейтральных комплексов возрастает, (не доказано!) соответственно увеличиваются и коэффициенты распределения...» Таким образом, все особенности экстракции объясняются на основе допущений и предположений. В чем тогда научная новизна работы?

6) В работе широко используется квантово-химическое моделирование строения металлоорганических комплексов, что можно только приветствовать. Однако все расчеты выполнены для комплексов в вакууме без учета влияния конденсированной фазы и влияния сольватации. Кроме того в расчет закладывается предполагаемый состав комплексов, а не реальный в экстрактах. Это сильно обесценивает полезность расчетов. Например (С. 72), для выявления причин значительного роста экстракционной способности реагентов 30-33 по отношению к урану, в предположении образования  $UO_2(L)_2$  произведены расчеты его расстояний и углов, которые даны в объемной табл. 18. Но как эти данные объясняют особенности экстракции, ради чего расчеты и были сделаны, ничего не говорится. Тогда в чем состоит смысл сделанного? В работе приводится несколько таких расчетов.

7) На С. 82-89 обсуждается экстракция металлов из карбонатных сред, однако обоснование необходимости их исследования отсутствует. Из фразы «Учитывая, что карбонатные растворы не являются типичными средами для экстракции актиноидов и лантаноидов с использованием нейтральных фосфорорганических соединений... можно сделать вывод об уникальности природе этих гибридных лигандов» (С. 82). Не ясно; из чего следует уникальность природы этих гибридных лигандов?

В этой части работы литературные данные и данные соискателя изложены вперемешку и выглядит так, что диссертационная работа выполнялась соискателем и авторами совместно.

Установление состава экстрагируемых комплексов не выдерживает никакой критики. Так, С. 85 сообщается: «При экстракции из карбонатных сред в органическую фазу ... могут переходить как комплексы катионы и анионы, содержащие лантанид, так и соединения, содержащие  $\text{Na}^+$ ...». Однако по анализу экстрактов не обнаружено даже следов натрия. То есть предположения не верны.

Дальше: «Таким образом, предполагаемый состав экстрагируемых комплексов лантанидов –  $[\text{L}_n\text{L}_k(\text{CO}_3)]^+ \cdot [\text{L}_n\text{L}_l(\text{CO}_3)_2]^-$ , и в области более высоких значений рН и более высоких концентраций карбоната натрия –  $[\text{L}_n\text{L}_m(\text{OH})_2]^+ \cdot [\text{L}_n\text{L}_m(\text{CO}_3)_2]^-$ , где k, l, m, n вероятно равно 1 или 2». Все приведенные формулы являются предположениями без каких-либо доказательств.

На базе этих предположений соискатель утверждает, что экстракция лантанидов их карбонатных сред происходит по схеме 5... Как можно этой схеме верить? В скобках диссертант замечает, что «координированные молекулы воды не приведены», но это потому, что он их не знает. А ведь именно координированные молекулы воды существенно понижают экстрагируемость соединений. Между тем, исследованию гидратации экстрагируемых комплексов и его влиянию на экстракцию посвящен ряд кандидатских диссертаций, выполненных, в том числе в РХТУ.

Фразы: «Если комплекс обладает одинаковой (или схожей) способностью экстрагироваться в органическую фазу, то экстракция из карбонатных сред будет более эффективной, чем из нейтральных. Это связано с тем, что экстрагируемые карбонатные комплексы содержат в два раза больше атомов лантаноида на одну нейтральную частицу по сравнению с нитратными комплексами.» Бездоказательные рассуждения!

8) Фраза на с. 86: «В среде разбавленной азотной кислоты исследуемые лантаниды находятся преимущественно в форме  $[\text{Ln}(\text{NO}_3)_2]^+$  и  $[\text{Ln}(\text{NO}_3)]_2^+$  и их экстракция может быть описана схемой 6...». Существование этих катионов комплексов не доказано, и нет ссылок на литературу. Предлагаемый механизм экстракции, умозрительен!

9) Текст написан плохим русским языком, в нем часто встречаются фразы, лишенные смысла. Так, на С. 46: «В кристалле комплекса N-H-группа одной независимой молекулы, тогда как последняя вовлечена во взаимодействие с нитрат-анионом ( $\text{N}(1') \dots \text{O}(21') 2,915(2) \text{ \AA}$ ) первой.» (Бессмыслица). И из нее следует вывод: «В результате в кристалле соединения можно выделить H-связанные цепочки, построенные из чередующихся независимых молекул.»

На С. 57. «Введение в структуру фосфорилмочевины алкилимзадолного ... фрагмента приводит при экстракции к выявлению кислотного характера взаимодействия лиганда 26 ураном(VI).» В чем проявляется этот кислотный характер взаимодействия не поясняется. Получается бессмыслица.

На С. 71-72. «В то время как лиганды 31 и 32, также содержащие тетрагидрофурильный фрагмент, который, однако, соединения с остовом фосфорилмочевины более коротким метиленовым радикалом, который не обладает дополнительными координирующими возможностями, что наглядно демонстрируют рисунки 24 и 25.» В чем смысл этой фразы?

С. 58 «Поведение урана (VI) при экстракции лигандом 26 значительно отличается от поведения тория и лантаноидов.» А в чем же это отличие состоит в тексте не сказано.

10) Отсутствие Литературного обзора как отдельной главы и анализа литературы затрудняет восприятие материала и понимание того, чем выполненные исследования отличаются или превосходят известные.

17. **Отзыв на автореферат** доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента Российской академии наук, заместителя директора по научной работе Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» **Николаева Анатолия Ивановича**. Отзыв отрицательный. Имеются замечания:

1) Сопоставление названия работы, формулировки ее цели, содержания, теоретической и практической значимости, выбранных объектов исследования позволяет заключить, что название диссертации не отражает ее содержание, а воспользоваться результатами работы в области технологии переработки сырья редких металлов, содержащего главным образом не *f*-элементы групп актиноидов и лантаноидов, а целый ряд переходных *d*-элементов (Th, Zr, Hf, Ti и др.), невозможно.

Так, одна из задач в рамках поставленной диссертантом цели – «Провести апробацию наиболее эффективных экстрагентов из фосфорилмочевин, фосфорилкетон и кислотных фосфорилподандов, в том числе в составе бинарных смесей с ЧАС, для извлечения *f*-элементов и других РЭ из растворов рудного эвдиалитового концентрата и фосфогипса». Однако олигодентатные фосфорорганические экстрагенты имеют сравнительно высокую вязкость и использовались диссертантом в виде растворов в хлороформе, имеющем ограниченное применение в технологии. Экстрагенты рекомендуются для переработки фосфогипса с низкой долей дефицитных «тяжелых» РЗМ. Эта задача успешно решена для традиционных промышленных отечественных экстрагентов в привязке к производствам по переработке апатитового концентрата (разработки ИХТРЭМС КНЦ РАН, НПК «Русредмет», «Скайград» и др.). Экономика с использованием новых экстрагентов априори будет более убыточной.

Не удивителен выбор эвдиалитового концентрата, который более привлекателен как объект из-за состава РЗЭ и присутствия других ценных редких элементов (Zr, Hf, Nb, Ta). Разработкой технологии комплексной переработки эвдиалита в течение не одного десятилетия занимались разные организации (ИХТРЭМС КНЦ РАН, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Бронницкая геологическая экспедиция, ГИРЕДМЕТ и др.) Однако, ни в автореферате, ни в диссертации нет ни одной не только принципиальной технологической (блок- и пр.) схемы, которые рекомендуются для проверки, но хотя бы сопоставительного анализа с известными вариантами.

2) В приложении приводятся названия и формулы экстрагентов, но нет никакой информации о том, что хотя бы какие-то фрагменты исследований были промоделированы и представляют перспективу для использования. Вряд ли можно выполненное моделирование четырехступенчатой непрерывной экстракции считать схемой переработки.

3) Если получены конкретные результаты по переработке ЖРО или других техногенных продуктов, где это данные? Непонятно, чем интересны результаты работ для защиты по выбранной специальности, кроме декларирования, что изучаемые экстрагенты проявляют лучшие разделительные способности по отношению к РЗЭ, чем традиционные фосфорсодержащие реагенты. Получение каких-либо чистых индивидуальных элементов не было задачей исследований.

4) В представлении рецензента докторская диссертация отличается от кандидатской конкретными обобщениями известных данных и результатов автора применительно к решению вопросов, которые закрывают какие-либо существенные актуальные проблемы. В данной работе этого нет.

Несмотря на полученные автором достаточно интересные результаты в области химии экстракции *f*-элементов олигодентатными фосфорорганическими соединениями, практическая значимость работы по специальности 2.6.8 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» только декларируется, поскольку в автореферате и диссертации, отсутствуют конкретные данные, технологические схемы, результаты практической проверки предложений, заключения сторонних организаций и перспективах использования или хотя бы мнение автора об экономической целесообразности использования новых экстрагентов. Предложение автора об использовании результатов для переработки фосфогипса вписывается в общую известную схему переработки, но чем оно лучше имеющихся данных других исследователей, доведенных до стадии опытно-промышленных испытаний, не понятно.

5) По факту представленные в автореферате, а также и в самой диссертации, результаты мало связаны с разработкой физико-химических основ экстракции актиноидов и лантаноидов и применением полученных данных в технологии комплексного сырья.

**18. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, заведующего лабораторией, профессора Научно-образовательного центра Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук **Германа Константина Эдуардовича**. Отзыв положительный. Имеется замечание:

В автореферате встречаются немногочисленные опечатки.

**19. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, ведущего научного сотрудника кафедры радиохимии химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова **Борисовой Натальи Евгеньевны** и доктора химических наук, академика Российской академии наук, заведующего той же кафедрой **Калмыкова Степана Николаевича**. Отзыв положительный. Имеются замечания:

1) В работе указано, что для ряда фосфиноксидных реагентов, таких как фосфорилмочевина или фосфорилкетоны проявляется эффект Аномального арильного упрочнения (ААУ), тем не менее из представленных данных видно, что арил-фенил фосфорилмочевина 16 извлекает металлы хуже, чем диалкил замещенный аналог 17, не соотносится с общей концепцией ААУ, которая подразумевает значительных рост экстрагируемости ионов при ступенчатом введении арильных заместителей.

2) Второй вопрос касается квантовохимического моделирования строения экстрагируемых комплексных частиц. В работе проведено такое исследование для нескольких экстракционных систем, однако, остается не освещенным соответствие строения модельных соединений экспериментально полученным данным и структурам комплексов, установленных методом РСА.

**20. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, главного научного сотрудника Акционерного общества «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. академика А.А. Бочвара» **Ананьева Алексея Владиленовича** Отзыв положительный. Замечаний нет.

**21. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, заведующего лабораторией арктической минералогии и материаловедения Центра наноматериаловедения Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» **Аксенова Сергея Михайловича** и кандидата геолого-минералогических наук, заведующего лабораторией комплексного анализа уникальных рудоносных систем Геологического института Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» **Михайловой Юлии Александровны**. Отзыв положительный. Замечаний нет.

**22. Отзыв на автореферат** доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой «Фундаментальная химия» Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева **Кизима Николая Федоровича**. Отзыв положительный. В отзыве имеются замечания:

- 1) не ясен выбор экстракционных реагентов;
- 2) в автореферате (табл. 4, с. 18) не пояснено, почему фактор разделения уран / иттербий существенно ниже, чем в случае с другими лантаноидами;
- 3) в автореферате используется словосочетание «экстракция лигандами». Учтявая, что в химии комплексных соединений термин «лиганд» имеет определенный смысл, насколько удачно применение его в выше названном словосочетании?
- 4) не приведена погрешность величин коэффициентов распределения (рис. 13), что вызывает неясность степени влияния химической природы элемента на коэффициент распределения;
- 5) на рис. 22 на зависимости степени извлечения от концентрации показан максимум, что весьма сомнительно.

**23. Отзыв на автореферат** доктора геолого-минералогических наук, профессора, члена-корреспондента Российской академии наук, главного научного сотрудника Геологического факультета Московского государственного университета имени

М.В. Ломоносова **Пекова Игоря Викторовича**. Отзыв положительный. Замечания отсутствуют.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью, которая подтверждена значительным количеством публикаций в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов, физической химии и технологии неорганических веществ и позволяет оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- впервые систематически изучено влияние природы заместителей у атома фосфора и структуры линкера на экстракционную способность фосфорилмочевин, фосфорилкетонов и фосфорилированных кислотных подандов, обеспечивающих максимально высокую способность к комплексообразованию с *f*-элементами;

- разработаны структуры высокоэффективных экстрагентов из класса N-дифенилфосфорилмочевин, фосфорилкетонов и кислотных фосфорилподандов, позволяющих проводить селективное выделение лантаноидов и актиноидов на фоне ионов других металлов высокой концентрации

- синтезированы новые комплексные соединения фосфоразотсодержащих лигандов – N-диорганилфосфорилированных мочевины, фосфорилкетонов, а также фосфорилированных подандов с катионами актиноидов и лантаноидов, с использованием спектральных и рентгеноструктурных исследований установлены их составы и структуры, результаты которых внесены в Кембриджский банк структурных данных (CCDC);

- предложен комплекс исследований по поиску оптимального дизайна структуры молекулы экстрагента с варьированием заместителей у атома фосфора, а также трансформацией природы линкера, соединяющего этот атом с дополнительными координирующими центрами;

- доказана перспективность использования олигодентатных экстрагентов классов фосфорилмочевин, фосфорилкетонов для эффективного извлечения ценных целевых компонентов (актиноидов, лантаноидов, скандия и других редких металлов) из модельных растворов ОЯТ, а также из растворов выщелачивания рудного эвдиалитового концентрата и фосфогипса в рамках одной технологической стадии экстракционного процесса

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- современными представлениями о влиянии структуры фосфорорганических соединений на их экстракционную способность по отношению к *f*-элементам, подтвержденными комплексом современных методов исследования, включающим квантово-химическое моделирование изученных структур трех новых классов фосфорорганических экстрагентов и комплексов, образуемых с ними актиноидами и лантаноидами.

- доказаны составы и структуры экстрагируемых комплексов *f*-элементов с фосфорилсодержащими лигандами – N-диорганилфосфорилированными мочевины, фосфорилкетонами и фосфорилированными кислотными подандами в азотнокислых средах.

- выявлены закономерности экстракции *f*-элементов стехиометрическими бинарными смесями кислотных фосфорилподандов и четвертичных аммониевых оснований.

- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных методов исследований, в том числе: физико-химические методы анализа, методы квантово-химического моделирования состава и структуры комплексных соединений, метод моделирования противоточного и полупротивоточного каскадов;

- изложены положения методологии молекулярного дизайна органических соединений для выделения и разделения актиноидов и лантаноидов с целью расширения базы экстрагентов в технологии производства редких металлов.

- обоснована модификация структур фосфорорганических экстрагентов различных классов с введением дополнительного координирующего центра для увеличения

реакционной способности, способствующей повышению эффективности и селективности выделения *f*-элементов из азотнокислых сред.

- изучены и описаны структурные особенности комплексообразования в экстрагируемых комплексах *f*-элементов с фосфорилсодержащими лигандами – N-диорганилфосфорилированными мочевидами, фосфорилкетонами и фосфорилированными кислотными подандами в азотнокислых средах

- проведена методом рентгеноструктурного анализа верификация квантово-химического моделирования строения комплексов *f*-элементов с фосфорилсодержащими лигандами – N-диорганилфосфорилированными мочевидами, фосфорилкетонами и фосфорилированными кислотными подандами, достоверно воспроизводящая структурные параметры.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны условия использования стехиометрической бинарной смеси кислотного фосфорилподанда и четвертичной аммониевой соли для извлечения урана, тория, циркония, гафния, скандия и титана из растворов вскрытия рудного эвдиалитового концентрата с получением концентрата РЗЭ, которые могут стать основой новой промышленной технологии кондиционирования отходов при производстве редких и редкоземельных металлов из природного и техногенного сырья

- определены условия эффективного экстракционного извлечения и разделения ценных целевых компонентов (актиноидов, лантаноидов и некоторых других редких элементов) из растворов вскрытия рудного эвдиалитового концентрата и фосфогипса при использовании олигодентатных экстрагентов классов фосфорилмочевин, фосфорилкетон и фосфорилированных кислотных подандов

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты получены с использованием современных методов исследований на сертифицированном оборудовании по аттестованным методикам и методов квантово-химического моделирования состава и структуры комплексных соединений; степень достоверности представленных результатов исследований определяется погрешностью использованного аналитического оборудования.

- теоретическое обоснование полученных результатов согласуется с опубликованными данными по теории экстракции и современными представлениями о механизмах комплексообразования фосфорилсодержащих лигандов с *f*-элементами

- идея базируется на обобщении передового научного опыта по исследованию структуры и состава комплексных соединений, а также экстракционного извлечения редких металлов из кислых сред;

- использовано сравнение результатов, полученных различными аналитическими методами, которые взаимно дополняют друг друга и согласуются с данными, полученными ранее по близкой тематике для верификации экспериментальных данных, полученных различными физико-химическими методами.

- установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследований, непосредственном участии в проведении экспериментов, обобщении, обсуждении и обработке их результатов и формулировании основных выводов, подготовке публикаций по выполненной работе, включая доклады на конференциях различного уровня.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация А.М. Сафиулиной представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и практические положения в области методологии молекулярного дизайна органических соединений для эффективного выделения и разделения актиноидов и лантаноидов с целью расширения базы традиционных экстрагентов в технологии производства редких металлов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов в части направлений исследований «2. Физико-химические основы процессов обогащения» и «8. Конверсия достижений технологии редких металлов и ядерной технологии, использование опыта эксплуатации типичных для данной отрасли промышленности процессов (сорбция, экстракция, плазменные, пламенные процессы и т.п.) для создания малоотходных, ресурсосберегающих технологических схем других отраслей промышленности».

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденном приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от «14» сентября 2023 года №103ОД.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.04 «03» октября 2024 года принято решение о присуждении Сафиулиной Алфии Минеровне ученой степени доктора химических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Присутствовало на заседании 11 (одиннадцать) членов совета, в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 5 (пять).

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

**«за» – 10 (десять),**

**«против» – 1 (один),**

**недействительных бюллетеней – нет.**

Председатель диссертационного совета,  
доктор технических наук, доцент

 И.Л. Растунова

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат технических наук, доцент

 М.А. Вартамян

Дата «03» октября 2024 года

