Отзыв

на автореферат диссертации **Зубричевой Дарьи Владиславовны «Новые полигетероатомные терпенсодержащие соединения как перспективные экстрагенты для извлечения благородных металлов»**, представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности **1.4.2. Аналитическая химия**

Тема диссертационного исследования посвящена разработке и изучению новых органических полигетероатомных терпенсодержащих соединений в качестве экстрагентов для селективного извлечения благородных металлов (прежде всего Pd(II), Au(III), а также ряда других металлов). Учитывая ограниченность природных ресурсов благородных металлов и растущую роль вторичной переработки (в частности, отработанных катализаторов и техногенных отходов), поиск эффективных, селективных и технологичных экстракционных систем является безусловно актуальным направлением аналитической химии и химической технологии, включая задачи разделения и концентрирования. Переход от классической жидкостно-жидкостной экстракции к варианту «жидкость–твёрдое» (импрегнирование лиганда на углеродные носители), что соответствует современным тенденциям повышения безопасности и технологичности процессов.

Целью работы заявлено исследование экстракционной способности новых полигетероатомных терпенсодержащих реагентов по отношению к Pd(II), Au(III), Ir(III), Ru(III), Pt(IV) с установлением оптимальных условий, влияния строения лигандов, обоснованием механизма (включая расчётные/квантово-химические подходы), оценкой иммобилизации на твёрдых носителях и разработкой методик извлечения Pd из отработанных катализаторов. Поставленные задачи логично вытекают из цели, сформулированы конкретно и в целом решены. Тематика и применяемый инструментальный и расчётный аппарат (методы концентрирования/разделения, атомно-эмиссионная спектрометрия, масс-спектрометрия, моделирование) соответствуют паспорту специальности 1.4.2. Аналитическая химия (методы анализа; методы маскирования, разделения и концентрирования).

К элементам научной новизны, отражённым в автореферате, относятся:

- выявление экстракционной активности и селективности четырёх классов терпенсодержащих полигетероатомных лигандов (бис(α-аминооксимы), аза-окса-терпеновые макроциклы, D2-симметричные макроциклы, дипинодиазафлуорены) к Pd(II) и Au(III), а в отдельных случаях к Pt(IV) и Ru(III);
- оптимизация условий экстракции/реэкстракции и показанная пригодность ряда соединений к циклическому использованию;
- развитие подхода «жидкость–твёрдое» путём импрегнирования перспективного лиганда на углеродные носители при сохранении селективности;
-применение квантово-химического моделирования для интерпретации устойчивости форм лигандов/комплексов и объяснения экспериментальных закономерностей.

Достоверность результатов обеспечивается применением современного аналитического оборудования (МП-АЭС), использованием масс-спектрометрии высокого разрешения (ЭСИ), метрологической обработкой данных, градуировками и контролем измерений, а также согласованием выводов с экспериментальными наблюдениями. Представленные в автореферате сведения о пределах обнаружения/количественного определения и воспроизводимости методик в целом подтверждают корректность аналитической части исследования.

К ключевым результатам работы относятся:
-установление оптимальных условий экстракции Pd(II) (в т.ч. влияние pH, времени, соотношения фаз, концентрации лиганда и разбавителя) и показанная селективность по отношению к Pd(II) и Au(III) при невовлечении большинства сопутствующих ионов;
-определение стехиометрических особенностей комплексообразования (в том числе указание на образование биядерных комплексов для ряда систем);
-подтверждение переноса металла в органическую фазу и образования комплексов данными ЭСИ-МС высокого разрешения;
-показанная возможность реэкстракции (тиомочевина в HCl) и повторного использования экстрагента для ряда лигандов;
-реализация схем извлечения Pd из отработанных катализаторов после разложения в царской водке (и озоления для Pd/C), с последующим экстракционным извлечением;
-демонстрация эффективности твёрдофазной экстракции на углеродных носителях (Полисорб-4, Сибунит-1562) с импрегнированным лигандом.

Автореферат отражает завершённое квалификационное исследование, выполненное на актуальную тему. Полученные результаты характеризуются научной новизной, обоснованностью и практической значимостью для задач аналитической химии, связанных с селективным извлечением, разделением и концентрированием благородных металлов.

Содержание автореферата соответствует требованиям, предъявляемым к авторефератам диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, а диссертационная работа Зубричевой Д.В. соответствует, согласно Положению о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ 24.09.2013 № 842 в редакции от 25.01.2024 г., требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

Кандидат химических наук (02.00.04-физическая химия),
Заведующий лабораторией молекулярного и элементного анализа
ФГБУН Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук

____ Суховерхов Святослав Валерьевич

05.03.2026
690022, Владивосток, пр-т 100-летия Владивостока, 159
Тел. +7-924-231-47-26
Автор отзыва согласен на обработку персональных данных

Кандидат биологических наук (03.00.16-экология, 03.00.04-биохимия),
Руководитель Дальневосточного центра структурных исследований (ЦКП ДВЦСИ)
ФГБУН Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук

____ Задорожный Павел Анатольевич

05.03.2026
690022, Владивосток, пр-т 100-летия Владивостока, 159
Тел. +7423-2215348
Автор отзыва согласен на обработку персональных данных

Подписи Суховерхова С.В. и Задорожного П.А.

Ученый секретарь Института химии ДВО РАН, Д.В. Маринин