

**« У Т В Е Р Ж Д А Ю »**  
**Ректор Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни,**  
**доктор исторических наук, профессор**  
**Ибодуллозода А.И.**  
» \_\_\_\_\_ 2024 г.



**О Ф И Ц И А Л Ь Н Ы Й О Т З Ы В**  
ведущей организации на диссертационную работу  
**Камоловой Иклимы Усмоновны**  
на тему: «Процессы комплексобразования  
Fe(II) и Zn(II) с мерказолилом», представленную  
на соискание ученой степени доктора  
философии (PhD) – доктор по специальности  
6D060600- «Химия» (6D060604-Физическая химия)

**Актуальность темы диссертации.** Координационные соединения ионов переходных металлов с органическими лигандами нашли широкое применение в различных сферах науки, техники и медицины. Синтез, исследование процессов образования этих соединений и выделения их в твёрдой фазе, характер взаимодействий между ион-комплексобразователь-лиганд и стабильность соединений в растворах представляют большой теоретической и практической интерес. Известно, что координационные соединения некоторых 3d переходных элементов с гетероциклическими лигандами играют важную роль при протекании биологических процессов в живом организме. Так как железо и цинк тоже являются 3d переходными элементами, изучение комплексов железа(II) и цинк(II) с гетероциклическими соединениями, в частности, мерказолилом представляют большой интерес в современной химии координационных соединений. Поэтому тема рецензируемой диссертационной работы весьма актуальна.

Для решения данной задачи автором, было использовано оксредметрический метод исследования процессов комплексобразования на основе результатов которого, разработаны методы синтеза координационных соединений. Идентификация полученных соединений проведено независимых экспериментальных методов, химическими и физико-химическими. В частности, проведены элементный анализ, методом криоскопии определен молекулярная масса синтезирующего соединения. Характер связи лиганда с металлом исследован оптическими методами ИК -, и УФ – спектрофотометрии, также исследовано биологические свойство полученных соединений.

**Структура и содержание работы.** По диссертационной теме опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ и РТ, 10 тезисов докладов в материалах международных, республиканских, региональных конференций и 1 малый патент Республики Таджикистан.

**Во введении** диссертант обосновал актуальность своих исследований, установил задачи, цель исследования, а также в данном разделе приведены основной объект и методы исследования, отрасль и этапы исследования, основная информационная и экспериментальная база, достоверность результатов диссертации, научная новизна работы, теоретическая и практическая ценность исследования. Перечислены основные положения работы, выносимые на защиту.

**В первой главе** работы рассмотрены процессы комплексообразования 3d-переходных элементов с мерказолилом в водной среде, а также комплексообразующая способность ионов железа и цинка, физико-химические свойства компонентов изучаемой системы производных мерказолила. Приведены данные по биологической активности производных мерказолила и их координационных соединений с переходных металлов, также применение метода оксидметрии к изучению комплексообразования в системе желез и цинка с мерказолилом.

**Вторая глава** диссертации посвящена рассмотрению исходных веществ, приготовлению растворов, их стандартизации, приготовление и определение электродной функции железного и цинкового амальгамированного электрода. Также методы синтеза координационных соединений постановки экспериментов с целью изучения физико-химических свойств выделенных комплексов, оптическими методами измерения и др.

В данной главе обобщены результаты экспериментального и теоретического исследований процессов образования и расчёта равновесии комплексообразование в системах железо(0)-железо(II) – мерказолил - вода и цинк(0) - цинк(II) с мерказолилом с помощью окислительной функции.

Установлено, что в системе Fe(0)-Fe(II)-мерказолил-вода и Zn(0)-Zn(II)-мерказолил-вода с применением стального и амальгамированного электрода цинка образуются четыре координационные соединения двухвалентного железа:  $FeHL$ ,  $FeHLOH$ ,  $FeL$ ,  $FeL_2$  и три координационные соединения цинка с мерказолилом:  $ZnHL$ ,  $ZnL$ ,  $ZnL_2$ .

Состав новых координационных соединений установлен методами оксидметрии, а константы образования и области доминирования комплексов железа(II) и цинк(II) с мерказолилом определены с помощью окислительной функции, которая позволила выявить также термодинамические условия синтеза



моноядерного мерказолатного комплекса железа(II) и цинка (II), имеющий наибольшее численное значения константы образования.

Для расчёта теоретической окислительной функции диссертант использовал методику, предложенную профессором, З.Н. позволяющая вычислить значения температурной зависимости констант образования при различных ионных силах и рН раствора.

**В третьей главе** обсуждено основные результаты диссертационной работы. Разработаны методы синтеза и выделения координационных соединений железа и цинка с мерказолилом: диаквади 1-метил-2-меркаптоимидазол сульфат цинка(II) или  $ZnL_2(H_2O)_2]SO_4$ , который имеет строение: тетрааквади(1-метил-2-меркаптоимидазол) сульфат железа(II)- $[FeL_2(H_2O)_2]SO_4$ . Молекулярные массы новых синтезированных координационных соединений определены с помощью метода криоскопии, в котором в качестве растворителя применялась вода, бензол и камфара.

С целью определения функциональных групп лигандов, участвующих в комплексообразовании с ионами железа и цинка были получены инфракрасные спектры мерказолила, цинксульфата, сульфат железа и синтезирующие комплексы цинка и железа с мерказолилом в интервале частот от  $4000\text{см}^{-1}$  до  $400\text{см}^{-1}$ . По полученными результатами подтверждено, что в сильно кислой области т.е. при рН от 2,0 до 4,5 координация в молекулах комплексного соединения железа и цинка с мерказолилом происходят через тионную группу, но при слабо кислой среде (рН=6,0) металл координируется и через атом азот пиридиновой группы и с помощью тионной группы т.е. образуются хелатные комплексы.

**В четвертой главе** представлено исследование биологической активности синтезированных комплексных соединений железа(II) и цинка (II) с мерказолилом. Изучены хронические, острые, токсические, аллергенные, раздражающие и антиоксидантных свойств комплексов цинка(II) и железа(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазола. Установлено, что синтезированные комплексов цинка(II) и железа(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазола является малотоксичным, не вызывают раздражения и аллергии.

**Научная новизна работы** состоит в: установлении образования различных по составу координационных соединений, образующихся в системе  $Fe(0)-Fe(II)$ -мерк-вода и  $Zn(0)-Zn(II)$ -мерк-вода, составлении химической и математической модели расчета ионного равновесия комплексообразования в системе  $Fe(0)-Fe(II)$ -мерк-вода и  $Zn(0)-Zn(II)$ -мерк-вода, разработке методики синтеза новых координационных соединений железа(II) и цинка(II) с мерказолилома также проведены их физико-химических исследований,

определение безвредности, острой и хронической токсичности, активности и эффективности координационных соединений.

**Практическая ценность:** Полученные научные результаты по комплексообразованию цинка (II) и железа (II) с мерказолилом могут быть использованы для объяснения и прогнозирования процессов комплексообразования биометаллов с биолигандами.

-Результаты полученные экспериментальными данными и расчёты констант устойчивости цинка(II) и железа(II) с мерказолилом могут использоваться как справочный материал, для научных сотрудников в сфере синтеза, а также может быть использован для студентов кафедры физической и коллоидной химии Таджикского национального университета, возможное применение при выполнении научных, исследовательских работ аспирантами и соискателями, студентами вузов химического и медицинского профиля.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений** обеспечена надёжностью работы аппаратуры(работоспособность научного оборудования проверялась по результатам калибровок); во производимостью результатов экспериментов, сходимостью ряда значений с имеющимися в литературе данными; публикации основного экспериментального материала и обсуждения результатов в журналах перечень рецензируемых научных изданий, обоснована применением современных физико-химических методов исследований, статистической обработкой результатов.

Сделанные в диссертации выводы представляются достоверными и значимыми, поскольку базируются на квалифицированно выполненном и обсужденном экспериментальном материале.

#### **Оценка содержания диссертации, её завершенность в целом, замечания по оформлению**

В целом рассматриваемой диссертационной работе можно дать высокую положительную оценку. Задачи, поставленные в работе полностью успешно решены. Работу можно считать завершённым научным исследованием.

1. В литературном обзоре диссертации мало внимание уделено сопоставлению термодинамических функций процесса комплексообразования железа (II) серусодержащими лигандами в зависимости от природы и месторасположения функциональных групп в молекулах мерказолила.
2. В качестве ионной силы автор использует соль сульфата натрия. С чем связан выбор в качестве ионной силы именно этой соли, в работе не объясняется.
3. Желательно привести схему гальванического элемента в диссертации с использованием, которой проводилось оксредметрическое титрование.



4. Автор работы указывает, что в качестве индикаторного электрода использует пластинку из цинка и стального железа. При этом можно было бы привести экспериментальные данные по калибровке используемых электродов.
5. Диссертант предлагает координирование атомов цинка(II) и железа(II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом через атом серы, азота пиридина имидазольного цикла. Было бы уместно автором привлечь более современное метода рентгеноструктурного анализа, ЯМР методов для получения достоверных данных.

Однако отмеченные недостатки не умаляют основные достоинства выполненной диссертационной работы. Диссертационная работа выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Выдвинутые в ней положения научно обоснованы и доказаны. Выводы диссертации достаточно обоснованы экспериментальными материалами, интерпретация полученных результатов дается в соответствии с современными представлениями физической химии. Данные получены различными независимыми экспериментальными методами, показана их достоверность, т.к. полученные экспериментальные результаты хорошо согласуются между собой. Она является завершённым научным исследованием.

### **З а к л ю ч е н и е**

Диссертационная работа Камоловой Иклимы Усмоновны «Процессы комплексобразования Fe(II) и Zn(II) с мерказолилом» представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD)-доктор по специальности 6D060600 - «Химия» (6D060604 - Физическая химия) является завершённым научно - исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Полученные результаты достоверны, выводы обоснованы. Публикации автора вполне отражают содержание диссертационной работы, которые опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах РТ. Текст автореферата согласуется с диссертацией.

Диссертационная работа написана хорошо, грамотно и аккуратно оформлена. По актуальности, поставленным целям и задачам, объёму проведённых исследований, новизне полученных результатов, их научной и практической значимости рецензируемая работа вполне соответствует требованиям, указанным в «Положении о присуждении учёных степеней» Постановления Правительства Республики Таджикистан от 31 июня 2021 г. за № 267 (26.06.2023, № 295), предъявляемым к PhD диссертациям, а ее автор Камолова Иклима Усмоновна – заслуживает присуждения искомой

ученой степени доктора философии (PhD)-доктор по специальности 6D060600 - «Химия» (6D060604 - Физическая химия).

Отзыв заслушан и утвержден на расширенном заседании кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни, протокол № 3 от «9» ноября 2024 г.

Председатель расширенного заседания  
кафедрой «Общая и неорганическая химия»  
Таджикского государственного  
педагогического университета им. С. Айни,  
кандидат химических наук, доцент

Низомов Исохон Мусоевич

Кандидат химических наук, доцент  
кафедрой «Общая и неорганическая химия»  
Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни

Мусоджонзода Джамила Мансур

Адрес: 734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 121,  
Таджикский государственный педагогический университет (ТГПУ) им.  
С. Айни, химический факультет.

E-mail: [info@tgpu.tj](mailto:info@tgpu.tj) Тел: +992 (37) 224-13-83;

E-mail: [isokhon@mail.ru](mailto:isokhon@mail.ru) Тел: +992-935-07-55-58;

Подписи Председатель расширенного заседания кафедрой «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни, к.х.н., доцента Низомова Исохон Мусоевича и к.х.н., доцента этой же кафедры Мусоджонзода Джамила Мансур

**заверяю:**

Начальник управления кадров и специальных работ  
Таджикского государственного педагогического  
университета им. С. Айни



Мустафозода Абдукарим