

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет хімії та фармації
Кафедра прикладної хімії та хімічної освіти

Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти магістра

на тему: «Синтез, будова та властивості хелатів SnCl_4 з саліцилоїл-
та піридиноїлгідразонами ароматичних альдегідів»

«Synthesis, structure and properties of SnCl_4 chelates with salicyloyl- and pyridinoylhydrazones of
aromatic aldehydes»

Виконала: студентка денної форми навчання
спеціальності 102 Хімія

Хроменкова Крістіна Олександрівна

Керівник: к. х. н., доц. Шматкова Н. В. _____
(підпис)

Рецензент: к. х. н., доц. Федько Н. Ф.

Рекомендовано до захисту:
протокол засідання кафедри
№ ____ від ____ 2020 р.

Захищено на засіданні екзаменаційної комісії
протокол № ____ від «____» _____ 2020 р.
Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, за шкалою ECTS, бал)

Завідувач кафедри
_____ д. х. н., проф. Сейфулліна І.
Й. _____
(підпис)

Голова екзаменаційної комісії
_____ д. х. н., проф. Марцинко О.Е.
(підпис)

Одеса – 2020

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на кафедрі прикладної хімії та хімічної освіти Одеського національного університету імені І.І. Мечникова і присвячена дослідженню особливостей комплексоутворення стануму(IV) з нікотиноїл-, ізонікотиноїл- і саліцилоїлгідразонами 2-етокси- і 4-етоксибензальдегідів та первинному скринінгу протимікробної активності синтезованих сполук по відношенню до типових тест-штамів *грамнегативних* та *грампозитивних* бактерій: *E. Coli* та *S. Aureus*. Робота є частиною та логічним продовженням наукових досліджень, що проводяться за однією з тематик кафедри «Теоретичні та експериментальні основи керування процесами комплексоутворення GeCl_4 , SnCl_4 з заміщеними полідентатними гідразидами та гідразонами».

Мета роботи: синтезувати нові комплекси Sn(IV) з гідразонами, встановити їх склад, будову, дослідити антибактеріальну активність і порівняти її з результатами раніше проведених досліджень.

У роботі наведено результати синтезу та ідентифікації нікотиноїл-, ізонікотиноїл- і саліцилоїлгідразонів 2-етокси- і 4-етоксибензальдегідів та нових відповідних 6 комплексів SnCl_4 . Їх склад, тип електролітичної дисоціації, термічна стійкість і будова встановлено з використанням методів елементного аналізу, кондуктометрії, термогравіметрії, мас-спектрометрії та ІЧ спектроскопії. Проведено дослідження протимікробної активності синтезованих сполук, результати порівняно з активністю комплексів Sn(V) з гідразонами 2-метокси- і 4-метоксибензальдегідів.

Можлива область застосування: фармація – нові протимікробні препарати, неорганічна хімія стануму(IV), застосування комплексів Sn(IV) в медицині.

Ключові слова: гідразони, координаційні сполуки стануму(IV), *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus*.

Дипломна робота складається з: 53 стор. машинописного тексту, 22 рис., 4 табл., 44 використаних джерел літератури (кафедральних - 21, іншомовних - 14, за останні 10 років - 21).

ЗМІСТ

	Стор.
Список скорочень і умовних позначень	4
Вступ	5
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	
1.1. Будова та властивості молекулярних та цвіттер-іонних хелатів Sn(IV) з саліцилоїл- та піридиноїлгідразонами R- бензойних альдегідів	7
1.2. Мікробіологічна характеристика стандартних тест-штамів бактерій <i>E. Coli</i> та <i>S. Aureus</i>	18
Висновки з літературного огляду	23
РОЗДІЛ 2. Експериментальна частина	
2.1. Вихідні речовини	24
2.2. Методики проведення експерименту	
2.2.1. Синтез і ідентифікація саліцилоїл- і піридиноїл-гідразонів R- заміщених бензойного альдегіду ($R = 2\text{-OC}_2\text{H}_5, 4\text{-OC}_2\text{H}_5$)	25
2.2.2. Синтез та визначення складу комплексів SnCl_4 з гідразонами методами елементного аналізу та кондуктометрії	26
2.2.3. Методи аналізу та фізико-хімічних досліджень	27
2.3. Обговорення результатів	
2.3.1. Комплексоутворююча здатність SnCl_4 по відношенню до саліцилоїл- і піридиноїлгідразонів 2- та 4-етоксибензойних альдегідів	29
2.3.2. Протимікробна активність саліцилоїл- і ізонікотиноїлгідразонів та відповідних комплексів SnCl_4 на прикладі тест-штамів бактерій <i>E. Coli</i> та <i>S. Aureus</i>	41
Висновки	47
Список літератури	48

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Назва	Позначення	Формула
Саліцилоїлгідразон 2-етоксибензальдегіду	HL ¹	
Саліцилоїлгідразон 4-етоксибензальдегіду	HL ²	
Нікотиноїлгідразон 2-етоксибензальдегіду	HL ³	
Нікотиноїлгідразон 4-етоксибензальдегіду	HL ⁴	
Ізонікотиноїлгідразон 2-етоксибензальдегіду	HL ⁵	
Ізонікотиноїлгідразон 4-етоксибензальдегіду	HL ⁶	

ДТА
ДТГ
ТГ

диференційний термічний аналіз
диференційний термогравіметричний аналіз
термогравіметрична крива

ВСТУП

В ході систематичного дослідження комплексоутворення станум тетрахлориду з фізіологічно активними ароїлгідразонами ароматичних альдегідів [1-3] на кафедрі прикладної хімії і хімічної освіти (раніше - загальної хімії та полімерів) були синтезовані і охарактеризовані фізико-хімічними методами аналізу відповідні координаційні сполуки [4-8] та встановлено, що вони володіють протимікробними [9-12], протизапальними властивостями [13-14, 5] та є активаторами / інгібіторами ферментів [15-17].

Проведено порівняльний аналіз впливу α -, β -, γ - піридиноїлгідразонів R-бензойних альдегідів ($R = H, 4-N(CH_3)_2, 2-OH$) і відповідних комплексів Sn(IV) на ріст умовно-патогенних бактерій штамів *S. Aureus*, *M. Luteus*, *P. Vulgaris*, *P. Aeruginosa*, *B. Subtilis* [5, 11]. Виявлено, що досліджувані сполуки, в залежності від концентрацій 25, 50 і 100 мкг/мл, здатні як значно пригнічувати, так і стимулювати накопичення біомаси *грампозитивних* і *грамнегативних* тест-штамів, в тому числі вони пригнічують *S. Aureus*, *B. Subtilis* і найменш чутливі - *E. Coli*. Високу активність проявили ізонікотиноїлгідразон саліцилового альдегіду ($R = 2-OH$) і відповідний комплекс (100% пригнічення росту).

У продовженні цих робіт проведено дослідження антибактеріальної активності саліцілоїл- і β -, γ -піридиноїлгідразонів 2- OCH_3 - і 4- OCH_3 -бензальдегідів і відповідних комплексів стануму(IV) на прикладі штамів *E. Coli*, *S. Aureus* і *B. Subtilis* [19].

У результаті було встановлено, що на антимікробну активність, яку проявляють розглянуті комплекси, впливає поєднання чинників - склад гідразидного фрагмента, замісники (R) в альдегідному, а також дентатність гідразону (бі-, три-) і склад координаційного вузла в відповідних комплексах – $\{SnCl_4ON\}$, $\{SnCl_3O_2N\}$. а також біологічні властивості використовуваних штамів.

Для розширення переліку досліджуваних сполук в даній роботі в якості об'єктів дослідження були обрані нікотиноїл-, ізонікотиноїл- і саліцілоїлгідразони 2-етокси- і 4-етоксибензальдегідів.

Мета даної роботи: синтезувати на їх основі нові комплекси Sn(IV), встановити їх склад, будову, дослідити антибактеріальну активність і порівняти її з результатами раніше проведених досліджень [5, 11, 19].

Для досягнення зазначеної мети необхідно було вирішити **ряд задач**:

1. Синтезувати нікотиноїл-, ізонікотиноїл- і саліцилоїлгідразони 2-етокси- і 4-етоксибензальдегідів, підтвердити їх індивідуальність і чистоту.
2. Розробити методики синтезу в ацетонітрилі і отримати комплекси Sn(IV) з гідразонами, визначити їх склад, тип електролітичної дисоціації, термічну стійкість і будову.
3. Провести первинний скринінг синтезованих гідразонів і комплексів стануму(IV) на прояв протимікробної активності по відношенню до стандартних тест-штамів *E. Coli*, *S. Aureus*.

Зазначені **задачі було вирішено** з використанням елементного аналізу, методів кондуктометрії, термогравіметрії, мас-спектрометрії, ІЧ-спектроскопії, спектрофотометрії.

Результати даного дослідження представляють не тільки теоретичний інтерес в плані розширення стереохімічних уявлень в області координаційної хімії стануму, а й практичний - отримання нових сполук, які мають фізіологічну активність, зокрема протимікробну, що особливо важливо, в зв'язку з постійним виникненням стійких до антибіотиків форм мікроорганізмів [9-12].

ВИСНОВКИ

1. Синтезовано шість нових координаційних сполук SnCl_4 з саліцилоїл-, β -, γ -піридиноїлгідразонами 2- і 4-етоксибензальдегіду складу $[\text{SnCl}_4(\text{HL}^{1,2})] \cdot n\text{CH}_3\text{CN}$ ($n = 0, 1$) (I, II) та $[\text{SnCl}_4(\text{L}^{3-6} \cdot \text{H})] \cdot n\text{CH}_3\text{CN}$ (III-VI).
2. Методом ІЧ-спектроскопії та мас-спектрометрії встановлено, що в I-VI реалізується бідентатно-циклічна координація гідразонів в кетонній $\text{O}_{(\text{C}=\text{O})} - \text{N}_{(\text{CH}=\text{N})}$ (I, II) та енольній $\text{O}_{(\text{C}-\text{O})} - \text{N}_{(\text{CH}=\text{N})}$ (III-VI) формах.
3. За даними термогравіметрії термоліз комплексів починається дегідрохлоруванням, яке для III-VI проходить при більш високій температурі.
4. За результатами первинного скринінгу гідразонів та комплексів II, V, VI виявлено, що досліджені сполуки в залежності від концентрацій здатні як значно пригнічувати, так і стимулювати накопичення біомаси *грампозитивних* та *грамнегативних* тест-штамів, зокрема пригнічують *S. Aureus* і найменш активні щодо *E. Coli*.
5. Встановлено, що інгібуюча активність комплексів в більшості випадків вища у порівнянні з гідразонами; найбільш активним є комплекс II з саліцилоїлгідразоном 4-етоксибензальдегіду, який викликав повну зупинку зростання всіх тест-штамів.
6. Доведено, що заміна метокси-груп на етокси- в альдегідному фрагменті гідразонів, за виключенням II, призводить до зниження антимікробної активності відповідних комплексів Sn(IV) на 10-20% зі збереженням більшості закономірностей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Prasad K.S. Novel Organotin(IV) Schiff Base Complexes: Synthesis, Characterization, Antimicrobial Activity, and DNA Interaction Studies / K.S. Prasad, Shiva L. Kumar, Melvin Prasad, Revanasiddappa D. Hosakere // Bioinorganic Chem. and Applic. – 2010. – Article ID 854514. <http://dx.doi.org/10.1155/2010/854514>
2. Jadon G. Synthesis, spectral and biological evaluation of some hydrazone Derivatives / G. Jadon, L. Kumawat // International J. Pharmaceutical Sci. Res. – 2011. – Vol. 2, N 9. – P.2408-2412.
3. Rollas S. Biological Activities of Hydrazone Derivatives / S. Rollas, S. Küçükgülzel Güniz // Molecules. – 2007. – N 12. – P. 1910-1939. <http://dx.doi.org/10.3390/12081910>
4. Шматкова Н.В Темплатная конденсация в системах типа «гидразиды – SnCl_4 – альдегиды – CH_3CN » / Н.В. Шматкова, И.И. Сейфуллина, А.И. Дивакова, А.В. Мазепа // Вісник ОНУ. Хімія. – 2012. – Т. 17, № 1. – С.5-12.
5. Шматкова Н.В. Синтез, строение и противомикробная активность хелатов SnCl_4 с пиридилоилгидразонами ароматических альдегидов / Н.В. Шматкова, И.И. Сейфуллина, О.Ю. Зинченко // Укр. хим. журнал. – 2013. – Т. 79, № 3 – С.33-39.
6. Shmatkova N.V. Tin(IV) complexes with 2-hydroxybenz(2-hydroxynaphth)aldehyde nicotinoylhydrazones (H_2Ns , H_2Nnf). Molecular and crystal structures of $[\text{SnCl}_3(\text{HNnf})] \cdot 2\text{DMF}$ / N.V. Shmatkova, I.I. Seifullina, Z.A. Starikova // Rus. J. Coord. Chem. – 2015. – Vol. 41, N 5. – P.293-299. <http://dx.doi.org/10.7868/S0132344X15050072>
7. Seifullina I.I. Tin(IV) complexes with 2-hydroxybenz-(2-hydroxynaphth)aldehyde picolinoylhydrazones (H_2Ps , H_2Pnf). Crystal structure of $[\text{SnCl}_3(\text{Ps} \cdot \text{H})] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ and $[\text{SnCl}_3(\text{Pnf} \cdot \text{H})] \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ / I.I. Seifullina, N.V. Shmatkova, O.V. Shishkin, R.I. Zubatyuk // Russ. J. Inorg. Chem. – 2007. – Vol. 58, N 1. – P. 26-32. <http://dx.doi.org/10.1134/S0036023613010154>

8. Shmatkova N.V. Tin tetrachloride chelates with 4-dimethylaminobenzaldehyde pyridinoylhydrazones. Molecular and crystal structures of $[\text{SnCl}_4(\gamma\text{-Idb} \cdot \text{H})] \cdot \text{CH}_3\text{CN}$ and $[\text{SnCl}_4(\gamma\text{-Idb} \cdot \text{H})] \cdot \text{DMF}$ / N.V. Shmatkova, I.I. Seifullina, D.E. Arkhipov, A.A. Korlyukov // *Rus. J. Coord. Chem.* – 2015. – Vol. 41, N 8. – P.503-508. <http://dx.doi.org/10.7868/S0132344X15080058>
9. Зінченко О.Ю. Антибактеріальна активність нікотиноїлгідрозона саліцилового альдегіду та його комплексів / О.Ю. Зінченко, Н.В. Шматкова, Т.О. Філіпова, І.Й. Сейфулліна, В.С. Подуст // *Мікробіологія і біотехнологія.* – 2009. – №1(5). – С. 49-55.
10. Шматкова Н.В. Вплив ізонікотиноїлгідрозона 2-гідроксибензальдегіду та його комплексів на ріст умовно-патогенних бактерій / Н.В. Шматкова, О.Ю. Зінченко, І.Й. Сейфулліна, Т.О. Філіпова, В.С. Подуст // *Вісник ОНУ.* – 2009. – Т.14. – №.4 – С. 67-73.
11. Зинченко О.Ю. Антимикробная активность производных изоникотиновой кислоты и комплексов олова(IV) на их основе / О.Ю. Зинченко, Н.В. Шматкова, И.И. Сейфуллина, Б.Н. Галкин, Т.О. Филлипова // *Микробиология и биотехнология.* – 2013. – № 2. – С. 69-78.
12. Зінченко О.Ю. Вплив похідних ізоніазиду на чутливість на чутливість лактамазапродукувальних *Staphylococcus aureus* до пеніциліну / О.Ю. Зінченко, Н.В. Шматкова, І.Й. Сейфулліна, В.О. Лерер // *Мікробіологія і біотехнологія.* – 2014. – №4. – С.52-60.
13. Шматкова Н.В. Комплексы [тетрахлоро-(N-4-R-бензилиден-салицилоилгидразинато- N, O) олова (IV)], где R = OCH₃, Br, N(CH₃)₂ и их противовоспалительная активность / Н.В. Шматкова, И.И. Сейфуллина, А.И. Александрова, А.В. Полищук // *Вісник ОНУ. Хімія.* – 2013. – Т.18 (46) – №.2. – С. 16-24.
14. Шматкова Н.В. О новых комплексах олова(IV) с 5-бром-салицилоил-гидразонами замещённых бензойного альдегида / Н.В. Шматкова, И.И. Сейфуллина, А.И. Александрова, И.А. Кравченко, А.А. Коберник // *Вісник ОНУ. Хімія.* – 2013. – Т.18 (47) – №.3 – С.17.

15. Александрова О.І. Протисудомна й антидепресивна активність нових комплексів SnCl_4 з саліцилоїлгідрозонами бензальдегіду та 4-бромбензальдегіду при пероральному введенні / О.І. Александрова, І.А. Кравченко, О.Г. Прокопчук, Н.В. Шматкова, І.Й. Сейфулліна // Одеський медичний журнал. – 2015. – Т.151 – №5. – С. 24 – 27
16. Варбанець Л. Д. Активність нативних і модифікованих ліпополісахаридів *Rahnella aguatilis* / Л. Д. Варбанець, Л.Б. Скоклюк, В.В. Шубчинський, І.Й. Сейфулліна, Н.В. Шматкова, С.І Похил // Біотехнологія. – 2010. – №2 – С. 33-41.
17. Варбанець Л.Д. Вплив координаційних сполук германію(IV) та стануму(IV) на активність деяких гліколітичних і протеолітичних ферментів мікроорганізмів / Л.Д. Варбанець, О.В. Мацелюх, Н.А. Нідялкова, О.В. Гудзенко, К.В. Авдіюк, Н.В. Шматкова, І.Й. Сейфулліна // Мікробіол. журн. – 2014. – №6. – С.11-18.
18. Нідялкова Н. А. Вплив координаційних сполук стануму(IV) та германію (IV) на активність пептидаз *Bacillus thuringiensis* VAR. *israelensis* IMB B-7465 / Н. А. Нідялкова, Л. Д. Варбанець, І. Й. Сейфулліна, Н. В. Шматкова // *Biotechnologia Acta*. – 2015. – Т.8. – № 4. – С.82-91. DOI: 10.15407/biotech8.04.082
19. Шматкова Н.В. Продукты комплексообразования SnCl_4 с салицилоил-(β -, γ -пиридиноил)гидразонами 2- и 4-метоксибензойных альдегидов, их антимикробная активность / Н.В. Шматкова, И.И. Сейфуллина, О.Ю. Зинченко, И.С. Линенко // Вісник ОНУ. Хімія. – 2016 – Т.21, № 1 (57). – С. 36-49.
20. Shmatkova N.V. Complexation of SnCl_4 with benzaldehyde 2-R-benzoyl-(R-HBb) and 3-R-2-naphthoylhydrazones (R = H, OH): The structure of $[\text{SnCl}_4(2\text{-OH-HBb})] \cdot \text{CH}_3\text{CN}$ / N.V. Shmatkova, I.I. Seifullina, A.A. Korlyukov // *Russian J. of Inorg. Chem.* – 2015. - Vol. 60 - № 9. - P. 1068–1073.
21. Shmatkova N. V. Complexation of SnCl_4 with salicylic aldehyde benzoylhydrazone (H_2Bs) and isonicotinoylhydrazone (H_2Is): Molecular and

- crystal structures of $[\text{SnCl}_3(\text{HBs})]$ and $[\text{SnCl}_3(\text{Is H}) 2\text{CH}_3\text{CN}]$ // N.V. Shmatkova, I.I. Seifullina, A.A. Korlyukov // Russian J. of Inorg. Chem. – 2015. – Vol. 60 – № 7. – P. 879–885
22. Korlyukov A.A. Understanding the structure of salicyl hydrazone metallocomplexes: crystal structure, AIM and Hirshfeld surface analysis of trichloro-(N-salicylidenebenzoylhydrazinato-N,O,O')-tin(IV) / A. Korlyukov, N. Shmatkova, I. Seifullina // Struct. Chem. - 2016. – Vol. 27 – № 1. – P. 25-36. DOI.10.1007/s11224-015-0612-x
 23. Шматкова Н.В. Особенности конденсации гидразидных комплексов тетрахлорида олова с бензойным и 4-диметиламинобензойным альдегидами / Н.В. Шматкова, И. И. Сейфуллина, А.В. Мазепа // Укр. хим. журнал. – 2016. – Т. 82 - № 3.– С. 22-26.
 24. Гусев М. В. Микробиология: Учебник / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. — 2003. — 464 с.
 25. Fux C.A. Can laboratory reference strains mirror "real-world" pathogenesis? / C.A. Fux, M. Shirtliff, P. Stoodley, J.W. Costerton // Trends Microbiol.: journal. — 2005. — Vol. 13, No. 2. — P. 58—63. — doi:10.1016/j.tim.2004.11.001. — PMID 15680764.
 26. Frederick R. Blattner The complete genome sequence of Escherichia Coli K-12 / Blattner R. Frederick, Guy Plunkett III, Craig Bloch, Nicole Perna, Valerie Burland, Monica Riley, Julio Collado-Vides, Jeremy Glasner, Christopher Rode, George Mayhew, Jason Gregor, Nelson Davis, Heather Kirkpatrick, Michael Goeden, Debra Rose, Bob Mau, Ying Shao. // Science. — 1997. — Vol. 277, No. 5331. — P. 1453—1462. — doi:10.1126/science.277.5331.1453.
 27. R. Bentley. Biosynthesis of vitamin K (menaquinone) in bacteria / Bentley R., Meganathan R. // Microbiology and Molecular Biology Reviews: journal. — American Society for Microbiology, 1982. — Vol. 46, No. 3. — P. 241—280. — PMID 6127606
 28. Kluytmans J. Carriage of Staphylococcus Aureus: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks / Kluytmans J., van Belkum A., Verbrugh H.

- Nasal // Microbiology and Molecular Biology Reviews: journal. — American Society for Microbiology, 1997. — Vol. 10, No. 3. — P. 505—520. — PMID 9227864.
29. Kanokporn Mongkolrattanothai Severe Staphylococcus Aureus Infections Caused by Clonally Related Community-Acquired Methicillin-Susceptible and Methicillin-Resistant Isolates / Mongkolrattanothai Kanokporn, Susan Boyle, Madelyn D. Kahana, Robert S. Daum // Clinical Infectious Diseases. — 2003. — Volume 37, Issue 8. — P. 1050–1058 <https://doi.org/10.1086/378277>
 30. Пиневи́ч А. В. Микробиология. Биология прокариотов: в 3 т. / А. В. Пиневи́ч. — СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 2006. — Т. 1. — 352 с. — ISBN 5-288-04057-5.
 31. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 384 с. — ISBN 978-5-7695-7979-0.
 32. Кассимерис Л. Клетки по Льюину / Л. Кассимерис, В. Р. Лингаппа, Д. Плоппер. — М.: Лаборатория знаний, 2016. — 1056 с. — ISBN 978-5-906828-23-1.
 33. Современная микробиология / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. — М.: Мир, 2005. — Т. 1. — 654 с.
 34. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии / Вейганд-Хильгетаг. — М.: Химия, 1968. — 944 с.
 35. Гордон А., Форд Р. Спутник химика / А. Гордон, Р. Форд — М.: Мир, 1976. — 541 с.
 36. Вайсбергер А. Органические растворители. Физические свойства и строение / А. Вайсбергер, Э. Проскауэр, Дж.Риддик, Э. Тупс. — М.: ИЛ, 1958. — 519 с.
 37. Ключников Н.Г. Руководство по неорганическому синтезу / Н.Г. Ключников — М.: Химия, 1965. — 104 с.

38. Geary W.J. The use of conductivity measurements in organic solvents for the characterisation of coordination compounds / W.J. Geary // *Coord. Chem. Rev.* – 1971. – № 7. – P. 81-122.
39. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / Под ред. М. О. Биргера. – М.: Медицина, 1972. – С. 175 - 177.
40. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений / К. Наканиси – М.: Мир, 1965. – 216 с.
41. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений / К. Накамото – М.: Мир, 1966. – 411 с.
42. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул / Л. Беллами – М.: ИЛ, 1963. – 590 с
43. Орисик С.І. Координаційні сполуки родію (III) з саліциліденгідразами карбонових кислот / С.І. Орисик, С.Ю. Чундак, С.В. Волков, В.І. Пехньо, Л.Б. Харькова // *Укр. хим. журнал.* – 2001. – Т.67, № 1. – С. 3-7.
44. Сейфуллина И.И. Новый этап в развитии координационной химии ароил-(пиридинойл)гидразонов замещенных бенз-(1-нафт)альдегидов / И.И. Сейфуллина, Н.В. Шматкова // *Вісник ОНУ.* – 2008. – Т.13, №2. – С. 5-26.