KOBALT(II)SULFATNING 3-METILTIO-5-AMINO-1*H*-1,2,4-TRIAZOL BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMASI SINTEZI VA TADQIQOTI

Xayrullayev G‘iyosiddin Ulug‘bek o‘g‘li

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti katta o‘qituvchisi

E-mail: Xayrullayev65@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda kobalt(II) sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazol ligandi bilan hosil qilgan yangi koordinatsion birikmasining sintezi va uning tuzilishi hamda fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Sintez 80°C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Hosil bo‘lgan kompleksning tuzilishi IR, termogravimetrik va rentgen fazaviy tahlil usullari bilan aniqlangan. IR spektrda M–N va M–O bog‘lanishlariga xos yutilish chiziqlari qayd etilib, koordinatsion bog‘lanishlar hosil bo‘lgani isbotlandi. Termik tahlil natijalari kompleksning uch bosqichda parchalanishini ko‘rsatdi. Olingan rentgen ma’lumotlari yangi kristall fazaning shakllanganini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: 1,2,4-triazol, kobalt(II) sulfat, kompleks birikma, ligand, IQ spektroskopiya, termik tahlil, rentgen fazaviy tahlil.

Аннотация. В данной работе изучены синтез нового координационного соединения сульфата кобальта (II) с лигандом 3-метилтио-5-амино-1*H*-1,2,4-триазола, его структура, а также физико-химические свойства. Синтез проводили при температуре 80°C в течение 8 часов. Структура полученного комплекса определена методами ИК-спектроскопии, термогравиметрического и рентгенофазового анализа. В ИК-спектре зафиксированы полосы поглощения, характерные для связей M-N и M-O, что доказывает образование координационных связей. Результаты термического анализа показали разложение комплекса в три стадии. Полученные рентгеновские данные подтвердили формирование новой кристаллической фазы.

Ключевые слова: 1,2,4-триазол, сульфат кобальта (II), комплексное соединение, лиганд, ИК-спектроскопия, термический анализ, рентгенофазовый анализ.

Abstract. This work investigates the synthesis, structure, and physicochemical properties of a novel coordination compound formed between cobalt (II) sulfate and the ligand 3-methylthio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazole. The synthesis was conducted at 80°C for 8 hours. The structure of the resulting complex was elucidated using IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, and X-ray phase analysis methods. The IR spectrum revealed absorption lines characteristic of M-N and M-O bonds, confirming the formation of coordination bonds. Thermal

ISSN 3030-3907

analysis results demonstrated that the complex decomposes in three stages. X-ray data confirmed the formation of a new crystalline phase.

Keywords: 1,2,4-triazole, cobalt (II) sulfate, complex compound, ligand, IR spectroscopy, thermal analysis, X-ray phase analysis.

Kirish.

So‘ngi yillarda 1,2,4-triazol va uning hosilalariga asoslangan koordinatsion birikmalar noorganik kimyoning eng faol rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Bunday ligandlar o‘z tuzilishidagi azot atomlari, hamda elektron donor guruhlari hisobiga turli valentli metall ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilish xususiyatiga ega. 1,2,4-triazol halqasidagi N-atomlar metall markaz bilan kuchli koordinatsion bog‘ hosil qilishi, shuningdek, turli xil funksional guruhlar bilan modifikatsiya qilinishi ularni yangi koordinatsion birikmalar yaratish uchun qulay ligandlarga aylantiradi. Shu boisdan triazol hosilalari asosidagi komplekslar bugungi kunda kataliz, dori vositalari sintezi, biologik faol moddalarning molekulyar modifikatsiyasi, antimikrob va antitumor preparatlar ishlab chiqish kabi sohalarda keng tadqiq qilinmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. 3d metall ionlari xususan kobalt, nikel, mis, temir va marganes bilan triazol hosilalarining komplekslari o‘zining o‘ziga xos magnit, optik, elektr va katalitik xususiyatlari bilan ajralib turadi[1-2]. Bunday komplekslarning tuzilishini o‘rganish nafaqat ularning fizik-kimyoviy xossalarini tushunish, balki yangi funktsional materiallar yaratish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Ayniqsa, kobalt(II) ionining 1,2,4-triazol hosilalari bilan komplekslari ko‘p yadroli tuzilmalar, ion-transport tizimlari hamda biofaol modellar sifatida katta ahamiyat kasb etmoqda [3-4].

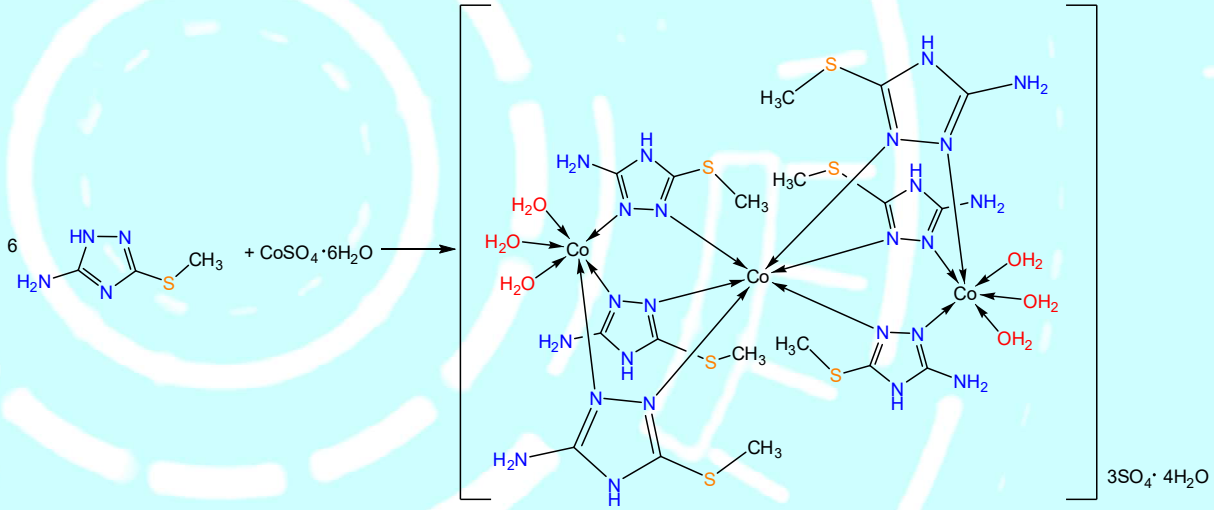
1,2,4-triazolning amin, metiltio, karboksil yoki boshqa guruhlarga ega hosilalari metall ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashganda murakkab koordinatsion tizimlar hosil qiladi [5-6]. Bunday komplekslar tuzilishini tahlil qilish ularning barqarorligi, ligand–metall o‘zaro ta’siri, elektron zichlikning taqsimlanishi hamda reaktsion qobiliyatini aniqlashga imkon beradi. Shu bilan birga, bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar noorganik sintez, koordinatsion kimyo va materialshunoslik fanlarining kesishgan nuqtasida joylashgan bo‘lib, nazariy hamda amaliy ahamiyatga ega.

Shunday qilib, 1,2,4-triazol hosilalarining 3d metall tuzlari bilan hosil qilgan komplekslarini sintez qilish, ularning tuzilishini va fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish zamonaviy koordinatsion kimyoning muhim va istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, yangi samarali bioaktiv va funksional moddalarning ilmiy asoslarini yaratishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METADALOGIYASI. Tadqiqotda kobalt(II)sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazol (L) bilan kompleks birikmasi sintez qilindi. Sintez jarayoni 80°C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Hosil bo‘lgan modda

ISSN 3030-3907

filtrlanib, xona haroratida kristallandi. Kompleksning tuzilishi va tarkibi IQ spektarskopiya, Termik analiz hamda rentgen fazaviy tahlil usullari yordamida o‘rganildi. IQ spektrda M–N va M–O bog‘lanishlariga tegishli yutilish chiziqlari qayd etildi. Termik va rentgen tahlil natijalari kompleksning barqaror va yangi kristall tuzilishga ega ekanligini tasdiqladi.



1-sxema kompleks sintezi

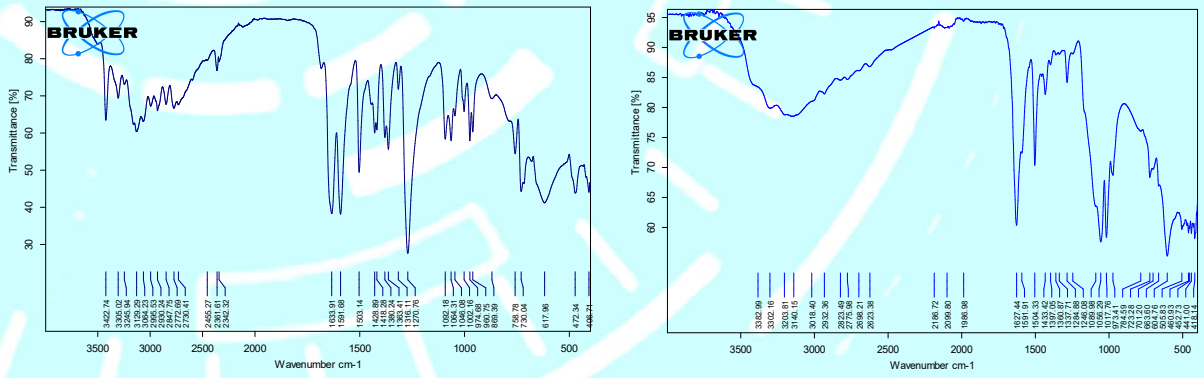
MUHOKAMA VA NATIJALAR. $[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining IQ analizi uning monokristallaridan olingan namuna asosida amalga oshirildi (1-rasm). Kompleks spektrida ligand molekulasiga xos bo‘lgan 3302 cm^{-1}, 2930 cm^{-1}, 1433 cm^{-1}, 1270 cm^{-1} sohalardagi asosiy valent tebranishlarni, 1591 cm^{-1}, 1433 cm^{-1}, 723 cm^{-1} sohalarda esa defarmatsion tebranishlarni ko‘rishimiz mumkin. L^1 ning IQ dagi N-N bog‘iga tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlari 1046 cm^{-1} (υ N-N) sohadan kompleks spektrida 1017 cm^{-1} quyi sohaga (-29 cm^{-1}), C=N bog‘iga tegishli 1633 cm^{-1} (υ_s C=N) yutilish chiziqlari kompleks spektrida 1627 cm^{-1} sohagacha siljiganligini ko‘rishimiz mumkin. NH funksional guruhining 3064 cm^{-1} (υNH) sohadagi yutilish chizig‘ esa kompleks spektrida 3018 cm^{-1} sohaga kuchli siljigan. Bundan vodorod atomi triazol halqasida o‘z o‘rnini o‘zgartirgan bo‘lishi mumkin degan xulosaga kelishimiz mumkin. Bundan tashqari kompleks spektrida ligand spektrida uchramaydigan 418 cm^{-1} sohada M-N ga tegishli yutilish chiziqlari namoyon bo‘ladi. Bu kobalt ionlari getroxalqadagi 1 va 2 azot atomlari bilan koordinatsiyaga uchraganligini bildiradi [7].

Kompleksning IQ dagi yana bir o‘ziga xos jihat 3203 cm^{-1} sohada suvga tegishli bo‘lgan keng yutilish chizig‘ining borligida. Bu yutilish chizig‘ining kengligi va boshqa guruhlar signallarini to‘sib qo‘yganligidan kompleks ichki sferasida kobaltga kordinatsiyalangan bir qancha suv molekulalari bor deyishimiz mumkin. Buni 505 cm^{-1} sohada M-O tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlarining borligi ham isbotlaydi. Kompleksning IQ da etibor berish kerak bo‘lgan yana bir guruh bu SO_4^{2-} ioniga tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlaridir. Agar SO_4^{2-} ioni

ISSN 3030-3907

koordinatsiyalanishda ishtirok etsa uning yutilish chizig‘i intensivligi pasayadi va 1000 cm^{-1} atrofida signal beradi. Kompleks IQ spektrida 1089 cm^{-1} sohada SO_4^{2-} ioniga tegishli keng intensiz yutilish chizig‘i bor. Bundan SO_4^{2-} ioni koordinatsiyalanishda ishtirok etmagan va kompleksning tashqi sferasida joylashgan degan xulosaga kelishimiz mumkin. Komplekslarning IQ spektrlarida 700 cm^{-1} sohadan pastda ko‘plab yutilish chiziqlarining borligi tarkibida ko‘lab koordinatsion bog‘lanishlar bo‘ladigan, ko‘p yadroli komplekslar IQ spektrlariga xosligi adabiyotlarda keltirilgan [8].

Termik analiz usuli (TA) koordinatsion birikmalarning tarkibi, tuzilishi va xossalarini o‘rganishda muhim analiz usuli hisoblanadi. Bu usul moddalarning harorat o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lgan fizik-kimyoviy xossalarini (erish, parchalanish, fazaviy o‘tishlar, degidratatsiya) aniqlashga imkon beradigan analiz usuli hisoblanadi [9].



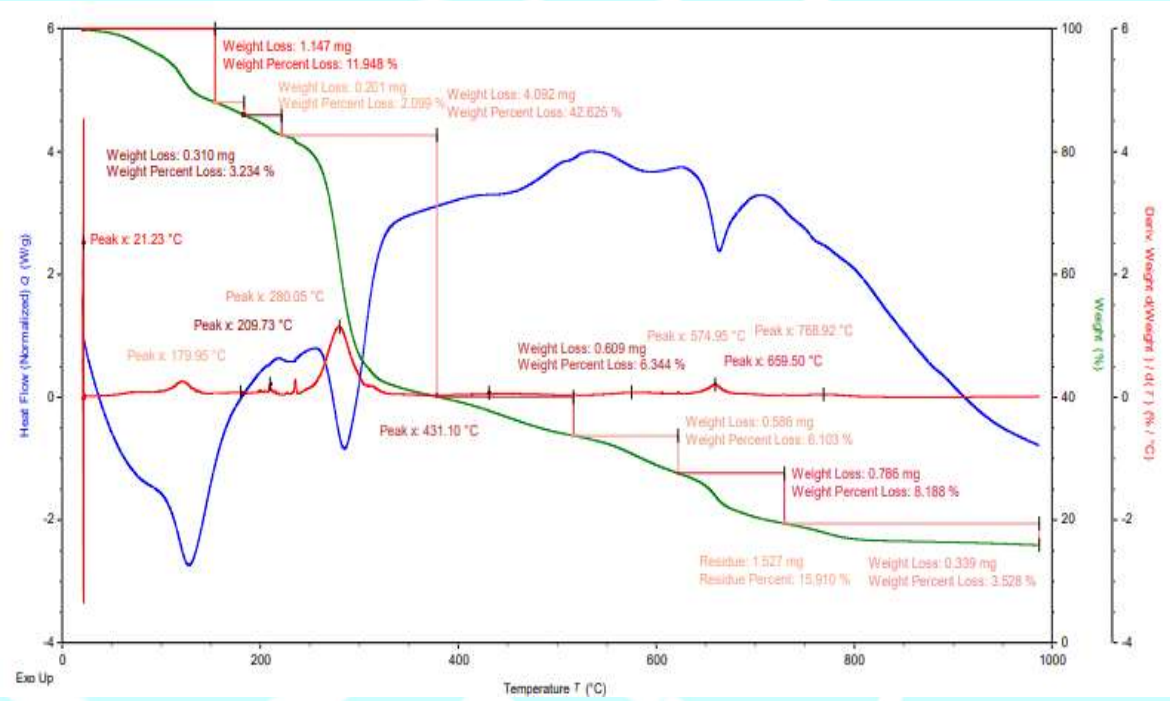
a **b**

1-rasm. a-L ning IQ-spektri, b-kompleksning IQ spektri

$[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining termogravimetrik tahlili 20 dan 1000ºC gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida amalga oshirildi (2-rasm). 179-210ºC oralig‘ida kuzatiladigan endotermik effekt tashqi sferadagi va koordinatsiyalangan 10 molekula suvning degidratatsiyasi ya’ni bosqichma-bosqich chiqishi hisobiga sodir bo‘ladi. Umumiy massa yo‘qolishi 17,281% ni tashkil qildi. 280-575ºC oralig‘ida eng katta 48,969 % massa yo‘qotilishi sodir bo‘ladi. Bu kompleks tarkibidagi olti molekula ligandning parchalanishiga mos keladi. 450–660°C oralig‘idagi ekzotermik effekt bilan boradigan massa yo‘qotish– SO_4^{2-} guruhining termik parchalanishini (SO_2 va O_2 ajralishi) ifodalaydi. Termik parchalanish 768°C da qattiq qoldiq CoO ning hosil bo‘lishi bilan tugallanadi. Termik analiz shuni ko‘rsatadiki, kompleks birikmada metal va ligand 1:2 nisbatta birikkan.

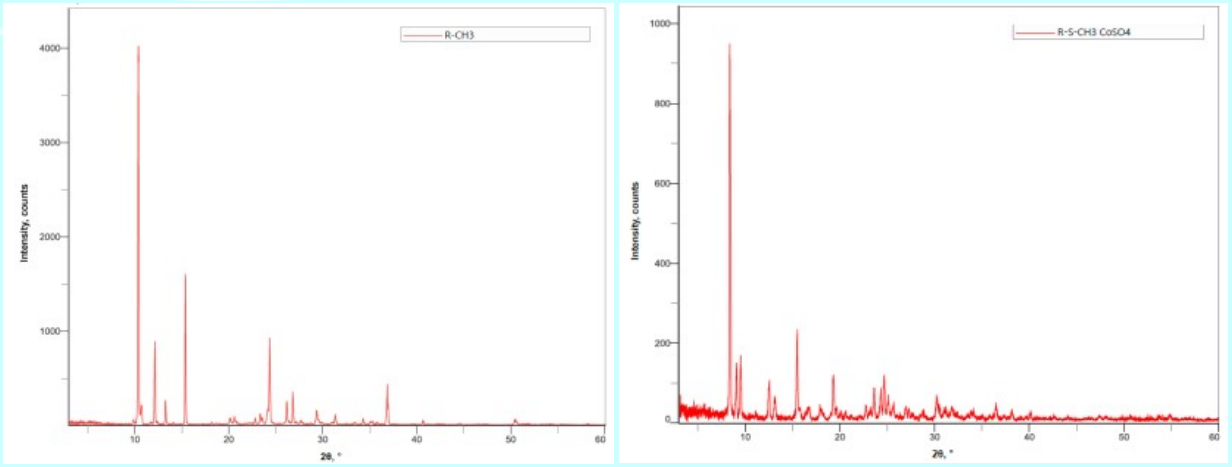
$[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_6 \cdot 4H_2O$ ning RFT analizi rentgen nurlari: Cu-Kα (**λ** = 1.5406 Å), 40 kV, 15 mA**,** taralish diapazoni: 2θ = 2–65°, Scan tezligi: 2.00/min, detektor: SC-70S o‘lchash sharoitlarida olib borildi. RFA natijalarida eng yuqori intensivlikdagi 5 ta pik kuzatilgan (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. $[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining termogrammasi

Rentgenogrammada 8.360°, 9.070°, 15.480°, 24.660° kabi yangi difraksion piklarning paydo bo‘lishi kuzatildi. Bu piklar hosil bo‘lgan kompleksning yangi kristall tuzilishiga ega ekanligini isbotlaydi. 2θ = 8.360° (d = 10.577 Å) pikning paydo bo‘lishi katta panjara parametrini ko‘rsatadi, bu esa kompleksning yirik molekulyar tuzilishga ega ekanligini anglatadi. Shuningdek, bu eng kuchli pik bo‘lib, yangi kristall fazaning mavjudligini tasdiqlaydi. 2θ = 24.660° (d = 3.610 Å) dagi pik metall-ligand bog‘lanishiga xos bo‘lgan atomlararo masofalarga mos kelishi mumkin (1-jadval). Bularning barchasi kobalt (II) sulfatning 3-amino-5-metiltio-1,2,4-triazol bilan yangi kompleks birikma hosil qilganligini tasdiqlaydi.



a) **b)**

3-rasm. a) L ning rentgenogrammasi va b) $[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining rentgenogrammasi

ISSN 3030-3907

1-jadval

$[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ ning rengenogrammasidagi asosiy ko‘rsatgichlari

№	Burchak (2θ, °)	Tekisliklar orasidagi masofa (d, Å)	Pikning maksimal balandligi (cps)	Intenzsivlik I (%)	Zarralarning o‘rtacha o‘lchami (Size, Å)
1	8.360	10.577	915	100	655
2	9.070	9.750	119	14.04	568
3	9.520	9.290	141	16.33	607
4	12.530	7.065	91	12.40	506
5	13.100	6.753	50	8.55	418
6	15.480	5.724	194	22.76	652
7	15.730	5.634	26	6.44	301
8	16.700	5.309	31	10.29	303
9	19.280	4.604	93	13.80	533
10	22.72	3.914	30	4.12	646
11	23.630	3.7652	65	12.73	547
12	24.310	3.6614	63	9.88	539
13	24.660	3.6102	110	13.81	704
14	25.100	3.5479	43	8.90	398
15	25.640	3.4744	30	7.04	354
16	30.23	2.9565	42	12.92	267

XULOSA VA TAKLIFLAR. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida kobalt(II) sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazol ligandi bilan yangi koordinatsion birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilindi. IR spektr tahlili natijalariga ko‘ra, M–N va M–O bog‘lanishlariga xos yutilish chiziqlari aniqlanib, metall ionining triazol halqasidagi azot atomlari bilan koordinatsiya hosil qilgani isbotlandi. Termogravimetrik tahlil kompleksning uch bosqichda parchalanishini va 768°C da CoO qoldig‘ining hosil bo‘lishini ko‘rsatdi. Rentgen fazaviy tahlil natijalari esa yangi kristall fazaning shakllanganini va kompleksning yuqori kristallik darajaga ega ekanligini tasdiqladi.

Olingan natijalar 1,2,4-triazol hosilalarining 3d metall ionlari bilan hosil qilgan komplekslari barqaror, ko‘p yadroli va istiqbolli tuzilmalar ekanini ko‘rsatdi. Olingan natijalar kobalt(II) ionining 1,2,4-triazol hosilalari bilan kompleks hosil qilish mexanizmini chuqurroq tushunishga imkon beradi hamda keyingi tadqiqotlar uchun ilmiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sajjad Hussain Sumrra, Muhammad Anees, Awais Asif, Muhammad Nadeem Zafar, Khalid Mahmood, Muhammad Faizan Nazar, Muhammad Khalid, Muhammad Arif Nadeem and Muhammad Usman Khan Synthesis, structural,

ISSN 3030-3907

spectral and biological evaluation of metals endowed 1,2,4-triazole // Bull. Chem. Soc. Ethiop.- 2020. – P. 335-351.

2. Ali Talib Bader, Nada Ahmed Rasheed Al-qasii, Ahmed Hassen Shntaif, Maryam El Marouani, Mohammed Idaan Hassan AL Majidi, László Trif and Mohammed Boulhaoua Synthesis, Structural Analysis and Thermal Behavior of New 1,2,4-Triazole Derivative and Its Transition Metal Complexes // Indones. J. Chem.- 2022. – P. 223 – 232.

3. E.V. Lidera, E. V. Peresypkinaa, L.G. Lavrenovaa, L.A. Sheludyakovaa, A.I. Smolentseva, V.N. Ikorskiia, T.I. Yaroshenkoc V.N. Elokhinac Coordination Compounds of Cobalt(II), Nickel(II) and Copper(II) with 4(3Hydroxyphenyl)1,2,4-triazole: Synthesis and Study // Russian Journal of Coordination Chemistry.- 2010. – P. 337–346.

4. V.I. Sokol, V.V. Davydov, N.Yu. Merkur'eva, V.S. Sergienko, S.A. Pervushina, Yu.V. Shklyaev Complexes of Cu(II) and Co(II) nitrates with 3-Phenyl-5,5-dimethyl-5,6-dihydro-1,2,4-triazolo[3,4-a]isoquinoline // Russian Journal of Coordination Chemistry.- 2006. – P. 402–415.

5. Gangadhar B. Bagihalli, Prakash Gouda Avaji, Sangamesh A. Patil, Prema S. Badami Synthesis, spectral characterization, in vitro antibacterial, antifungal and cytotoxic activities of Co(II), Ni(II) and Cu(II) complexes with 1,2,4-triazole Schiff bases // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2008. – P. 2639-2649.

7. Mitra Ghassemzadeh, Fatemeh Faghani, Saeed Shirkhan, Farshid Mohsenzadeh, Kioumars Aghapoor, Azar Tahghighi, Bernhard Neumüller Novel cobalt(II) complex of a new 24-membered macrocyclic bis-Schiff base bearing 3-mercapto-1,2,4-triazole: Synthesis, characterization, thermal and biological investigations // Journal of Molecular Structure. – 2024. – P. 235-242.

8. Накамото К. ИК-спектры неорганических и координационных соединений. –М: Мир. 1991. 209-225.

9. Lai-Chin Wu, Tsu-Chien Weng, I-Jui Hsu, Yi-Hung Liu, Gene-Hsiang Lee, Jyh-Fu and Yu Wang Chemical Bond Characterization of a Mixed-Valence Tri-Cobalt Complex, Co3(μ-admtrz)4(μ-OH)2(CN)6·2H2O // Inorg. Chem. – 2013. -№ 52. – P. 11023−11033.

10. Larisa C., Mihaela B., Denisa F., Daria D., Dana M., Rodica O. Thermal study on complexes with Schiff base derived from 1,2,4-triazole as potential antimicrobial agents // J Therm Anal Calorim.- 2013. – № 111. – P. 1725–1730.

ISSN 3030-3907