



## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ ЛИГАНДА НА ОСНОВЕ МОРФОЛИНА И ЭПИХЛОРИДРИНА С МЕДЬЮ

А.Калибекова

У.Уринов

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17557028>

### ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 01-noyabr 2025 yil  
Ma'qullandi: 05-noyabr 2025 yil  
Nashr qilindi: 08-noyabr 2025 yil

### KEYWORDS

лиганд, олигомер,  
бидистиллят, комплекс,  
морфолин, эпихлоргидрин,  
фотометрия, длина волны,  
оптическая плотность,  
комплексное соединение,  
светопоглощения

### ABSTRACT

Авторами исследованы условия получения непредельных гетероциклических соединений на основе морфолина и с акриловой и метакриловыми кислотами.

Изучена синтез N-морфолин-3-хлор-2-пропанола на основе морфолина и эпихлоргидрина по реакции этерификации на его основе с акриловой кислотой получен новый мономер N-морфолин-3-хлор-изопропилакрилат, изучена его радикальная полимеризация, определены технологические параметры, кинетические закономерности реакции полимеризации мономера на основе 1-морфолин-3-хлор-2-пропанола с акриловой кислотой и найдены оптимальные условия процесса.

Разработана способ получения олигомерных соединений на основе морфолина и их применение в качестве антибактериального препарата для обработки каракулевых кожевенных изделий.

Авторами разработаны новые теоретические и экспериментальные подходы для изучения комплексообразования меди (II) с органическими соединениями, содержащими в качестве донорных атомы азота и кислорода. [1].

Реакцию комплексообразования исследовали в растворах бидистиллированной воды. Изучение комплексообразования олигомера (лиганда) с медью проводили в водной среде. К 2,5 мл водного раствора олигомера ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л) при перемешивании при комнатной температуре прибавляли 2,5 мл раствора нитрата меди ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л). После смешивания исходных реагентов сразу снимали спектры поглощения. Растворы готовили по точной навеске на бидистиллированной воде. Комплексы с медью выделены в индивидуальном состоянии при добавлении олигомера морфолина (МФ) с эпихлоргидрином (ЭХГ) к водному раствору нитрата меди [2,9].

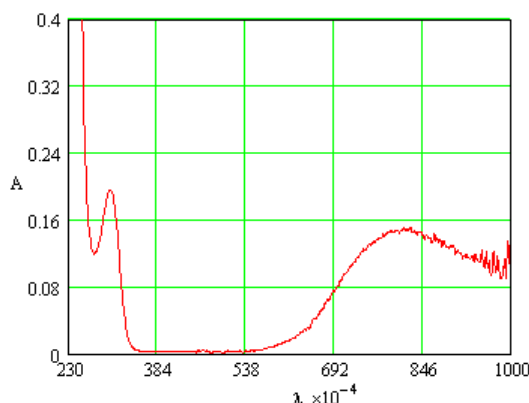
Обычно связь между ионом металла и полимерным лигандом осуществляется посредством донорно-акцепторного взаимодействия с образованием координационной связи (хелатные комплексы) или замещением протона лиганда ионом металла с

образованием ионной связи. Ионы металлов являются акцепторами; атомы O-, -N, -S, -F, -Cl полимерной цепи, предоставляющие пару электронов для образования связи, являются донорами [3,10].

УФ-исследование проведено на приборе Specord 210 имеющий точность фотометрии UV с дихромат калием в соответствии с Ph.Eur  $\leq \pm 0,01$ . Параметры изменения были следующим: спектральный диапазон измерения 190-1000 нм, щель 1 нм, скорость сканирования 2 нм в секунду.

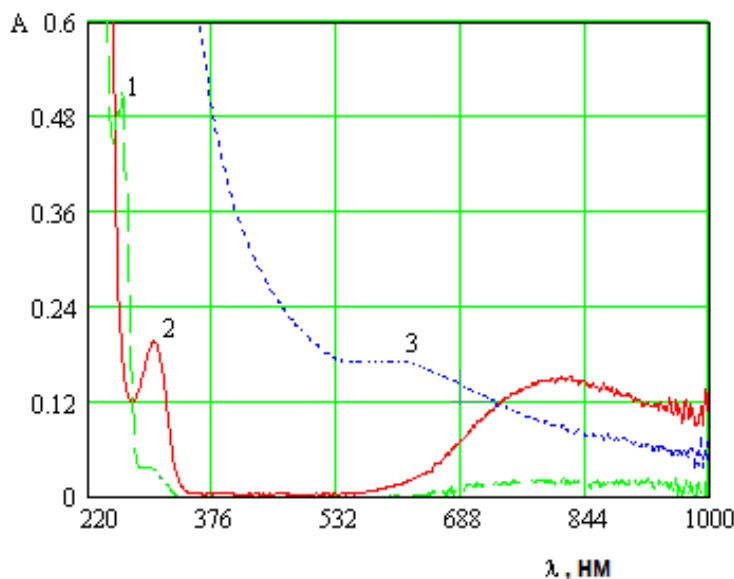
Комплексообразование олигомера морфолина с эпихлоргидрином (1) и нитрата меди (II) оценивалось по изменению спектров поглощения. Комплексообразующие свойства олигомера на основе морфолина с эпихлоргидрином были исследованы спектрофотометрическим методом с использованием водных растворов  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катионы  $\text{Cu}^{+2}$  [4,5].

Комплексообразующие свойства  $\text{Cu}^{+2}$  в водных растворах исследовали определением зависимости оптической плотности раствора (A) от длины волны ( $\lambda$ ) в зависимости оптической плотности от концентрации водного раствора олигомера [7,8]. Сначала приготовили серии растворов в интервале концентрации соли металла и олигомера ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л). Далее определены максимальные значения длин волн ( $\lambda_{\text{max}}$ ) от оптической плотности (A) водных растворов исходных реагентов и комплекса (рис.1,2).



**Рис. 1. Зависимость оптической плотности водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  от длины волны.**

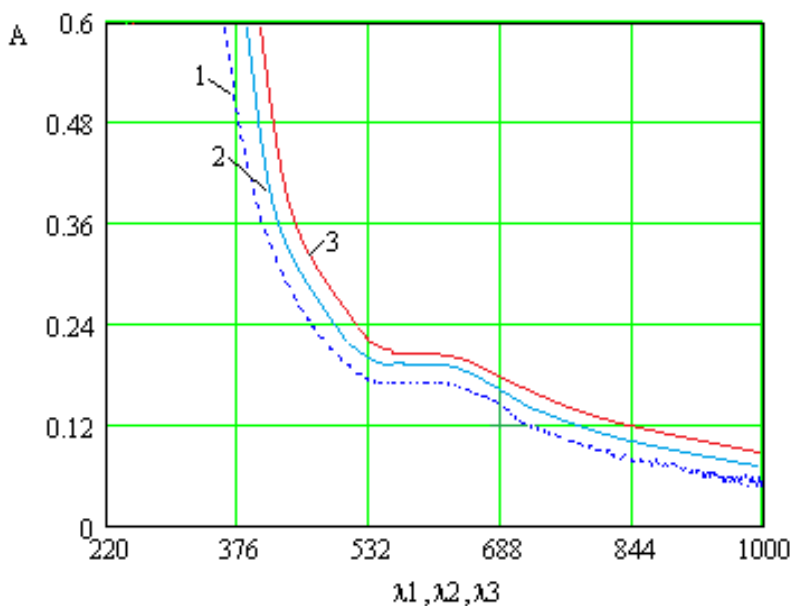
Полученные данные показывают, что максимальное значение  $\lambda_{\text{max}}$  находится примерно в интервале 240 нм для олигомера и 790 нм для ионов меди. В электронных спектрах смесей олигомера с  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  наблюдается появление новой полосы в интервале 540-690 нм, что указывает на образование комплексного соединения (рис.7).



1-олигомер на основе морфолина с эпихлоргидрином; 2-нитрат меди; 3- смесь олигомера (I) с  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

**Рис.3. Зависимость оптической плотности (A) от длины волны (λ):**

Далее проведены исследования комплексообразования при  $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]=\text{const}$  с увеличением концентрации олигомера для полного связывания ионов металлов в исследуемый комплекс (рис.3). При увеличении концентрации олигомера происходит увеличение оптической плотности постепенное смещение данного максимума в длинноволновую область. Во всех исследуемых системах электронные спектры имеют общий характер изменения. Смещение полосы поглощения в длинноволновую область указывает на связывание олигомера в комплексное соединение [6,9].



$[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]=0,001$  моль/л=const от длины волны. Концентрация олигомера, моль/л: 1- 0,0001; 2-0,001; 3-0,01.

**Рис.3. Зависимость оптической плотности раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  и его смесей с олигомером:**

В ходе исследования были определены молярный коэффициент светопоглощения, состав комплекса и константа устойчивости по формуле  $\epsilon_\lambda = A/C \cdot l$ , где  $\epsilon_\lambda$ -молярный коэффициент светопоглощения лучей, А-значение (табл.1).

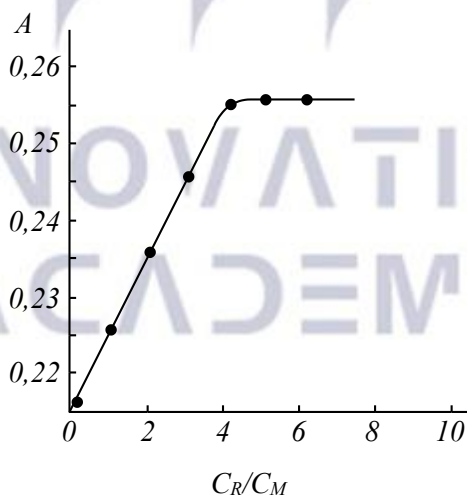
Как видно из таблицы с увеличением концентрации раствора электролита наблюдается резкое повышение молярного коэффициента светопоглощения, что свидетельствует о полном связывае ионов  $\text{Cu}^{+2}$ .

**Таблица 1**

**Значение молярного коэффициента светопоглощения растворами комплексов, T=20 °C**

$\epsilon_\lambda = A/C$	Концентрация раствора		
	0,0001M	0,001M	0,01M
Олигомер на основе морфолина с ЭХГ	2490	4700	7680

Состав реагент – ион металла определяли методом «насыщения». Сущность метода заключается в установлении зависимости величины D от концентрации одного из компонентов при постоянной концентрации второго компонента и наоборот (рис.4).

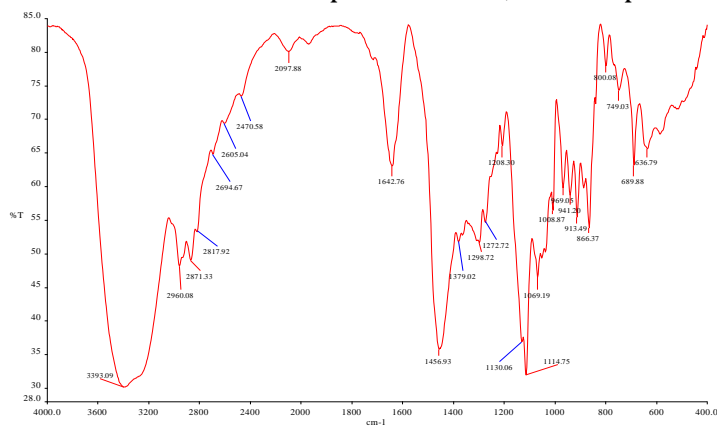


**Рис.4. Зависимость оптической плотности растворов комплекса от состава для 0,01M раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .**

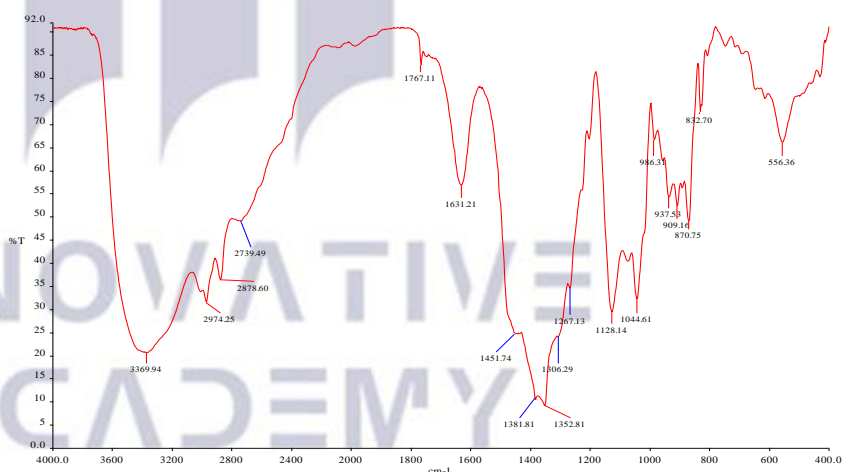
Как видно из рисунка 4, точка излома на кривой отвечает отношению стехиометрических концентраций реагирующих веществ в точке Хэв – абсциссе точки эквивалентности. Также видно из рисунка, что увеличением концентрации реагирующих веществ во всех рассмотренных случаях оптическая плотность растет до определенных значений, далее остаётся постоянной величиной, что свидетельствует об образовании устойчивого комплекса.

Структуру синтезированного комплексного соединения исследовали ИК-спектральным анализом (рис.5,6). Сравнение спектров взаимодействия олигомера с ионами меди и исходного олигомера показывают, что основное строение олигомерного

продукта не перетерпевает существенных изменений, однако наблюдается некоторое смещение полос поглощения [8,9]. В ИК-спектре олигомера на основе морфолина с ЭХГ наблюдаются валентные колебания связи NH в области  $3393\text{ cm}^{-1}$ , слабые полосы в области  $2871\text{-}2960\text{ cm}^{-1}$  относятся к аммониевому катиону, веерные колебания NH связи в области  $866\text{ cm}^{-1}$ ; колебания связей CO при  $1114\text{ cm}^{-1}$ , а C-N при  $1069\text{ cm}^{-1}$ .

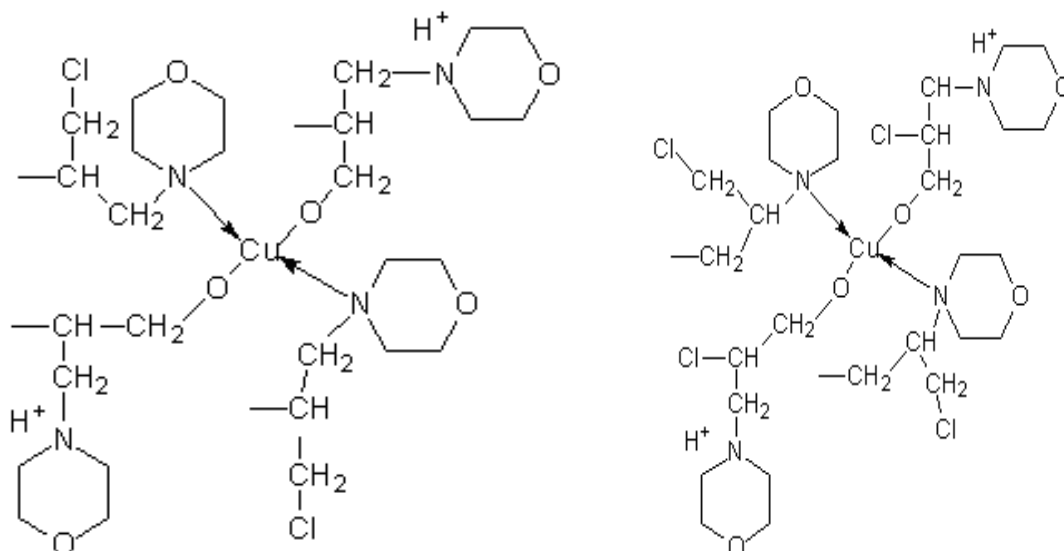


**Рис.5. ИК-спектр синтезированного олигомера на основе морфолина и эпихлоргидрина.**



**Рис. 6. ИК-спектр синтезированного комплекса на основе олигомера морфолина и эпихлоргидрина с нитратом меди.**

На основе результатов ИК-спектроскопии предложена предполагаемая структура синтезированного комплексного соединения.



Таким образом, спектрофотометрическими исследованиями изучено взаимодействие олигомера на основе морфолина и эпихлоргидрина с нитратом меди. Установлено, что синтезированные олигомеры на основе морфолина с эпихлоргидрином обладают достаточно высокими комплексообразующими свойствами на катионы меди.

#### Список литературы:

1. Харитоновна Е.В., Журавлев О.Е., Червинец В.М., Ворончихина Л.И., Демидова М.А. Синтез и антимикробная активность тетрахлорферратов четвертичного аммония, пиридиния и морфолиния. Химико-фармацевтический журнал, 2012. –№ 5. –С.6-8.
2. Клячин А.И., Румянцева О.И. Опыт применения препарата тиотриазолин (морфолиний-метил-триазилил-тиоацетат) у больных с алкогольным поражением печени. Журн. Вопросы наркологии. 2011. –№ 3. –С.63-68.
3. Бродский М.С., Макаров А.П. Способ получения n-метилморфолин-n-оксида. Патент РФ № 2061690, 1996.
4. Никитин А.Н., Hutchinson R.A. Особенности радикальной полимеризации акрилатов. Шестая Всероссийская Каргинская конференция «Полимеры-2014». Сборник тезисов стендовых докладов, Москва Т.2, 2014. –С.691.
5. Вилкова А.И., Додонов В.А. Особенности полимеризации метилметакрилата в присутствии 1,4-нафтохинона и три-n-бутилбора. Тез.докл. XIII Нижегородской сессии молодых ученых. Н.Новгород. 2008. –С.145.
6. Urinov U.K., Maksumova O.S. Polymerisation of N-morpholine-3-chlorine-izopropylacrylate. European Applied Sciences, 2016. –№ 3. –P. 38-40.
7. Urinov U.K., Maksumova O.S. Studying of the complex compounds, formed by molecules of morpholine betaine and urea. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. –Vienna, 2015. –№ 3-4. –P. 70-75.
8. Мольков Д.Н., Трактина Е.П., Абалдуева Е.С., Скоробогатова Е.В. Исследование взаимодействия солей кобальта (II), никеля (II) с гидрохлоридом клюкозамина в присутствии щелочи методом электронной спектроскопии. VII Междунар. молодежн.научно-техн. Конф. «Будущее технической науки» тез докл., Н.Новгород, 2008. –С. 208.

9.Лапшин С.В. Исследование взаимодействия ионов меди (II) с антибиотиками. X региональные Каргинские чтения. Тез. докл. конф. Тверь, 2003. –С. 34.

10.Панцевая Н.В., Болотин С.Н., Скляр А.А. Тредникова Н.М., Буков Н.Н., Паюшкин В.Т. Исследование комплексообразования в системе мед (II)-N-фосфометилглицин-валин. Журнал неорганической химии, 2005, Т.50, №12. –С. 2017-2112.

