QO‘QON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI ILMIY XABARLARI
(2026-yil 9-son)

TABIIY FANLAR

NATURAL SCIENCES

https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i09.138

UDK: 548.546.738

2,5-DIBROMOBENZEN-1,4-DIKARBOKSILAT ASOSIDAGI UCH O‘LCHAMLI MARGANES(II) KOORDINATSION POLIMERINING KRISTALL TUZILISHI, RAMAN SPEKTROSKOPIYASI VA RENTGEN-FLUORESSENT TAVSIFI

Tursunov Baxtiyor Chori o‘g‘li*[1]*., Obidjanova Vazira Rustamxon qizi*[1]*.,
Muxammadaliyev Xusan G‘ayratali o‘g‘li[1]*., Yakubov Yo‘ldosh Yusupboyevich*[1]
[1]*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, 100170, Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 77a-uy, O‘zbekiston.*
e-mail: tursunovbakhtiyor744@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada 2,5-dibromobenzen-1,4-dikarboksilat va N,N-dimetilformamid (DMF) asosidagi yangi uch o‘lchamli marganes(II) koordinatsion polimeri – poly[bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato)(tris(N,N-dimethylformamide))dimanganese(II)] birikmasining monokristall rentgen difraksiyasi (SCXRD), Raman spektroskopiyasi hamda rentgen-fluoressent (XRF) tahlil natijalari keltirilgan. Kristallografik tadqiqotlar birikmaning tetragonal singoniyada, $I4_1/a$ fazoviy guruhida kristallanishini ko‘rsatdi ($a = b = 38.9316(4)$ Å, $c = 8.9272(2)$ Å, $V = 13530.7(4)$ Å³, $Z = 48$, $R = 0.0437$, $wR_2 = 0.1067$, $S = 1.03$). Uch o‘lchamli karkas Mn markazlarining dikarboksilat ligandlari kislorod atomlari orqali ko‘prikli bog‘lanishi hisobiga shakllanadi, koordinatsiyalangan terminal DMF molekulalari esa metallning lokal koordinatsion sferasini to‘ldiradi. Raman spektroskopik tahlili karkasning qattiq kristall tabiatini, ligandga xos tebranishlarni va past chastotali Mn–O panjara modalarini (356.18 sm^{-1}) tasdiqladi. Rentgen-fluoressent (XRF) spektri orqali material tarkibida Mn va Br elementlarining mavjudligi sifat jihatdan isbotlandi. Olingan natijalar materialning struktura va element tarkibi o‘zaro to‘liq mos kelishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: marganes(II); 2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato; N,N-dimetilformamid; uch o‘lchamli koordinatsion polimer; monokristall rentgen tahlili; Raman spektroskopiyasi; rentgen-fluorestsent tahlil.

Abstract. This paper presents the results of single-crystal X-ray diffraction (SCXRD), Raman spectroscopy, and X-ray fluorescence (XRF) characterization of a novel three-dimensional manganese(II) coordination polymer based on 2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylate and N,N-dimethylformamide (DMF) — poly[bis(2,5-dibromobenzene-1,4-

dicarboxylato)(tris(N,N dimethylformamide)) dimanganese(II)]. Crystallographic investigations revealed that the compound crystallizes in the tetragonal crystal system, space group $I4_1/a$ ($a = b = 38.9316(4)$ Å, $c = 8.9272(2)$ Å, $V = 13530.7(4)$ Å³, $Z = 48$, $R = 0.0437$, $wR_2 = 0.1067$, $S = 1.03$). The three-dimensional framework is constructed through the bridging of Mn centers via oxygen atoms of dicarboxylate ligands, while coordinated terminal DMF molecules complete the local coordination sphere of the metal. Raman spectroscopic analysis confirmed the rigid crystalline nature of the framework, ligand-specific vibrational modes, and low-frequency Mn–O lattice modes (356.18 cm^{-1}). The presence of Mn and Br elements in the material was qualitatively verified by the XRF spectrum. The obtained results demonstrate full agreement between the structural and elemental composition of the material.

Keywords: manganese(II); 2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylate; N,N-dimethylformamide; three-dimensional coordination polymer; single-crystal X-ray diffraction; Raman spectroscopy; X-ray fluorescence analysis.

Аннотация. В данной работе представлены результаты рентгеноструктурного анализа монокристалла (SCXRD), спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) и рентгенофлуоресцентного анализа (РФА/XRF) нового трехмерного координационного полимера марганца(II) на основе 2,5-дибромбензол-1,4-дикарбоксилата и N,N-диметилформамида (ДМФА) — поли[бис(2,5-дибромбензол-1,4-дикарбоксилато)(трис(N,N-диметилформамид))димарганца(II)].
Кристаллографические исследования показали, что соединение кристаллизуется в тетрагональной сингонии, пространственной группе $I4_1/a$ ($a = b = 38.9316(4)$ Å, $c = 8.9272(2)$ Å, $V = 13530.7(4)$ Å³, $Z = 48$, $R = 0.0437$, $wR_2 = 0.1067$, $S = 1.03$). Трехмерный каркас формируется за счет мостикового связывания центров Mn через атомы кислорода дикарбоксилатных лигандов, в то время как координированные концевые молекулы ДМФА дополняют локальную координационную сферу металла. Спектроскопия КР подтвердила жесткую кристаллическую природу каркаса, характеристические колебания лиганда и низкочастотные решеточные моды Mn–O (356.18 см^{-1}). Качественное присутствие элементов Mn и Br в составе материала подтверждено спектром РФА. Полученные результаты свидетельствуют о полном взаимном согласии структурных и элементных данных материала.

Ключевые слова: марганец(II); 2,5-дибромбензол-1,4-дикарбоксилат; N,N-диметилформамид; трехмерный координационный полимер; монокристальный рентгеноструктурный анализ; спектроскопия комбинационного рассеяния света; рентгенофлуоресцентный анализ.

Kirish. Koordinatsion polimerlar va metall-organik kristall materiallar metall ionlari bilan ko‘p markazli organik ligandlarning yo‘naltirilgan birikishi orqali hosil bo‘ladi. Bunday tizimlarning o‘lchamliligi metall markazining koordinatsion moyilligi, bog‘lovchi ligandning ulanish imkoniyati, erituvchining koordinatsiyalanishi va supramolekulyar qadoqlanish bilan chambarchas bog‘liq. So‘nggi tadqiqotlar erituvchi tarkibi, ikkilamchi

metall koordinatsiyasi va ligand geometriyasidagi o‘zgarishlar o‘zaro yaqin tizimlarni fizik-kimyoviy xossalari sezilarli darajada farqlanuvchi bir, ikki yoki uch o‘lchamli arxitekturalarga aylantirishi mumkinligini ko‘rsatmoqda [1]. Xususan, Ni-EDTA koordinatsion polimerlarida erituvchi bilan boshqariladigan koordinatsiya karkas qadoqlanishi va g‘ovaklar bog‘lanishini nazorat qilishi aniqlangan bo‘lib, bu kengaygan tuzilmalarning lokal koordinatsion muhitga yuqori sezgirligini ko‘rsatadi [2,3].

Aromatik karboksilat ligandlar koordinatsion polimerlar qurilishida eng samarali bog‘lovchilardan biri bo‘lib qolmoqda, chunki ularning karboksilat guruhlari monodentat, xelatlovchi va ko‘priklovchi koordinatsiya rejimlarini qabul qila oladi. Moslashuvchan koordinatsion geometriyaga ega metall ionlari bilan birikganda bunday ligandlar bir necha kristallografik yo‘nalishda koordinatsiyani davom ettirib, ko‘p o‘lchamli karkaslar hosil qilishi mumkin. Karboksilat ko‘priklari va koordinatsiyalangan erituvchilarning zanjir, qatlam va uch o‘lchamli tarmoqlar hosil bo‘lishini boshqarishdagi roli so‘nggi Cu(II), Cd(II), La(III), Zn(II) va Mg(II) koordinatsion birikmalarida alohida ta’kidlangan [4,5].

Marganes(II) yuqori spinli d5 elektron konfiguratsiyasiga ega bo‘lgani sababli kislorod donorli koordinatsion kimyo uchun ayniqsa qulay markaz hisoblanadi; u moslashuvchan koordinatsion geometriyalarni qabul qilib, karboksilat kislorod donor atomlari bilan oson ta’sirlashadi. Ushbu birikmada asosiy bog‘lovchi 2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylate bo‘lib, uning ikki karboksilat guruhi asosiy koordinatsion bog‘lanishni ta’minlaydi, brom substituentlari esa aromatik yadroning sterik va qutblanuvchan muhitini o‘zgartiradi. Tuzilmada koordinatsiyalangan N,N-dimetilformamid (DMF) molekulalari ham mavjud. DMFning karkas yig‘ilishidagi koordinatsion komponent sifatidagi ahamiyati zamonaviy koordinatsion polimerlarda yaxshi ma’lum: u terminal koordinatsion pozitsiyalarni egallashi, kristall o‘sishi va qadoqlanishiga, shuningdek metall markazining koordinatsion to‘yinganligiga ta’sir qilishi mumkin [6,7].

Zamonaviy strukturaviy tadqiqotlarda monokristall rentgen difraksiyasi ko‘pincha qo‘shimcha spektroskopik, element va supramolekulyar tahlillar bilan birlashtiriladi. Raman spektroskopiyasi ligand tebranishlari, karboksilat guruhlariga tegishli modalar va past chastotali metal-ligand/panjara tebranishlari haqida ma’lumot beradi, XRF yoki SEM-EDS tahlillari esa element tarkibini mustaqil ravishda tasdiqlaydi. Shunga o‘xshash ko‘p usulli yondashuvlar yaqinda Cu, Cd, Co, Zn va Ni saqlovchi koordinatsion polimerlar va klasterlar uchun qo‘llangan [8,9]. Hirshfeld sirtlari va energiya karkasi usullari molekulyar hamda koordinatsion kristallarda molekulalararo kontaktlar va qadoqlanish hissasini miqdoriy baholashda tobora keng qo‘llanmoqda [10,11], biroq bunday hisoblashlar mazkur ma’lumotlar to‘plami doirasiga kirmaydi.

Ushbu ishda uch o‘lchamli koordinatsion polimer poly [bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese (II)] ning kristallografik, Raman-spektroskopik va rentgen-fluorestsent (XRF) tavsifi keltiriladi. Asosiy e’tibor tetragonal kristall simmetriyaga, Mn(II)/dikarboksilat karkasining uch o‘lchamli bog‘lanishiga, koordinatsion muhitning vibratsion belgilariga hamda hajmiy kristall namunada Mn va Br tarkibining sifat jihatdan tasdiqlanishiga qaratildi.

Tadqiqot metodologiyasi. Monokristall rentgen difraksiyasi. Monokristall difraksion ma’lumotlar 293 K da Cu Kα nurlanishida (λ = 1.54184 Å) yig‘ildi. Kristall tetragonal sistemada indekslandi va I41/a (№ 88) fazoviy guruhida takomillashtirildi. Jami 46 361 ta refleks o‘lchandi, ulardan 7 018 tasi mustaqil (Rint = 0.061), 5 975 tasi esa kuzatilgan refleks sifatida qayd etildi. Takomillashtirishda 7 018 ta refleks va 431 ta parametr ishlatildi; yakuniy ko‘rsatkichlar R = 0.0437, wR_2 = 0.1067 va S = 1.03 ga teng bo‘ldi. Qoldiq elektron zichligining maksimal va minimal qiymatlari mos ravishda +0.75 va -1.00 e $Å^3$ ni tashkil etdi. Asosiy kristallografik parametrlar (1-jadvalda keltirilgan).

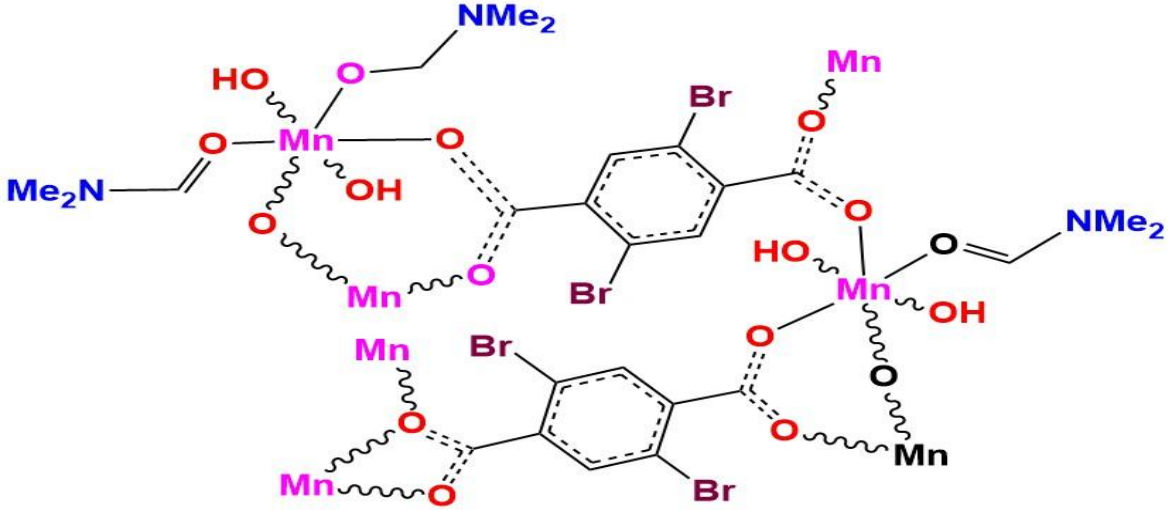
Raman spektroskopiyasi.

$[Mn_2(Br_2BDC)_2(DMF)_3]_n$ poly [bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese(II)] ma’lumotlar to‘plamida keltirilgan Raman spektri belgilangan eksperimental pik pozitsiyalari bo‘yicha baholandi. Erkin 2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylic acid hamda DMF saqlovchi boshlang‘ich aralashmaning etalon spektrlari taqdim etilmagani sababli, quyida berilgan polosalar tayinoti ehtiyotkorlik bilan, taxminiy tarzda va aromatik karboksilat DMF koordinatsion tizimlari uchun kutiladigan tebranish sohalariga asoslangan holda bajarildi.

Rentgen-fluorestsent tahlil.

Taqdim etilgan XRF spektr sifat jihatdan tahlil qilindi. Spektrda Mn va Br ga tegishli xarakterli emissiya signallari aniq kuzatiladi. Manba XRF hisobotida tasdiqlangan miqdoriy element konsentratsiyalari berilmagani sababli, ushbu ishda ularning foiz miqdorlari keltirilmadi va taxmin qilinmadi.

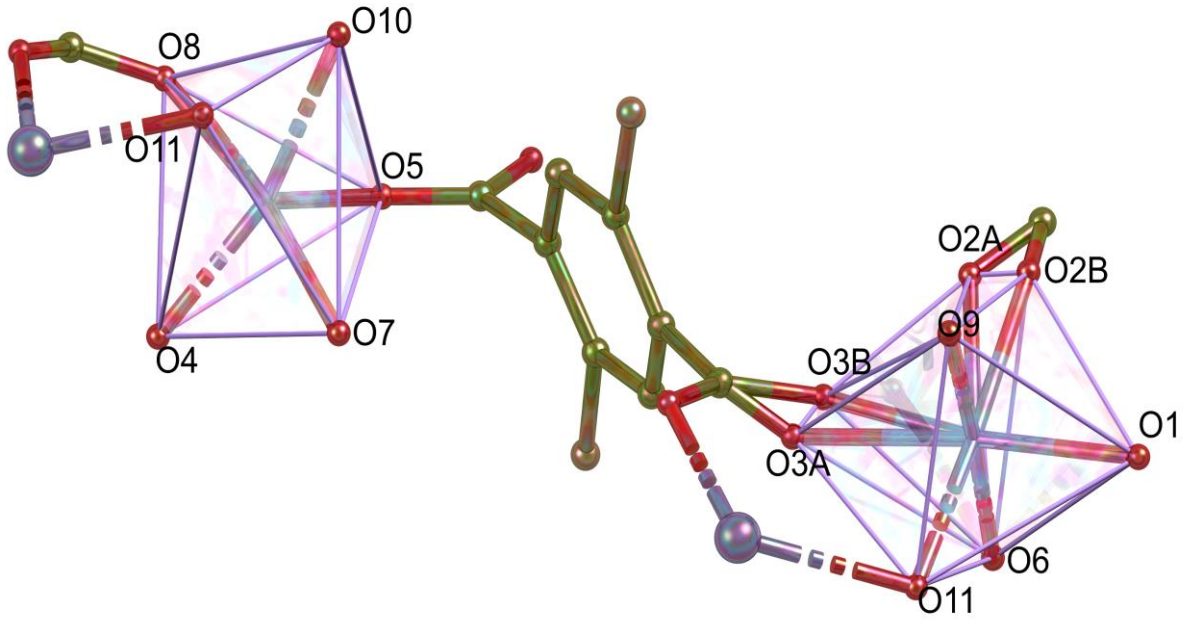
Natijalar va muhokama. Kristall tuzilishi va uch o‘lchamli karkas. Poly [bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese (II)] tetragonal I41/a (№ 88) fazoviy guruhida kristallanadi. Katta hajmli tetragonal elementar yacheyka a = b = 38.9316(4) Å va c = 8.9272(2) Å parametrlari bilan tavsiflanadi; V = 13530.7(4) $Å^3$ va Z = 48. Hisoblangan zichlik 1.908 g/sm^{-3} ga teng. Past R ko‘rsatkichi (0.0437), wR_2 = 0.1067 va moslik koeffitsienti S = 1.03 taqdim etilgan ma’lumotlar uchun kristallografik modelning yaxshi konvergensiyaga erishganini ko‘rsatadi (1-rasm).



1-rasm. Poly [bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese (II)] birikmasida Mn(II) markazlarining koordinatsion muhiti.

Manba jadvalida kristallografik tarkib qisqartirilgan kasr ko‘rinishida $C_{8.333}H_8Br_{1.333}Mn_{0.667}NO_{3.667}$ (Mr = 324.00) sifatida berilgan. Bu ifoda 1-jadvalda aynan manbadagi shaklda saqlab qolindi. Kristall materialning to‘liq nomenklaturaviy nomi poly [bis (2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris (N,N-dimethylformamide)) dimanganese (II)] sifatida qabul qilindi.

Taqdim etilgan poliedrik model (2-rasm) 2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylate ligandlarining kislorod atomlari orqali bog‘langan Mn-markazli kislorod koordinatsion poliedrlarini ko‘rsatadi. Ushbu karboksilat ko‘priklarining bir nechta kristallografik yo‘nalishlarda takrorlanishi natijasida uch o‘lchamli koordinatsion karkas hosil bo‘ladi. DMF molekulalarining kislorod donor atomlari Mn atrofidagi koordinatsion pozitsiyalarni egallaydi va lokal metall koordinatsion sferasini to‘ldiradi, biroq uzoq masofali asosiy bog‘lovchi vazifasini bajarmaydi. Demak, karkasning hosil bo‘lishi Mn-O (karboksilat) bog‘lanishlarining kooperativ takrorlanishiga bog‘liq bo‘lib, koordinatsiyalangan DMF lokal koordinatsion muhitni modulyatsiya qiladi. So‘nggi koordinatsion polimerlar bo‘yicha tadqiqotlar karboksilat ko‘priklash va erituvchi koordinatsiyasidagi o‘zgarishlar karkas o‘lchamliligi va qadoqlanishiga kuchli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi [12,13].



2-rasm. Poly [bis (2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese (II)] birikmasida Mn(II) koordinatsion muhiti va karboksilat bog‘lanishining poliedrik tasviri.

1-jadval.

Poly [bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese(II)] uchun kristallografik ma’lumotlar va parametrlari.

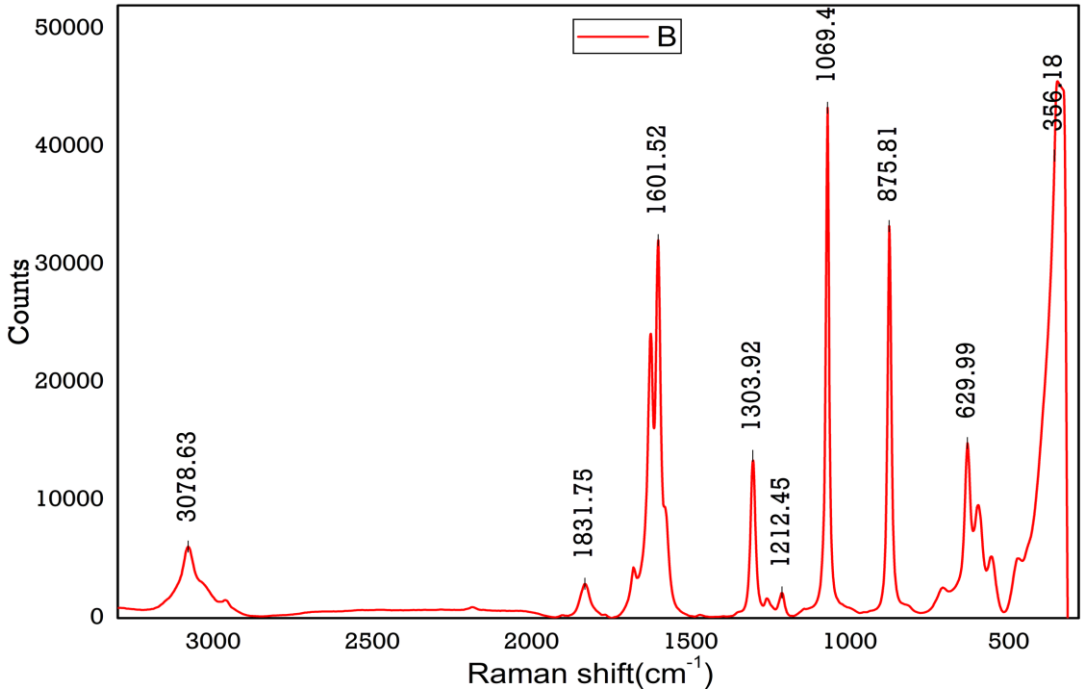
Parametr	Qiymat
Formula	C8.333 H8 Br1.333 Mn0.667 N O3.667
Molekulyar massa	324.00
Kristall sistema	Tetragonal
Fazoviy guruh	I41/a (No. 88)
a, b, c (Å)	38.9316(4), 38.9316(4), 8.9272(2)

Parametr	Qiymat
V (Å3)	13530.7(4)
Z	48
Hisoblangan zichlik, Dcalc (g sm-3)	1.908
μ(Cu Kα) (mm-1)	12.124
F(000)	7568
Kristall o‘lchami (mm)	0.20 × 0.25 × 0.30
Harorat (K)	293
Nurlanish	Cu Kα, λ = 1.54184 Å
θmin-θmax (°)	3.2-76.6
Indeks oralig‘i	h = - 46:49; k = - 47:36; l = - 9:11
O‘lchangan / mustaqil reflekslar	46361 / 7018
Rint	0.061
Kuzatilgan reflekslar	5975
Nref / Npar	7018 / 431
R / wR2 / S	0.0437 / 0.1067 / 1.03
Maks./o‘rtacha siljish/xato	0.00
Qoldiq elektron zichligi (e Å)	-1.00 / +0.75

Raman spektrining tahlili.

Raman spektri (2-rasm) yuqori chastotali aromatik C-H tebranishlari sohasidan past chastotali metall-ligand/panjara tebranishlarigacha bo‘lgan bir qator aniq vibratsion xususiyatlarni namoyon etadi. 3078.63 sm^{-1} dagi polosa aromatik C-H valent tebranishiga tayinlandi. 1601.62 sm^{-1} dagi intensiv signal aromatik halqa valent tebranishlari, koordinatsiyalangan karboksilat tebranishlari va karbonil saqlovchi ligand muhitining modalar bir-biriga ustma-ust tushishi mumkin bo‘lgan sohada joylashgan. 1303.92 va 1212.45 sm^{-1} polosalar karboksilat/aromatik C-O hamda halqa tebranishlarining qo‘shma modalariga mos keladi. 1069.40 va 875.81 sm^{-1} signallar halqa va C-H deformatsion tebranishlari bilan bog‘lanadi. 629.99 sm^{-1} dagi polosa aril-Br hamda karkas deformatsiyalarining past chastotali sohasiga mos kelishi mumkin, 356.18 sm^{-1} signal esa ehtiyotkorlik bilan Mn-O panjara tebranishlariga tayinlandi. 1831.75 sm^{-1} dagi signal odatiy koordinatsiyalangan karboksilat yoki DMF karbonil asosiy tebranishlari uchun nisbatan yuqori chastotada joylashgani sababli hozircha tayinlanmagan holda qoldirildi; uni aniq identifikatsiya qilish uchun etalon spektrlar bilan taqqoslash yoki takroriy o‘lchash talab etiladi.

Ligandga tegishli va past chastotali panjara sohalarini qamrab olgan Raman polosalarining mavjudligi qattiq kristall koordinatsion karkas bilan mos keladi. Shunga o‘xshash ko‘p usulli spektroskopik yondashuvlar so‘nggi Cu, Co, Cd va Ni koordinatsion materiallarida qo‘llanilgan bo‘lib, bunda Raman/IR polosalari koordinatsiya usulining mustaqil isboti sifatida emas, balki kristallografik ma’lumotlar bilan birgalikda talqin qilinadi [14].



2-rasm. Poly[bis (2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese(II)] birikmasining Raman spektri.

2-jadval.

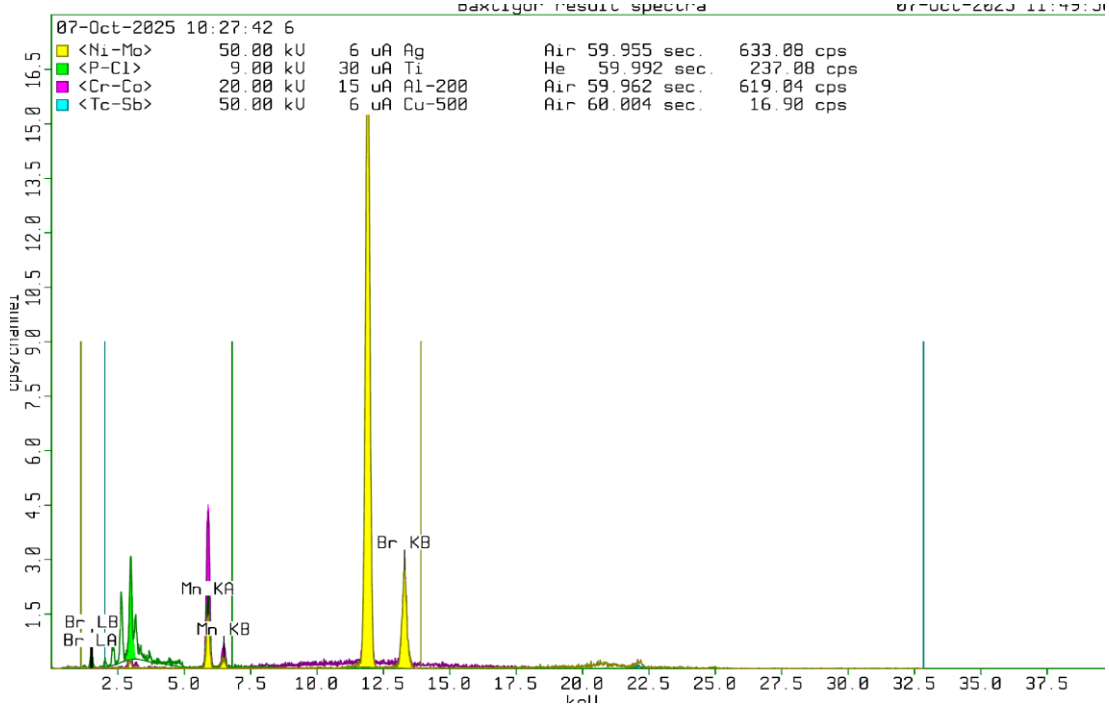
3- Asosiy Raman siljishlari va ularning taxminiy tayinoti.

Raman siljishi (sm-1)	Taxminiy tayinot
3078.63	Aromatik C-H valent tebranishi
1831.75	Tayinlanmagan; etalon spektr yoki takroriy o‘lchash talab etiladi
1601.62	Aromatik halqa/karboksilatga tegishli valent tebranishlar sohasi
1303.92	Karboksilat/halqa qo‘shma tebranishlar sohasi
1212.45	C-O/halqa tebranishlari sohasi
1069.40	Aromatik halqa/C-H deformatsion tebranishlar sohasi
875.81	Tekislikdan tashqari aromatik C-H/halqa deformatsiyasi
629.99	Aril-Br/karkas deformatsiyasi sohasi (taxminiy)
356.18	Mn-O/panjara tebranishlari sohasi (taxminiy)

Rentgen-fluorestsent tahlil.

XRF spektri (3-rasm) kristall namunaning metall va galogen komponentlarini mustaqil ravishda sifat jihatdan tasdiqlaydi. Spektrda taxminan 5.9-6.5 keV sohasida marganesning xarakterli K-qator emissiya signallari hamda bromning kuchli emissiya xususiyatlari, jumladan yuqori energiyali Br K-qator signallari va pastroq energiyadagi brom chiziqlari kuzatiladi. Mn va Br signallarining bir vaqtda aniqlanishi marganes markazlari va bromlangan aromatik dikarboksilat ligandlarini o‘z ichiga olgan kristallografik model bilan to‘liq mos keladi. Taqdim etilgan XRF natijalariga tasdiqlangan miqdoriy element tarkibi jadvali ilova qilinmagani sababli, elementlarning foiz miqdorlari keltirilmadi.

XRF tahlilidan hajmiy tarkibni tasdiqlovchi qo‘shimcha usul sifatida foydalanish, ayniqsa og‘irroq elementlar saqlovchi koordinatsion birikmalar uchun foydalidir. So‘nggi koordinatsion polimer va klaster tadqiqotlarida ham SCXRD natijalari XRF yoki EDS bilan birlashtirilib, hajmiy materialning element tarkibi tasdiqlangan [4-6,9].



3-rasm. poly[bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato)(tris(N,N-dimethylformamide))dimanganese(II)] birikmasining Mn va Br ga xos emissiya signallarini ko‘rsatuvchi rentgen-fluorestsent spektri.

Xulosa. Mavjud kristallografik va spektroskopik ma’lumotlar poly [bis(2,5-dibromobenzene-1,4-dicarboxylato) (tris(N,N-dimethylformamide)) dimanganese(II)] ni yaxshi takomillashtirilgan uch o‘lchamli Mn(II) koordinatsion polimer sifatida tavsiflash imkonini beradi. Birikma katta elementar yacheykaga ega tetragonal I41/a fazoviy guruhida kristallanadi (a = b = 38.9316(4) Å, c = 8.9272(2) Å, V = 13530.7(4) Å³, Z = 48), R = 0.0437, wR2 = 0.1067 va S = 1.03 ko‘rsatkichlari esa taqdim etilgan strukturaviy modelning ishonchliligini tasdiqlaydi. Uch o‘lchamli karkas bromlangan aromatik dikarboksilat bog‘lovchilar ishtirokidagi Mn-O bog‘lanishlari orqali hosil bo‘ladi, koordinatsiyalangan DMF molekulalari esa metall markazining lokal koordinatsion muhitini to‘ldiradi. Raman spektroskopiyasi ligandga tegishli, karkas va past chastotali metall-kislorod/panjara tebranishlarini ko‘rsatadi; 1831.75 sm^{-1} dagi signal esa etalon spektrlar bilan tasdiqlanmaguncha tayinlanmagan holda qoldirilishi lozim. XRF tahlili hajmiy kristall namunada Mn va Br mavjudligini mustaqil ravishda tasdiqlaydi. Umuman olganda, SCXRD, Raman va XRF natijalari materialning o‘zaro mos strukturaviy va tarkibiy tavsifini beradi. Jurnalga yuborishdan oldin faqat aniq sintez protokolini to‘ldirish qoladi.

Adabiyotlar

1. Ruziev, U. U. U., Turaev, K. K., Kholturaev, K. B. U., Saidov, D. K. U., Adinaev, K. F., Normamatov, A. S., ... & Balakrishnan, C. (2026). A layered Ni (II)–Na (I)

coordination polymer: crystal engineering, supramolecular interactions, and functional properties. *Chemical Papers*, 1-18. https://doi.org/10.1007/s11696-026-05251-0

2. Ugli Ruziev, U. U., Turaev, K. K., Kumar, A., Adizov, B. Z., ugli Saidov, D. K., ugli Kholturaev, K. B., ... & Ibragimov, A. B. (2026). Nickel-EDTA coordination polymers: crystal structure, spectroscopic characterization, DFT insights, and adsorption and electrochemical properties. *Journal of Solid State Chemistry*, 126160. https://doi.org/10.1016/j.jssc.2026.126160

3. Ugli Kholturaev, K. B., Turaev, K. K., Salimova, Z. K., Adinaev, K. F., ugli Ruziev, U. U., ugli Saidov, D. K., ... & Ibragimov, A. B. (2026). Integrating structural and textural evidence for a Cd (II) coordination polymer assembled from isonicotinate. *Polyhedron*, 118299. https://doi.org/10.1016/j.poly.2026.118299

4. Saidov, D.K., Turaev, K.K., Kumar, A., Salimova, Z.K., Kholturaev, K.B., Ruziev, U.U., Normamatov, A.S., Ibragimov, A.B., Adizov, B.Z., Atakhanov, A.A., Gao, J., & Chellakarungu, B. (2026). Structural elucidation, supramolecular interactions, and antifungal activity of a one-dimensional Cu(II) coordination polymer based on 1,10-phenanthroline and isonicotinate. *Journal of Solid State Chemistry*, *360*, 126074.

5. KHOLTURAEV, K., TURAEV, K., IBRAGIMOV, A., ADINAEV, K. F., SAIDOV, D., TURSUNOV, B., & RUZIYEV, U. (2026). SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION AND THERMAL PROPERTIES OF A TWO-DIMENSIONAL ZINC (II)-NICOTINATE COORDINATION POLYMER. *Uzbek Chemical Journal/O'Zbekiston Kimyo Jurnali*, (2), 42.

6. Rasulova, S.M., Turaev, K.K., Ruzmetov, A.K., Salimova, Z.K., Saidov, D.K., Ruziev, U.U., Kholturaev, K.B., Malikov, N.M., Normamatov, A.S., Ibragimov, A.B., & Chellakarungu, B. (2026). A one-dimensional lanthanum(III) coordination polymer: structural and supramolecular study of a 2-(4-nitrophenyl)acetate system. *Inorganic Chemistry Communications*, *191*, 117037.

7. Kholturaev, K., Turaev, K., Ibragimov, A., Adinaev, K.F., & Ruziyev, U. (2026). Synthesis and characterization of a Zn(II)-isonicotinate coordination polymer: structural features and physicochemical properties. *Uzbek Chemical Journal/O‘zbekiston Kimyo Jurnali*, (2), 49.

8. Turaev, K., Ibragimov, A., Saidov, D., Xolto‘rayev, Q.B., & Nurullaeva, Z. (2025). Obtaining crystalline structure and thermal properties of a new mixed-ligand coordination polymer of magnesium. *Uzbek Chemical Journal/O‘zbekiston Kimyo Jurnali*, (3).

9. Ruziboyeva, G.S., Turaev, K.K., Kholturaev, K.B., Saidov, D.K., Ruziev, U.U., Ibragimov, A.B., Ruzmetov, A.K., Normamatov, A.S., Nafasov, J., Ji, W., & Chellakarungu, B. (2026). A trinuclear oxo-bridged cobalt(II) coordination cluster with 1,3,4-thiadiazole-2,5-diamine: crystal structure, structural characterization and antimicrobial activity. *Inorganic Chemistry Communications*, *189*, 116694.

10. Agilandeswari, R., Aditya Prasad, A., Sivaraman, S., Kalainathan, S., & Meenakshisundaram, S.P. (2016). Hyperpolarizability, Hirshfeld, and density functional

theory computations of a nonlinear optical picrate. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, *625*, 238-252.

11. Mahmoudi, G., Aditya Prasad, A., Atahan, A., & Musatat, A.B. (2026). Supramolecular organization and electronic structure correlation in a new π-conjugated organic crystal: insights from Hirshfeld surface, energy framework and DFT analysis. *Journal of Solid State Chemistry*, *362*, 126204.

12. Kamolov, S.N., Ibragimov, B.T., Prasad, A.A., Bozorov, L., Normamatov, A.S., Mambetov, A.B., Mamatsabirov, F.O., Ji, W., Eshkaraev, S., Ibragimov, A.B., & Chellakarungu, B. (2026). Supramolecular organization, interaction-energy framework analysis and electronic structure correlation in aqua-bis(5-methyl-1,3-thiazole-2-carboxylato-κ²N,O)copper(II). *Journal of Molecular Structure*, *1374*, 146798.

13. Ruziev, U., Djumayeva, Z., Toirova, G., Kholturaev, K., Ibragimov, A., & Balakrishnan, C. (2026). Crystal structure, vibrational spectroscopic characterization, and bond valence sum (BVS) analysis of a copper(II)-H2EDTA-based coordination polymer $[Cu(H_2EDTA)]n \cdot H_2O$. *TerDU Xabarlari*, 1(1).

14. Saidov, D., Turaev, K., Ibragimov, A., Ruziev, U., Kholturaev, K., & Ganieva, S. (2025). Structure, thermodynamic stability, and conductivity of a Cd(II) coordination polymer based on HNA. *Uzbek Chemical Journal/O‘zbekiston Kimyo Jurnali*, (6), 3.