

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата химических наук Гуторовой Светланы Витальевны
на тему: «Выделение U(VI), Th(IV) и Pu(IV) из азотнокислых растворов
системами на основе N,O-донорных экстрагентов»
по специальности 1.4.13 Радиохимия

Диссертационная работа С.В. Гуторовой посвящена разработке новых экстракционных систем на основе полидентатных N,O-донорных лигандов для селективного выделения актинидов(VI) и (IV) из растворов отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Современные технологии, основанные на PUREX-процессе, имеют ряд ограничений, связанных с низкой радиационной стойкостью используемых экстрагентов, образованием вторичных отходов и ограниченной селективностью. В связи с необходимостью развития замкнутого ядерного топливного цикла (ЯТЦ) и повышения экологической безопасности технологий поиск новых селективных и устойчивых экстрагентов имеет особую **актуальность**.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем. Впервые показано образование ураном(VI) комплексов со структурой ионной пары $\{[UO_2L(NO_3)]^+[UO_2(NO_3)_3]^{-}\}$, охарактеризованных как в растворе, так и в твёрдой фазе. Впервые синтезированы и рентгеноструктурно охарактеризованы монокристаллы комплексов урана(VI) с серией производных фенантролиндикарбоновой кислоты и пиридиндифосфонатов. Впервые продемонстрирована возможность совместного выделения и эффективного разделения U(VI) и Pu(IV) с использованием тетрадентатных экстрагентов на основе 1,10-фенантролина, при этом достигнут фактор селективности 10. Установлены особенности экстракции Th(IV) в присутствии макроколичеств U(VI), показано образование смешанных ионных пар. Определено влияние полярности растворителя на механизм экстракции.

Таким образом, полученные автором результаты существенно расширяют представления о механизмах экстракции актинидов и формируют научную основу для разработки новых промышленных процессов.

Практическая значимость работы определяется возможностью применения исследованных экстрагентов в промышленных схемах переработки ОЯТ. Установленные закономерности экстракции и координации открывают путь к созданию более селективных экстрагентов, отвечающих современным требованиям атомной промышленности.

Методическая база исследования отличается широтой и комплексностью. В работе использованы экстракционные эксперименты, спектроскопия поглощения в УФ- и видимой областях, КР- и ИК-спектроскопия, спектроскопия рентгеновского поглощения (XAS/EXAFS), рентгеноструктурный анализ, а также квантово-химическое моделирование. Такой подход позволил всесторонне охарактеризовать состав и структуру экстрагируемых комплексов и достоверно установить механизмы экстракции.

Объем работы составляет 105 страниц, содержит 35 рисунков, 12 таблиц и 121 литературный источник. Представленная для оппонирования работа построена традиционным образом и включает следующие главы: Введение, Обзор литературы, Экспериментальная часть, Обсуждение результатов, Заключение, Выводы, Список литературы и Приложение.

Во введении четко сформулированы цель и задачи, обоснована актуальность и новизна. Обзор литературы отражает современное состояние исследований в области экстракции актинидов и демонстрирует глубокое владение автором данными по тематике работы. Экспериментальная часть изложена подробно и позволяет воспроизвести выполненные исследования.

Достоверность результатов не вызывает сомнений: выводы подтверждаются согласованными данными различных независимых методов и высокой сходимостью параллельных экспериментов. Основные результаты работы неоднократно апробированы на российских и международных конференциях, включая конференцию «Ломоносов», Менделеевский съезд, симпозиум SESTEC (Индия), конференцию «Радиохимия-2022» и другие. По теме диссертации опубликовано 5 статей в журналах, индексируемых

международными базами данных Web of Science и Scopus, что свидетельствует о высоком уровне выполненных исследований.

Личный вклад С.В. Гуторовой в работу является существенным и включает проведение экстракционных экспериментов, подготовку образцов для спектроскопических исследований, анализ и интерпретацию данных, написание научных статей и текста диссертации.

Диссертационная работа Гуторовой С.В. **соответствует паспорту специальности 1.4.13 «Радиохимия»:** Соединения радиоактивных элементов. Синтез. Строение. Свойства. Экстракционные, сорбционные, электрохимические, хроматографические процессы разделения в радиохимии. Химия ядерного топлива. Научные основы радиохимической технологии и проблемы обращения с радиоактивными отходами.

По работе имеются следующие **вопросы и замечания:**

1. В работе исследуется влияние полярности растворителя на механизм экстракции макроколичеств урана(VI) тетрадентатными экстрагентами на основе фенантролина. Для исследования влияния полярности выбраны нитробензол, октанол, хлороформ и толуол. Почему и по каким параметрам выбраны именно эти растворители?

2. В работе не затронуты вопросы о радиационной и термической устойчивости Ф-3 и других исследованных растворителей.

3. Одним из важных результатов работы является возможность совместной экстракции U(VI) и Pu(IV) с их последующим разделением в разбавленных кислотах. Подтверждалась ли степень окисления плутония в ходе данных экспериментов?

4. Работа направлена на разработку экстракционных систем для переработки ОЯТ. Может ли автор предположить поведение нептуния в этом процессе? Происходит ли соэкстракция продуктов деления в выбранных условиях?

Вместе с тем, указанные замечания не снижают значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям,

установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.13 Радиохимия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гуторова Светлана Витальевна безусловно **заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук** по специальности 1.4.13 Радиохимия.

Официальный оппонент:

доктор химических наук,

главный научный сотрудник лаборатории радиохимии, заместитель
директора по научной работе Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции
Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)

Винокуров Сергей Евгеньевич

15.09.2025