



UDK:7642;546.56;547.3;54.04;54.07;548.3.

Feruza MATMURODOVA,

Xorazm Ma'mun akademiyasi tayanch doktoranti

E-mail: matmuradovaf@mail.ru

Oybek XUDOYBERGANOV,

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi, PhD

E-mail: oybek_hudoyberganov@mail.ru

Shodlik HASANOV,

Xorazm Ma'mun akademiyasi ilmiy ishlar bo'yicha rais o'rinbosari, k.f.n.

E-mail: shadlik@mail.ru

Yuldash TAXIROV,

Urganch davlat universiteti kimyo kafedrasida dotsenti, k.f.n.

E-mail: yuldash_78@mail.ru

Urganch davlat universiteti dotsenti, k.f.n X.M.Azizjanov taqrizi asosida

SYNTHESIS OF COORDINATION COMPOUND OF Mn(II) ION WITH 2-(DIETHYLAMINO)ETHYL-4-AMINO BENZOATE

Abstract

This work presents information on the synthesis of a complex compound of 2-(diethylamino)ethyl-4-aminobenzoate (Novacain) with Mn²⁺ ion. Factors affecting the synthesis of complex compound under room conditions were studied. In particular, the dependence of the reaction on time, the effect of temperature, and the dependence on concentration were studied in practice. The synthesized complex compound was studied using IR-Fourier spectroscopy, elemental analysis, mass spectrometry, TG-DSK and X-ray structural analysis methods, its chemical structure was determined and relevant parameters were studied using Mercury software.

Key words: Novacain, manganese (II) chloride, ligand, synthesis, complex compound, structure, metal complex, X-ray structural analysis, crystal, elemental analysis, antimicrobial, single crystals, Hirschfeld surface analysis.

СИНТЕЗ КООРДИНАЦИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ ИОНА Mn(II) С 2-(ДИЭТИЛАМИНО)ЭТИЛ-4-АМИНОБЕНЗОАТОМ

Аннотация

В работе представлены сведения о синтезе комплексного соединения 2-(диэтиламино)этил-4-аминобензоата (новакаина) с ионом Mn²⁺. Изучены факторы, влияющие на синтез комплексного соединения в комнатных условиях. В частности, на практике изучались зависимость реакции от времени, влияние температуры, зависимость от концентрации. Синтезированное комплексное соединение изучено методами ИК-Фурье-спектроскопии, элементного анализа, масс-спектрометрии, ТГ-ДСК и рентгеноструктурного анализа, определена его химическая структура и изучены соответствующие параметры с помощью программы «Меркурий».

Ключевые слова: новокан, хлорид марганца (II), лиганд, синтез, комплексное соединение, структура, металлокомплекс, рентгеноструктурный анализ, кристалл, элементный анализ, антимикробный препарат, монокристаллы, анализ поверхности по Гиршфельду.

Mn(II) IONINING 2-(DIETILAMINO)ETIL-4-AMINO BENZOAT BILAN KOORDINATSION BIRIKMASI SINTEZI

Annotatsiya

Ushbu ishda 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat (Novakain)ning Mn²⁺ ionlari bilan kompleks birikmasi sintezi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. Xona sharoitida kompleks birikmaning sinteziga ta'sir qiluvchi omillar o'rganildi. Jumladan, reaksiyaning vaqtga bog'liqligi, harorati ta'siri, konsentratsiyaga bog'liqligi amalda tadqiq qilindi. Sintez qilingan kompleks birikma IQ-Fur'ye-spektroskopiya, element analiz, mass-spektrometriya, TG-DSK va rentgen strukturaviy tahlil usullari yordamida o'rganilib, uning kimyoviy tuzilishi aniqlandi va tegishli parametrlari Mercuriy dasturi yordamida o'rganildi.

Kalit so'zlar: Novakain, marganest(II) xlorid, ligand, sintez, kompleks birikma, struktura, metall kompleks, rentgen strukturaviy analiz, kristall, element analiz, antimikrob, monokristallar, hirshfeld sirt yuzaviy tahlil.

Kirish. Koordinatsion birikmalarni o'rganish - ularning asosiy kimyoviy xossalarni tushuntirish, kompleks hosil qilish, ligandlar o'rtasidagi kimyoviy bog'larni tabiatini aniqlash, zamonaviy fizikaviy tadqiqotlardan foydalanib koordinatsion birikmalar ishtirokida boradigan jarayonlarning mexanizmlarini va koordinatsiyaga uchragan ligandlarning reaksiya qobiliyatini o'zgarishini aniqlash imkonini beradi. Olingan ma'lumotlar esa oldindan belgilangan ma'lum bir xususiyatli, tarkib va tuzilishli hamda boshqa muhim xossali yangi kimyoviy moddalarni maqsadli yo'naltirilgan holda topish va ularni sintez qilish uchun muhimdir. Ayniqsa bu tibbiyotda qo'llanilayotgan biologik faol xususiyatga ega moddalar uchun zarurdir. Inson organizmida faoliyat ko'rsatadigan fermentlar ham kimyoviy tabiati bo'yicha kompleks birikmalardir. Metallar bilan zaharlanganda, ularni kompleks birikmalar holatiga o'tkazib organizmdan chiqarib yuborish yo'li bilan davolanadi [1,2].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Karbon kislotalarining biometallar bilan kompleks birikmalari sintezi, ularning fazoviy tuzilishi, «biofaollik-tuzilish» bog'liqligini aniqlashga yo'naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy

ta'lim muassasalari, jumladan, Dehli farmatsevtika fanlari va tadqiqotlari instituti (Hindiston), Aaxen universitetining Noorganik kimyo instituti (Germaniya), Umumiy va noorganik kimyo instituti, Moskva davlat universiteti (Rossiya), Tokio universiteti (Yaponiya), London Qirollik instituti (Angliya), Muhandislik-texnika instituti (Xitoy), Yagellon universiteti (Polsha), Umumiy va noorganik kimyo institutida (O'zbekiston) olib borilmoqda.

Karbon kislotalarning biometallar bilan komplekslari tuzilishi va ularning biologik faolliklariga oid jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida qator, jumladan, quyidagi ilmiy natijalar olingan: metallarning xelatli komplekslari sintezi amalga oshirilgan, ularning fazoviy tuzilishi va zaryad zichligi aniqlangan (Aaxen universitetining noorganik kimyo instituti, Germaniya); karboksilatlar ishtirokidagi aralash ligandli koordinatsion birikmalar sintez qilingan (Umumiy va noorganik kimyo instituti, Moskva davlat universiteti, Rossiya); biometallar asosida komplekslar sintez qilingan, molekulyar va kristallik tuzilishlari, shuningdek, biofaolliq aniqlangan (London Qirollik instituti, Buyuk Britaniya); karbon kislotalarning polimer tipidagi koordinatsion birikmalari olingan (Muhandislik-texnika instituti, Xitoy); metallarning 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat bilan komplekslari olingan va ularning o'zaro koordinatsiyalanish turlari aniqlangan (Yagellon universiteti, Polsha); mikroelementlar, mochevina, 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat asosida o'simliklar o'sishini stimullovchi preparatlar olingan (Umumiy va noorganik kimyo instituti, O'zbekiston).

Dunyoda 3d metallar va 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoatning kompleks birikmalarini eritmalarida sintez qilish va fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida o'rganishga Imanakunov B.I., Sulaymonqulov K.S., Tsivadze G.V., Tsintsadze G.V., Xaritonov Yu.A., B.Kol, M.Xolt, Xamilton V.S., Kozlova I.A., Savinkin Ye.V., Kuzmin N.E., Palkin K.K., Penland R.B., Rau T.F., Dursun A.K. va boshqalarning ilmiy izlanishlari bag'ishlangan[3,4].

Bizning davlatimizning yetakchi olimlari Parpiev N.A., Xodjaev O.F., Xakimov X.X., Ibragimov B.T., Sharipov X.T., Azizov T.A., Azizov M.A., Kadirova Sh.K., Kadirova Z.Ch., Daminova Sh.Sh., Ibragimov A.B., Ashurov J.M. va ularning o'quvchilari tomonidan tibbiyotda va xalq ho'jaligining boshqa sohalarida ishlatilayotgan qator biologik faol koordinatsion birikmalar sintez qilingan. Metallarni turli tuzlarini organik ligandlar bilan kompleks birikmalarini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan, koordinatsion birikmalarining eritmalar va qattiq fazalarda hosil bo'lish jarayonlari o'rganilgan. Sintez qilingan birikmalarining fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilingan. Metall tuzlarining amino guruhi va karboksil guruhi tutgan moddalar bilan komplekslarini o'rganish bo'yicha ko'pgina tajriba materiallari bo'lishiga qaramasdan, ushbu 3d-metall tuzlaridan Mn^{2+} ning 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat (Novakain) bilan aralash ligandli metallokomplekslari sintezi eritmada o'rganilmagan. Bundan tashqari, ushbu sinf birikmalarining koordinatsion tuguni tuzilishi haqida ma'lumotlar ham kam o'rganilgan. Jahon amaliyotida 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat asosidagi kompleks birikmalar funktsidlar, mikroblarga tozalash vositalari va o'simliklarning o'sish stimulyatorlari sifatida keng qo'llaniladi. Bu molekula tarkibida uchta koordinatsion markazning mavjudligi raqobatli koordinatsiya qonunlarini o'rganish uchun katta imkoniyatlar ochadi. Bundan tashqari, ushbu koordinatsion birikmalar guruhi ko'plab metall atomlarini ushlab turishi tufayli alohida klasterlar hosil qilish xususiyatiga ega, ular tirik organizmlarda turli xil moddalarni tashuvchisi sifatida ham ishlatilishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi. Marganets (II) xlorid (0,13 g, 0,001 mol) va novakain (0,472 g, 0,002 mol) 20 ml sirka kislotasida eritildi va cho'kma 30 daqiqa davomida to'liq erib ketguncha aralashtirib qizdirildi. Eritma filtrlanib, rotorli bug'latgichda quruq qoldiq qolguncha bug'latildi, quruq qoldiq 15 ml DMFA da eritildi va mahsulotni tozalash uchun eritma yana bug'latildi. Natijada kompleks birikmaning qizg'ish sariq rangli kristallari 18 kun o'tib hosil bo'ldi. Olingan kompleks birikmaning monokristallari o'stirilib, qaytadan yuvib tozalab olindi va keyingi tekshirish ishlari uchun saqlab qo'yildi. Bu monokristallga tegishli parametrlar merkuriy dasturi yordamida yechildi[5,6,7].

Sintez qilingan birikmalarining elementlar tahlili va mikrostrukturasi Aztec Energy Advanced X-Act (Oxford) instruments markali elektron skanerlovchi mikroskopi SEM-EVO-MA 10 (Zeiss) energodispersion rentgen spektrometr yordamida aniqlandi. Moddalar tarkibidagi elementlar miqdorini skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida aniqlash materiallarni tahlil qilish uchun yuqori axborot mazmuni va olingan tadqiqot natijalarining ishonchliliq tufayli aniq ilmiy-texnologik muammolarni hal qilishda keng qo'llaniladi [8,9,10].

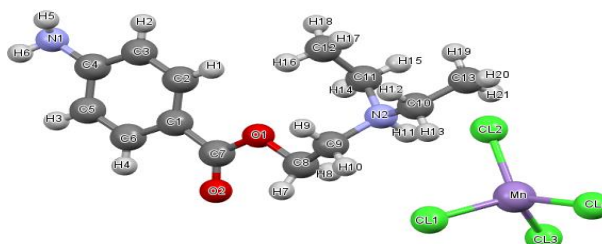
Taxlil va natijalar. Hosil bo'lgan kompleks birikmadagi uglerod, kislorod va metallarning miqdorlarini SEM-EDA usulida ham aniqlandi. Olingan marganetsli kompleks birikmaning element analizi natijasi quyidagicha bo'ldi.

1-jadval

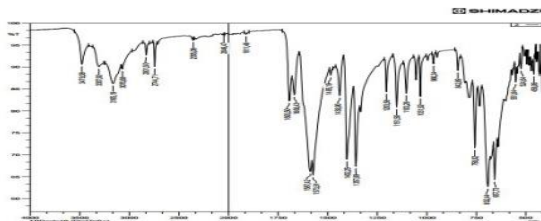
Marganets(II) ionining 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat bilan hosil qilgan kompleks birikmasining element analizi natijalari

Kompleks birikmaning yig'indi formulasi	Mn, %		C, %		H, %		O, %	
	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topilgan	Hisoblangan	Topilgan	Hisoblangan
$[2(C_{13}H_{21}N_2O_2), Cl_4 Mn]$	18,52	18,64	49,72	51,26	2,08	2,13	26,8	27,9

SEM-EDA natijasida olingan ma'lumotlar asosida shunday xulosaga kelish mumkinki, ligandlar bilan metall ionlarining koordinatsiyalanishi ligand mikrostrukturasi o'zgarishiga olib keladi, xususan, uni ko'plab metall cho'qqilar qayd qiladi, bu yesa EDA tomonidan tasdiqlanadi. Shunday qilib, monoyadrolik $[2(C_{13}H_{21}N_2O_2), Cl_4 Mn]$ kompleks birikmada Mn(II) ionlari inversiya markazida joylashgan. Buni quyidagi rasm orqali ham ko'rib olish mumkin.



1-rasm. Olingan $2(C_{13}H_{21}N_2O_2), Cl_4 Mn$ li kompleks birikmaning tasviri.



2-rasm. Olingan $2(C_{13}H_{21}N_2O_2)$, Cl_4Mn li kompleks birikmaning IQ-tasviri.

Rentgen strukturaviy tahlil usuli bilan olingan CIF faylidan foydalib, Mercury va PLATON dasturlari yordamida sintezlangan kompleks birikmaning strukturasi tahlil qilindi. Bunda Mn atomlari O_2 orqali -(dietilamino)etil-4-aminobenzoat molekulasiga bog'langanligini aniqlandi. Mn(1)-O(1), O(2), Cl (3), Cl (4) xlor atomlari orqali va Mn-N(2) atomlari orqali o'zaro donor – akseptor bog' hosil qilib bog'langanligini ko'rish mumkin. Molekulalarning simmetriya bilan bog'lanmagan qismlarining atomlarigina raqamlangan. Atomlarning issiqlikdan tebranish ellipsoidlari vodorod bo'lmagan atomlar uchun 30% li ehtimollik darajasida ko'rsatilgan [11,12,13].

Marganets ionining musbat zaryadini kompensatsiya qilish uchun karboksilat ko'rinishidagi molekula 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoat monodentat holda imino guruhining azot atomi orqali markaziy metall atomiga bog'langan. Karboksilat guruhi benzol xalqasi bilan koplanar emas – mos diedral burchak $26,48^\circ$ ni tashkil etadi. Karboksil-guruh aromatik yadroga nisbatan $12,61^\circ$ burchak ostida joylashgan. Marganets ionining koordinatsion poliedri Yan-Teller effekti ta'sirida sezilarli darajada buzilgan oktaedrdan iborat. Valent bog'larining uzunligi va burchaklarini MERCURY kompleksiga uyg'unlashtirilgan MOGUL dasturi yordamida tahlil qilindi, ularning orasida nostandart qiymatga ega bo'lgan bog' va burchaklar yo'qligi ma'lum bo'ldi. Ushbu $[2(C_{13}H_{21}N_2O_2), Cl_4Mn]$ kompleks birikmaga xos bo'lgan parametrlarni quyidagi jadval ma'lumotlari asosida ham bilib olish mumkin.

Mnli-kompleks birikmaning kristallografik ma'lumotlari va strukturasi aniqlik kirituvchi parametrlar.

1-Jadval

	Mn li-kompleks birikma		
Formula	$2(C_{13}H_{21}N_2O_2)$, Cl_4Mn	Kristall o'lchami, [mm]	$0.35 \times 0.25 \times 0.22$
Molekulyar massa	671.38	T, °K	293
Singoniya	monoklinik	θ , °grad.	2,12; 27,00
Fazoviy guruh	P2/a	Interval h,k,l	999:-99 ; 999:-99 ; 999:-99
a, Å	14.6565(5)	Refleks	5072
b, Å	14.9019(7)	Sindirish ko'rsatkichi	1563
c, Å	15.6896(6)	R_{int}	0.0753
α, β, γ , deg	90; 103.8(4); 90	$F^2 \geq 2\sigma(F^2)$ Kriteriy	$R_1=0.056$
V, Å ³	3327.9(2)	Parametr	3682
Z	4	Muvofiqlik mezonlari (F^2)	1404
D_x , g/cm ³	1.340	$R_1, wR_2(I > 2\sigma(I))$	$R_1=0.0652$, $wR_2=0.1542$
$\mu(CuK\alpha)$, mm ⁻¹	0.753		

2-jadval

Kompleks birikmaning bog' uzunliklari

Bog'	d, Å	Bog'	d, Å
Mn-Cl(1)	2.3292(1)	C(1)-C(2)	1.4674(1)
Mn-Cl(2)	2.3653(1)	C(1)-C(6)	1.3853(1)
Mn-Cl(3)	2.3292(1)	C(1)-C(7)	1.3837(1)
Mn-Cl(4)	2.3653(1)	N(2)-H(11)	0.9800
O(1)-C(7)	1.3549(1)	N(2)-C(9)	0.8600
O(1)-C(8)	1.4442(1)	N(2)-C(10)	0.8600
O(2)-C(7)	1.2039(1)	N(2)-C(11)	1.3607(1)
N(1)-C(4)	1.5027(1)	C(2)-C(3)	1.3825(1)
N(1)-H(5)	1.4891(1)	C(3)-C(4)	1.3933(1)
N(1)-H(6)	1.5128(1)	C(4)-C(5)	1.3929(1)
N(2)-C(9)	1.3745(1)	C(5)-C(6)	1.5006(1)
C(8)-C(9)	1.4370(1)	C(12)-H(16)	0.9300
C(8)-H(7)	1.5250(1)	C(12)-H(17)	0.9700
C(8)-H(8)	0.9300	C(12)-H(18)	0.9700
C(9)-H(9)	0.9300	C(10)-H(13)	0.9700
C(9)-H(10)	0.9300	C(13)-H(19)	0.9700
C(11)-H(15)	0.9700	C(13)-H(20)	0.9700
C(11)-H(14)	0.9700	C(13)-H(21)	0.9600

3-jadval

Kompleks birikmaning bog'lanish burchaklari

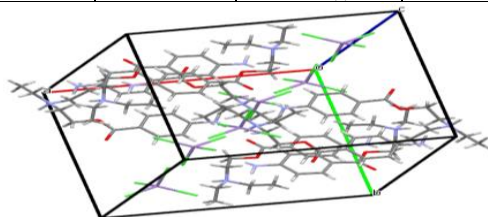
Burchak	ω , grad	Burchak	ω , grad
Cl(3)-Mn-Cl(2)	107.69(1)	N(1)-C(4)-C(5)	
Cl(2)-Mn-Cl(4)	121.28(1)	C(3)-C(4)-C(5)	
Cl(3)-Mn-Cl(4)	103.15(1)	O(4)-C(5)-C(6)	
1	2	3	
1	2	3	
Cl(1)-Mn-Cl(4)	107.69(1)	C(5)-C(6)-C(1)	
Cl(1)-Mn-Cl(2)	103.15(1)	C(1)-C(7)-O(2)	
Cl(1)-Mn-Cl(3)	114.38(1)	O(1)-C(7)-O(2)	

C(7)-O(1)-C(8)	114.85(1)	H(7)-C(8)-H(8)	
H(5)-N(1)-H(6)	114.65(1)	H(9)-C(9)-H(10)	
C(10)-N(2)-C(11)	108.78(1)	H(12)-C(10)-H(13)	
C(9)-N(2)-C(10)	113.85(1)	H(14)-C(11)-H(15)	
C(2)-C(1)-C(6)	122.97(1)	H(16)-C(12)-H(17)	
C(11)-N(2)-H(11)	106.00	C(17)-C(12)-H(18)	
C(10)-N(2)-H(11)	106.00	H(19)-C(13)-H(20)	
C(9)-N(2)-H(11)	106.00	H(20)-C(13)-H(21)	
C(1)-C(2)-C(3)	118.49(1)	C(1)-C(7)-O(1)	
C(2)-C(3)-C(4)	118.54(1)	C(1)-C(7)-O(2)	
O(1)-C(8)-C(9)	121.54(1)	C(10)-N(2)-C(11)	108.00
C(8)-C(9)-N(2)	109.00	N(2)-C(11)-C(12)	120.30(1)
C(9)-N(2)-C(10)	109.00	N(2)-C(10)-C(13)	120.68(1)

4-jadval

Kristall tuzilishidagi vodorod bog'lar ($^{\circ}$)

Bog'lanish D-H...A	Masofa, Å			Burchak D-H...A, grad.	Atom koordinatalari, Å
	D-H	N...A	D...A		
[2(C ₁₃ H ₂₁ N ₂ O ₂)Cl ₄ Mn]					
N(2)-H(11)...Cl(1)	0.9800	2.8000	3.4975(2)	129.00	1/2-x,y,1-z
N(2)-H(11)...Cl(2)	0.9800	2.5700	3.4143(2)	144.00	-1/2+x,-y,z
N(2)-H(11)...O(2)	0.8600	2.2100	3.0687(1)	177.00	1/2+x,-y,z
C(10)-H(12)...O(2)	0.9700	2.4400	3.2982(2)	147.00	1-x,1/2+y,1/2-z
C(11)-H(14)...O(1)	0.9700	2.4900	3.0570(1)	117.00	1/2-x,1/2-y,1/2-z

3-rasm. 2(C₁₃H₂₁N₂O₂), Cl₄ Mn li kompleks birikmaning kristall yacheychda joylashuvi

Xulosa. Sintezlangan marganetsli kompleks birikma monokristallari o'stirilib, unga tegishli parametrlar Mercuriy dasturi yordamida yechildi. Unga ko'ra marganetsning koordinatsion soni 6 ga tengligi, monokristall shakli monoklinik va fazoviy guruhi P2/a ekanligi ko'rsatib berildi [14,15,16]. Shuningdek bu ishda birinchilardan bo'lib, novakainning marganetsli koordinatsion birikmasi eritma muhitida sintez qilib olindi.

ADABIYOTLAR

1. Худойберганов О. И., Ибрагимов Б.Т., Хасанов Ш.Б., Атаниязов О.Н. Синтез и исследование координационного соединения хлорида кадмия (II) с моноэтаноломином и пара-гидроксibenзойной кислотой. Universum: Химия и биология. Российская Федерация. №6(84). 2021 г. 88-92 с.
2. Khudoyberganov O.I., Ruzmetov A., Ibragimov A.B., Ashurov J.M., Khasanov Sh.B., Eshchanov E.U. and Ibragimov B.T. Synthesis, crystal structure, Hirshfeld surface analysis and plant growth activity of the binuclear Cu(II) complex with 4-nitrobenzoic acid and triethanolamine. Chemical Data Collection 37 (2022) 100802. (journal homepage: www.elsevier.com/locate/cdc.) 7-p.
3. Xudoyberganov O.I., Ibragimov B.T., Ashurov J.M., Ibragimov A.B., Hasanov Sh.B. Nikel(II)asetatining monoetanolin va p-nitrobenzoic kislota bilan koordinatsion birikmasi sintezi va taxlili. O'zbekiston Milliy universiteti xabarlari. Toshkent. 2020. [3/2] ISSN. 2181-7324. 209-213 betlar.
4. Цымбаренко Д.М., Мартынова И.А., Малкерова И.П., Алиханян А.С., Кузьмина Н.П. Разнолигандные комплексы ацетатов, пропионатов и пивалатов РЗЭ с моноэтаноломином: новый подход к синтезу, состав, строение и использование для получения оксидных материалов// Координационная химия.- 2016.- том 42.- № 10.- С. 624-639.
5. Ashurov J.M., Ibragimov A.B., Ibragimov B.T. Mixed-ligand complexes of Zn(II), Cd(II) and Cu(II) with triethanolamine and p-nitrobenzoic acid: Syntheses and crystal structures // Polyhedron.- 2015 -V.102, -P.441-446.
6. Fadeeva V. P., Tikhova V. D., and Nikulicheva O. N. Elemental Analysis of Organic Compounds with the Use of Automated CHNS Analyzers // Journal of Analytical Chemistry, 2008, -V.63(11), -P.1094-1106.
7. Masoud M.S., El-Enein S.A.A., Abed I.M., Al-Alaa E. Synthesis and characterization of amino alcohol complexes // J. Coord. Chem. 2002. -V.55. -P.153-178.
8. Brault W., James R. New Approach to high-precision Fourier transform spectrometer design // Applied Optics. 1996, -V.35 (16): -P.2891-2896.
9. Parlouër P.L. Simultaneous TG-DSC: a new technique for thermal analysis // Thermochimica acta, 1987, -V.121, -P.307-322.
10. Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ: учебное пособие// Томск: СКК-Пресс, 2006, стр.274.
11. CrysAlisPro. Ver. 1.171.33.40, UK: Oxford Diffraction, 2007.
12. Sheldrick G.M.// ActaCrystallogr. -1990. - A46. P.467-473.
13. Sheldrick G.M. // SHELXS97, SHELXL97, Programs for Crystal Structures Solution and Refinement, University of Göttingen, Göttingen, Germany. 1997.
14. Macrae C.F, Bruno I.J, Chisholm J.A. et. al. Mercury CSD 2.0 – new features for the visualization and investigation of crystal structures // J. Appl. Cryst. - 2008. –V.41. -P.466-470.
15. Ibragimov A., Ashurov J., Dusmatov A. and Ibragimov A. Crystal structure and Hirshfeld surface analysis of the orthorhombic polymorph of a Zn (II) complex with 3,5-dinitrobenzoic acid and ethylenediamine. Acta Cryst. (2020). E76, 1113-1116.
16. Olex² Crystallography Software. <http://www.olexsys.org/Software>.