

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSC.03/30.12.2019.K.01.03**  
**RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI**

**MATMURODOVA FERUZA QURBONBOYEVNA**

**Mn(II), Fe (II), Co (II), Ni (II) VA Cu (II) TUZLARINING GIDROKSI- VA AMINOBENZOY KISLOTALARI HOSILALARI BILAN KOMPLEKSLARI**

**02.00.01-Noorganik kimyo**

**KIMYO FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI**  
**AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2025**

**Kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati  
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
химическим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on chemistry  
sciences**

Matmurodova Feruza Qurbonboyevna Mn(II), Fe (II), Co (II), Ni (II) va Cu (II) tuzlarining gidroksi- va aminobenzoy kislotalari hosilalari bilan komplekslari .....	3
Матмуродова Феруза Курбонбоевна Комплексы солей Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II) с производными гидрокси- и аминокислот .....	21
Matmurodova Feruza Qurbonboyevna Complexes of Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) and Cu(II) salts with derivatives of hydroxy- and aminobenzoic acids .....	41
E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati Список опубликованных работ List of published works .....	45

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMiy DARAJALAR BERUVCHI DSC.03/30.12.2019.K.01.03**  
**RAQAMLI ILMiy KENGASH**

---

**XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI**

**MATMURODOVA FERUZA QURBONBOYEVNA**

**Mn(II), Fe (II), Co (II), Ni (II) VA Cu (II) TUZLARINING GIDROKSI- VA AMINOBENZOY KISLOTALARI HOSILALARI BILAN KOMPLEKSLARI**

**02.00.01-Noorganik kimyo**

**KIMYO FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PHD) DISSERTATSIYASI**  
**AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2025**

**Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.3.PhD/K323 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Xorazm Ma'mun akademiyasida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (ik-kimyo.nuu.uz) va «ZiyoNET» Axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Hasanov Shodlik Bekpo'latovich**

kimyo fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

**Rasmiy opponentlar:**

**Rafikov Adham Salimovich**

kimyo fanlari doktori, professor

**Kasimov Sherzod Abdizoirovich**

kimyo fanlari doktori, professor

**Yetakchi tashkilot:**

**O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti**

Dissertatsiya himoyasi O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.K.01.03 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ soat \_\_\_ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100174, Toshkent shahri, Universitet ko'chasi, 4-uy. Tel.: (998 71) 246-07-88; (998 71) 227-12-24, faks: (+998 71) 246-53-21, (998 71) 246-02-24, ye-mail: chem0102@mail.ru).

Dissertatsiya bilan O'zbekiston Milliy universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№\_\_raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100174, Toshkent, Universitet ko'chasi, 4-uy. Tel.: (+99871)246-07-88; 227-12-24, faks: (+998 71) 246-53-21, 246-02-24).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2025 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_\_\_ raqamli reestr bayonnomasi).

**Z.A. Smanova**

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash raisi,

k.f.d., professor

**N.X. Qutlimurotova**

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash kotibi,

k.f.d., professor

**Sh.A. Kadirova**

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar

raisi, k.f.d., professor

## **KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Dunyoda aholi sonining oshishi bilan sifatli, ekologik toza va turli kasalliklarga chidamli o‘simlik mahsulotlariga bo‘lgan talab kundan-kunga ortib bormoqda. Bu ehtiyojni qondirishda o‘simliklarning o‘shini tezlashtirish, ularning immun tizimini mustahkamlash va agrotexnik samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi biologik faol birikmalardan foydalanish dolzarb masalaga aylangan. Ayniqsa, kompleks birikmalarga asoslangan o‘shish regulyatorlari, himoya vositalari va agroximik katalizatorlar kam miqdorda qo‘llanilishiga qaramay yuqori samaradorlik ko‘rsatishi va toksik ta‘sir darajasining pastligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun bunday metallokompleks birikmalarni sintez qilish muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Jahonda d-metallar asosidagi metallokompleks birikmalarni sintez qilish, ularning “tarkib-tuzilish-xossa” qonuniyatlarini aniqlash, kompleks birikmaning tarkibini tasdiqlash bo‘yicha katta ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ayniqsa 3d-metallarning gidroksi va aminobenzoy kislotalari hosilalari bilan kompleks birikmalar hosil qilishining nazariy asoslarini aniqlash va ularning fizik-kimyoviy xossalarini yaxshilash muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda suv-tuproq ifloslanishi, qishloq xo‘jaligida antibiotiklarga chidamli infeksiyalar va sanoat miqyosidagi muammolarni hal qilish maqsadida arzon, samarali va mahalliy texnologik yechimlar topish va amaliyotga joriy etishda ushbu komplekslar muhim hisoblanadi. “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi”da «qishloq xo‘jaligini ilmiy asosda intensiv rivojlantirish orqali dehqon va fermerlar daromadini kamida 2 barobarga oshirish, qishloq xo‘jaligining yillik o‘shini kamida 5 foizga etkazish»ga qaratilgan muhim vazifalar belgilab berilgan. Shunga binoan o‘z tarkibida azot va kislorod saqlagan organik ligandlar bilan mis va marganes metalli kompleks birikmalarni olish va ular asosida, o‘simliklarni unib chiqish jarayonini tezlashtiruvchi, hosildorligini oshiruvchi, turli kasalliklar tufayli kelib chiqadigan salbiy ta‘sirlarga qarshi kurashuvchanligi va bardoshlilikini oshiruvchi preparatlarni sintezlash muhim ahamiyatga ega.

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-oktabrdagi «O‘zbekiston Respublikasining qishloq xo‘jaligini 2020-2030-yillarda rivojlantirish taraqqiyot strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi PF-5853-son Farmoni va Respublika Prezidentining qarori, O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 12-avgustdagi PQ-4805-son «Kimyo va biologiya yo‘nalishlari bo‘yicha uzluksiz ta‘lim sifatini va fan samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi qarori hamda ushbu faoliyat bilan bog‘liq boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalar ijrosiga ham muayyan darajada xizmat qiladi. Shu jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi «2022 - 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi PF-60-son qarorida belgilangan vazifalar ijrosiga ma‘lum darajada xizmat qilmoqda

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. Kimyo, kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Dunyo ilm-fanida amino- va gidroksibenzoy kislota hosilalari bilan 3d-metallarning koordinasion birikmalari bo'yicha ishlarni Jasud S., Warad Sh., Rahul S., Jagdale G., Zinjad Sh., Mohammad Azarkish, Alireza Akbari, Tahereh Sedaghat, Jim Simpson, Schake A.R., Vincent J.B., Li Q., Boyd P.D.W., Folting K., Huffman J.C., Hendrickson D.N., Christou G. kabi olimlar va ularning jamoalari olib borishgan. Tadqiqot ishlari natijasida gomo- va geteroligandli koordinasion birikmalar sintezi amalga oshirilgan, ularning tarkibi, tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilingan. MDH davlatlaridan koordinasion birikmalar va ularning amaliyotga tadbiqu bo'yicha N.S.Axmadullina, S.E.Nefedov (Odessa), N.Yu.Kozisina (Rossiya), A.V.Gavrikov (Zvenogorod), G.V.Sinsadze (Tbilisi) boshchiligidagi olimlarning ilmiy guruhlar va maktablari shug'ullanishgan. Olimlar guruhi tomonidan kompleks birikmalarning tuzilishi, tarkibi, xossasi va biologik faolligi bo'yicha bir qancha ishlar tahlili amalga oshirilgan.

Respublikamizda koordinasion birikmalar sintezi, tuzilishi, xossalari bo'yicha tadqiqotlar N.A.Parpiev, Sh.A.Kadirova, T.A.Azizov, X.T.Sharipov, B.V.Umarov, O.F.Xodjaev, Sh.Sh.Daminova, Z.Ch.Kadirova rahbarligidagi olimlar tomonidan amalga oshirilgan hamda fundamental va amaliy taraflama izlanishlar davom ettirilmoqda.

Adabiyot manbalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, 3d-metallarning aminobenzoy kislota hosilalari bilan komplekslarini o'rganish bo'yicha keng miqyosda tajribalar o'tkazilgan va natijalar olingan bo'lishiga qaramasdan, Cu, Mn metallarining novokain hamda benzokain bilan olinishi mumkin bo'lgan metall komplekslari va biologik xususiyatlarini tarkib, tuzilish, xossa nuqtai-nazaridan yetarli darajada o'rganilmagan. Shu sababli aminobenzoy kislota hosilalari va salitsilamidni ligand sifatida saqlagan yangi koordinatsion birikmalarni sintez qilish, ularning fizik-kimyoviy va biologik xossalari tadqiq qilish alohida ilmiy qiziqish kasb etadi.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.**

Dissertatsiya ishida qilingan tadqiqotlar Xorazm Ma'mun akademiyasi ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining PZ-2017092435 «Xorazm viloyati sharoitida dorivor o'simliklarni o'stirish va ular asosida biologik faol qo'shimchalar ishlab chiqish» (2017-2020 yy.) mavzusidagi fundamental loyihasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi:** Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari va gidroksi- va aminobenzoy kislotalari hosilalari bilan sintez qilingan komplekslarini tadqiq qilishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

- novokain, benzokain va salitsilamid bilan Mn(II), Fe (II), Co (II), Ni (II) va Cu (II) tuzlarining kompleks birikmalarini sintez qilish;

- zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida kompleks birikmalarning tarkibi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari aniqlash va ularni tahlil qilish;

- 3d-metallarning aminobenzoy kislota hosilalari va salitsilamid bilan komplekslarining kvant-kimyoviy usullar orqali energetik va geometrik parametrlari,elektron tuzilishi hamda reaksiyon qobiliyatini aniqlash.

- sintez qilingan birikmalarning biologik faolligini o'rganish va qo'llash sohalarini aniqlash.

**Tadqiqotning ob'ekti** amino- va gidroksibenzoy kislota hosilalari, Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari va ular asosida sintez qilingan koordinatsion birikmalar hisoblanadi.

**Tadqiqotning predmeti** qator oraliq metallar tuzlarining amino-va gidroksibenzoy kislota hosilalari bilan koordinatsion birikmalari, sintez qilish usullari, tarkibi, tuzilishi, individualligi, fizik-kimyoviy va biologik xossalarini o'rganishdan iborat.

**Tadqiqotning usullari:** rentgenfazaviy tahlil, IQ-, UB- va diffuz qaytarilish elektron spektroskopiyasi, rentgenofluoressent tahlil, differensial skanerlovchi kalorimetriya, strukturaviy tahlil, element, energiya-dispersion, termik analiz, kvant kimyoviy hisoblash usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

- amino- va gidroksibenzoy kislota hosilalarining Mn(II), Fe (II), Co (II), Ni (II) va Cu (II) tuzlari bilan 25 ta yangi koordinatsion birikmalari sintez qilingan;

- sintez qilingan koordinatsion birikmalarning element, termik analiz, elektron va IQ-, UB-spektroskopik, rentgen fluoressent, rentgen fazaviy tahlil, SEM-EDS usullari yordamida individualligi aniqlangan. Natijada ligandlarning IQ- spektroskopik tahliliga nisbatan kompleks birikmalarning IQ- spektrlarining qisqa to'lqin uzunliklarining 700-400  $\text{sm}^{-1}$  sohalarida o'zgarishlar kuzatilishi, shuningdek rentgen fazaviy tahlilda fazalarning, SEM-EDS tahlilda esa mikrostrukturalarning o'zgarishlari tasdiqlangan;

- rentgenstruktur tahlil amalga oshirilib,  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  ning kristall tuzilishi siqilgan tetraedr shaklida ekanligi isbotlangan. Shu kompleksning kristall xarakteristikalarini,  $[\text{MnCl}_4]^{2-}$  va  $\text{NH}^+$  orasidagi bog' uzunligi 1,70 – 1,80 Å ga teng ekanligi aniqlangan;

- diffuz qaytarilishni elektron spektrlari tahlilidan kelib chiqib misli komplekslarda markaziy atomning 3 ta bir xil energiyali holatda bo'lishi natijasida Yan-Teller effekti kuzatilishi va buning oqibatida olingan komplekslarning geometriyasi buzilib oktaedr shaklidan tetraedr shaklga o'tishi isbotlandi;

- biometallar hisoblangan mis va marganes bilan novokain gidroksloridning  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$ ,  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  tarkibli birikmalari asosida g'ozaga o'simligi urug'ini unib chiqishini tezlashtiruvchi, o'simlikni turli kasalliklarga chidamliligini va hosildorligini oshiruvchi MX-3 stimulyatori yaratilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

- amino- va gidroksibenzoy kislota hosilalarining Mn(II), Fe (II), Co (II), Ni (II) va Cu (II) tuzlari bilan yangi koordinatsion birikmalarini sintez qilishning qulay sharoitlari aniqlangan;

- MX-3 g'ozaga urug'lari unib chiqishi, o'sishi va rivojlanishi, gullashi va ko'saklashiga rag'batlantiruvchi ta'sir ko'rsatadigan stimulyator sifatida tajriba va dala maydonlarida sinovdan o'tkazilgan;

- MX-3 chigitni namlashdan tashqari o'simlikka gullash davrida purkalganda changlatuvchilarga salbiy ta'sir ko'rsatmasligi, oq chivin va shira kabi zararli hasharotlarni esa yo'qotishi aniqlandi.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** elektron, IQ-, UB- spektroskopiya, element, rentgenfazaviy, rentgenstrukturaviy, derivatografik va biologik tahlil hamda

kvant-kimyoviy hisoblashlar kabi zamonaviy tadqiqot usullari bilan isbotlangan. Xulosalar tajriba natijalarining tahlili asosida qilingan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati respublikada amino- va gidroksibenzoy kislota hosilalarining Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari bilan yangi koordinatsion birikmalarini sintez qilishning maqbul sharoitlari aniqlangani, yangi kompleks birikmalarining tarkibi, tuzilishi, barqarorligi va xossalarini aniqlash natijalari hamda xulosalarni zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari natijalariga tayangan holda amalga oshirilganligi va koordinatsion birikmalar kimyosini nazariy jihatdan yangi materiallarga boyitganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati biometallar hisoblangan mis va marganes bilan novokain gidroxloridning  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$ ,  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  tarkibli birikmalari asosida MX-3 stimulyatori yaratilganligi va bu stimulyator qishloq xo'jaligi ekinlarini sho'rlanishning stress holatidan chiqarib unib chiqish energiyasini oshiruvchi xususiyatga ega ekanligi amaliyotda aniqlangani, sintez usullari hamda olingan nazariy materiallarni davlat ilmiy-texnik loyihalarni bajarishda qo'llanilganligi bilan belgilanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Amino- va gidroksibenzoy kislota hosilalarining Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari yangi koordinatsion birikmalarini sintezi va fizik-kimyoviy hamda biologik xossalarini aniqlash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

$\text{L}^1\text{HCl}$  hamda Mn(II) xloridi ishtirokida sintez qilingan kompleks birikmasini kristall tuzilmasini rentgen tuzilish tahlili yordamida o'rganishimiz orqali olingan ma'lumotlar asosida  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  tarkibli birikma Kembrij kristallar ma'lumotlari bazasiga (CCDC) 2465102 depozit raqam bilan joylashtirildi (17.06.2025 sanasida olingan ma'lumotnoma). Natijada kompleksning markazida Mn(II) ioni tetraedrik muhitda joylashgani va ligandlar bilan o'zaro ta'siri aniq kristall tuzilma orqali tasdiqlandi.

Sintez qilingan kompleks birikmalardan Umumiy va noorganik kimyo institutida 2022-2026 yillarda bajarilishi reja qilingan  $\Phi 3-20200929348$  raqamli "Fenol kislotalari asosidagi supramolekulyar komplekslarning tuzilishi bilan ularning o'simliklarni abiotik va biotik salbiy ta'sirlardan himoya qilish" mavzusidagi amaliy loyihasiga qo'llanilgan. (O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyosi institutining 2023 yil 24 iyuldagi №1-10/8-767- son ma'lumotnomasi). Natijada sintezlangan yangi tarkibli biostimulyatorlarning o'simliklarga ta'sirini, ularning abiotik va biotik omillarga chidamliligini o'rganishda foydalanilgan.

MX-3 stimulyatori Xorazm viloyati Yangibozor tumanidagi "Dilshodjon Akbarjon" va "G'urur" fermer xo'jaliklari maydonlarida amaliyotga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligining 2023 yil 14 apreldagi 05/05-1658-son ma'lumotnomasi). Natijada, MX-3 stimulyatorini qo'llash g'o'za unib chiqishini 1-2 kunga tezlashtirish, hosil pishishini 2-3 kunga qisqartirish va hosildorlikni 10-11 % ga oshirish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari 8 ta, jumladan 5 ta xalqaro va 3 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 14 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta ilmiy maqola, jumladan 4 ta respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiyaning tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 119 betni tashkil etadi.

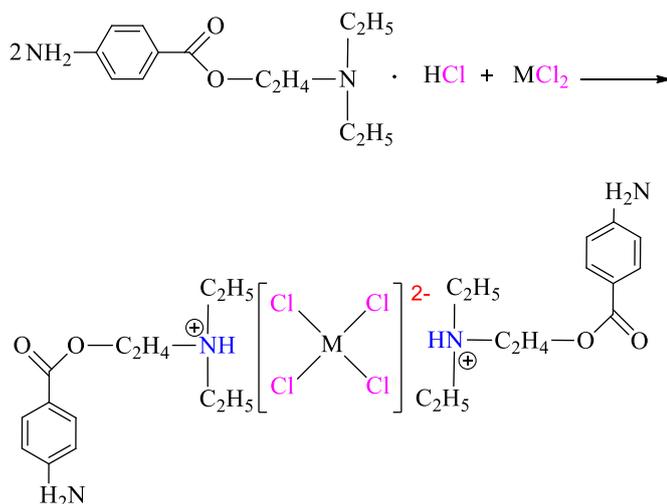
## DISSERTASIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida ishning dolzarbligi ko'rsatilgan, tadqiqot maqsadi va vazifalari aniqlangan, tadqiqotning ob'ekt va predmetlari belgilangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyasi taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mos kelishi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ko'rsatilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, erishilgan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati ko'rsatilgan, tadqiqot natijalarini joriy qilish ro'yxati, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya strukturasi haqida ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning «**Amino-va gidroksibenzoy kislota va hosilalarining metallar bilan komplekslari (adabiyotlar sharhi)**» deb nomlangan birinchi bobida amino-va gidroksibenzoy kislota va hosilalarining metallar bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalariga oid ishlar ko'rib chiqilgan. Bunda amino-va gidroksibenzoy kislota va hosilalarining Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari bilan komplekslari tahlil qilingan va amino-va gidroksibenzoy kislotalarining ayrim hosilalari bilan koordinatsion birikmalari shu paytgacha yetarlicha o'rganilmaganligi ko'rsatilgan.

Dissertatsiyaning “**Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II), va Cu(II) tuzlarining kompleks birikmalarini aminobenzoy va gidroksibenzoy kislotalari hosilalari bilan sintezi (tajriba qismi)**” deb nomlangan ikkinchi bobida birikmalarni sintezlash, skanerlovchi elektron mikroskop yordamida sintez qilingan birikmalarning element tahlili natijalari keltirilgan.

Kompleks birikmalarning sintezi uchun ligandlarning gidroksloridlari suvda yaxshilab eritildi, tayyor bo'lgan eritmalar belgilab metall tuzlarining suvli eritmasiga asta sekin quyildi va magnit aralashtirgichda ma'lum muddat aylantirib turildi. Hosil bo'lgan tiniq eritma doimiy haroratli termostat va mo'rili shkaf ostiga qo'yildi. Ma'lum muddat o'tgandan so'ng barcha sintezlardan erituvchilar uchib kristall holdagi quruq mahsulotlar hosil bo'ldi (1-4-rasmlar). Benzokain gidrokslorid suvda eritildi. Eritmaga pH 8-9 oralig'ida bo'lgunicha natriy gidroksidni tomchilatib qo'shildi. Natijada neytral benzokain cho'kmaga tushdi. Cho'kma filtrlab olindi va ikki marotaba suv bilan yuvib quritildi. M(II) xlorid (0,01 mol) va benzokain (0,03 mol) 15 ml sirka kislotaga aralashtirildi, cho'kma to'liq eriguncha (~1,5 soat) aralashtirib qaynatildi. Eritma filtrlandi va xona haroratida mo'rili shkafda qoldirildi. 14 kundan keyin idishda kristallar hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan kristallar etanol bilan yuvib quritildi. Olingan birikmalarning tarkibini aniqlash uchun elementar tahlil o'tkazildi (1-, 2-jadvallar). Sintezlangan birikmalardagi metall miqdori atom-absorbsion spektrometrdagi, xlorning miqdori argentometrik usulda xlorid ionlarini kumush ionlari bilan cho'ktirish orqali aniqlandi. Bundan tashqari SEM-EDS usuli bilan ham birikmalarning tarkibi aniqlandi.

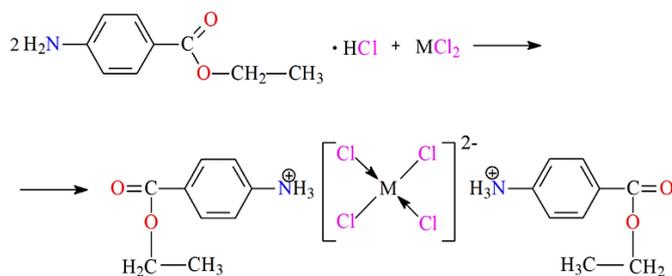


1-rasm.  $MCl_2$  bilan novokain gidroksid  $[MCl_4](L^1H)_2$  tarkibli kompleks birikmasi.

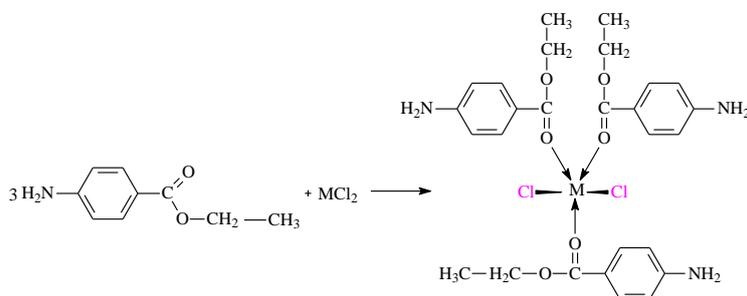
1-jadval

$L^1HCl$  asosida olingan kompleks birikmalarning element tahlili natijalari

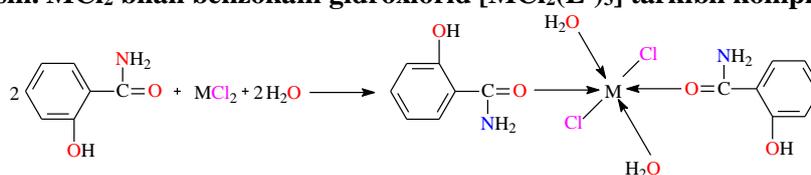
№	Birikma	M		C		N		H		Cl		Chiqish unumi %
		Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblani	Topildi	
1	$[MnCl_4](L^1H)_2$	8.19	7.95	46.49	45.10	8.34	8.09	6.26	6.07	21.16	20.52	76
2	$[FeCl_4](L^1H)_2$	8.33	8.08	46.42	45.03	8.33	8.08	6.25	6.06	21.13	20.50	74
3	$[CoCl_4](L^1H)_2$	8.74	8.48	46.22	44.83	8.30	8.06	6.22	6.04	21.03	20.41	76
4	$[NiCl_4](L^1H)_2$	8.74	8.48	46.22	44.83	8.30	8.06	6.22	6.04	21.03	20.41	76
5	$[CuCl_4](L^1H)_2$	9.41	9.13	45.88	44.51	8.23	7.99	6.17	5.99	20.88	20.25	67



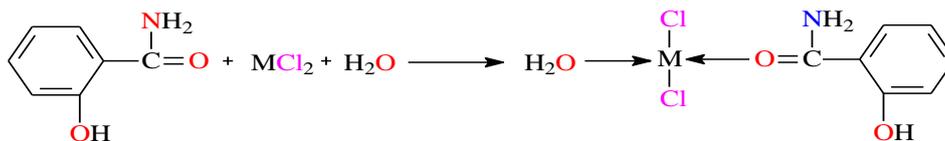
2-rasm.  $MCl_2$  bilan benzokain gidroksid  $[MCl_4](L^2H)_2$  tarkibli kompleks birikmasi.



3-rasm.  $MCl_2$  bilan benzokain gidroksid  $[MCl_2(L^2)_3]$  tarkibli kompleks birikmasi.



4-rasm.  $MCl_2$  bilan salitsilamidning  $[MCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$  tarkibli kompleks birikmasi.

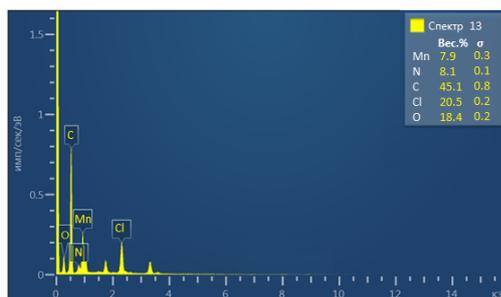
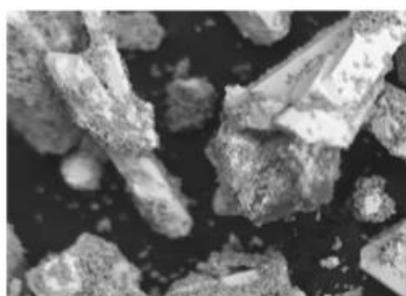


5- rasm.  $MCl_2$  bilan salitsilamidning  $[MCl_2L^3 \cdot H_2O]$  tarkibli kompleks birikmasi.

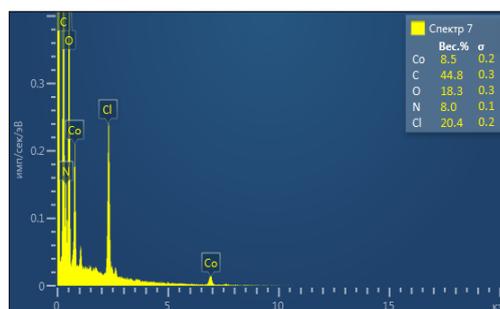
2-jadval

Salitsilamid asosida olingan kompleks birikmalarning element tahlili natijalari

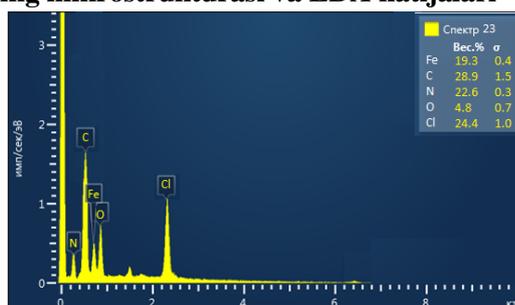
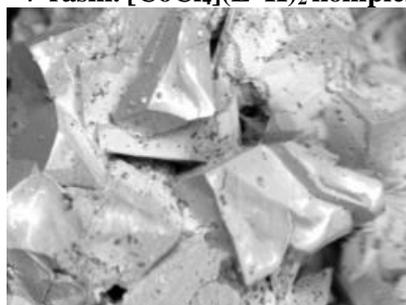
№	Birikma	M		C		N		H		Cl		Chiqish unumi %
		Hisoblandi	Topildi									
1	$[MnCl_2L^3 \cdot H_2O]$	19.57	18.99	29.89	28.99	4.98	4.83	3.20	3.11	25.27	24.51	76
2	$[MnCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	12.61	12.24	38.53	37.37	6.42	6.23	4.13	4.00	16.28	15.80	87
3	$[FeCl_2L^3 \cdot H_2O]$	19.86	19.26	29.79	28.89	4.96	4.81	3.20	3.10	26.17	24.42	73
4	$[FeCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	12.81	12.43	38.44	37.29	6.40	6.21	4.12	3.99	16.25	15.76	78
5	$[CoCl_2L^3 \cdot H_2O]$	20.70	20.08	29.47	28.59	6.31	6.12	3.16	3.06	24.91	24.16	74
6	$[CoCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	13.41	13.00	38.18	37.03	6.36	6.17	4.09	3.97	16.14	15.65	81
7	$[NiCl_2L^3 \cdot H_2O]$	20.70	20.08	29.47	28.59	6.31	6.12	3.16	3.06	24.91	24.16	71
8	$[NiCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	13.41	13.00	38.18	37.03	6.36	6.17	4.09	3.97	16.14	15.65	78
9	$[CuCl_2L^3 \cdot H_2O]$	22.07	21.41	28.96	28.10	4.83	4.68	3.10	3.01	24.48	23.75	86
10	$[CuCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	14.38	13.95	37.75	36.62	6.29	6.10	4.04	3.92	15.95	15.48	81



6-rasm.  $[MnCl_4](L^1-H)_2$  kompleksining mikrostrukturasi va EDA natijalari



7-rasm.  $[CoCl_4](L^1-H)_2$  kompleksining mikrostrukturasi va EDA natijalari

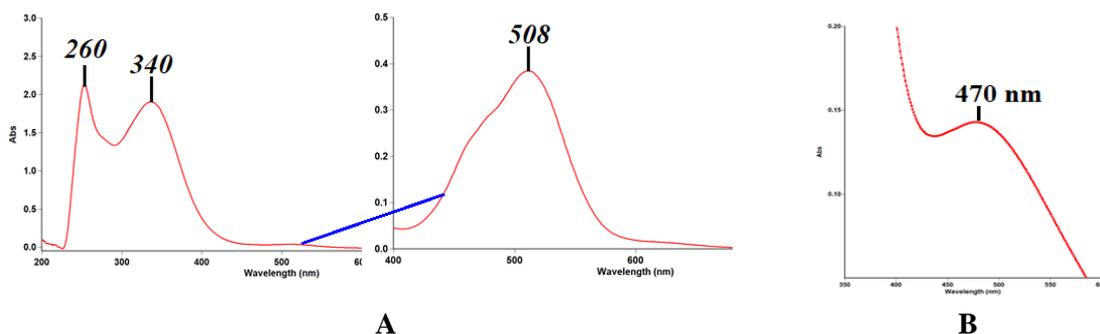


8-rasm.  $[FeCl_2L^3 \cdot H_2O]$  kompleksining mikrostrukturasi va EDA natijalari.

Dissertatsiyaning “**Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlarining aminobenzoy va gidroksibenzoy kislotalari hosilalari bilan kompleks birikmalarini tuzilishi va tahlili**” deb atalgan uchinchi bobida o‘tish metallari tuzlarining amino- va gidroksibenzoy kislotalar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari tahlili keltirilgan. Olingan birikmalarning tuzilishi rentgenfazali, rentgenostrukturaviy, UB- va IQ-spektroskopik tahlillar yordamida o‘rganilgan. Shuningdek, sintez qilingan birikmalarning diffuz qaytarilish spektrlari tahlil qilingan, ularning termik barqarorligi aniqlangan, kvant-kimyoviy tahlil yordamida molekularning energetik va geometrik parametrlari belgilangan.

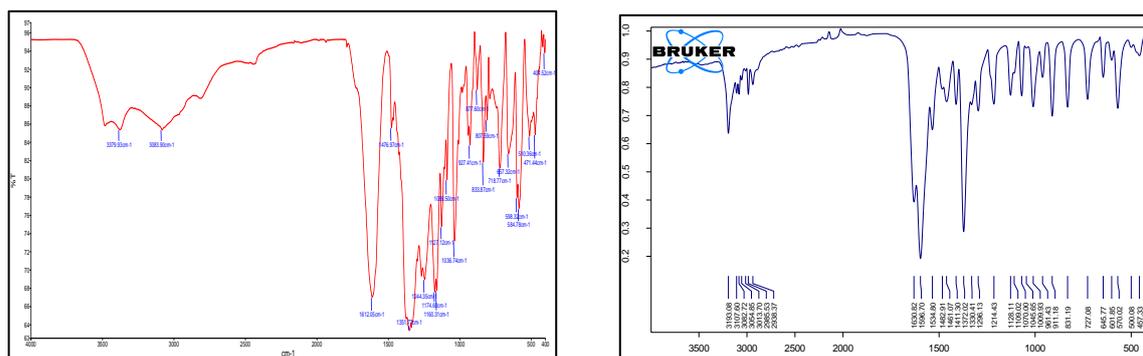
Novokain gidroxloridi asosida sintez qilingan  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  kompleksining UB-spektral tahliliga ko‘ra, ko‘rinadigan sohadagi  $\lambda_{\text{max}} = 508 \text{ nm}$  da  $\text{Mn}^{2+}$  ionni tarkibida  ${}^4\text{T}_1 \rightarrow {}^6\text{A}_1$  turidagi d-orbitalar oralig‘idagi o‘tishlar kuzatilgan. Shuningdek, ligandning aromatik halqasida  $\lambda_{\text{max}} = 340 \text{ nm}$  da  $\pi \rightarrow \pi^*$  o‘tishlar va karbonil guruhda  $\lambda_{\text{max}} = 260 \text{ nm}$  da  $n \rightarrow \pi^*$  o‘tishlar aniqlangan (10-rasm (a)).

$[\text{FeCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  kompleksida ham shunga o‘xshash d→d turidagi o‘tishlar  $\lambda_{\text{max}} = 470 \text{ nm}$  da kuzatilgan.  $\text{Fe}^{2+}$  ionni uchun  $d^6$  konfiguratsiyada  $E \rightarrow T_2$  turidagi elektron o‘tish amalga oshadi, bu esa markaziy  $\text{Fe}^{2+}$  ionni kompleksda yuqori spinli holatda ekanini va uning tetraedrik geometriyaga ega ekanini ko‘rsatadi (9-rasm (b)).



9-rasm.  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (a) va  $[\text{FeCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (b) komplekslarining UB spektri

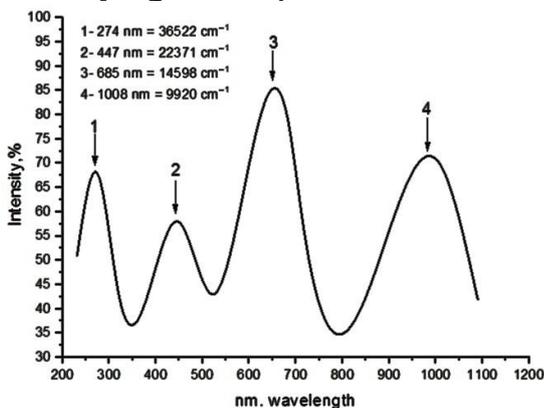
Tadqiqotlar davomida birikmalarning tuzilishi IQ spektroskopik usullar bilan ham aniqlangan, unga ko‘ra novokain gidroxlorid bilan sintez qilingan birikmalarda  $[\text{MCl}_4]^{2-}$  ga xos bo‘lgan murakkab anion yutilish spektrlari  $420\text{-}450 \text{ cm}^{-1}$  da namoyon bo‘ldi. Bundan tashqari  $3300\text{-}3100 \text{ cm}^{-1}$  sohada kuzatilayotgan yutilish spektrlari  $\text{NH}^+$  guruhi borligidan darak beradi. Ushbulardan kelib chiqib  $\text{L}^1\text{H}$  ligand bilan metallar xloridlari ta’sirlashuvida  $[\text{MCl}_4]^{2-}$  anioni va  $[\text{L}^1\text{H}]^+$  kationidan iborat kompleks birikmalar hosil bo‘ladi degan xulosa qilish mumkin (10- rasm).



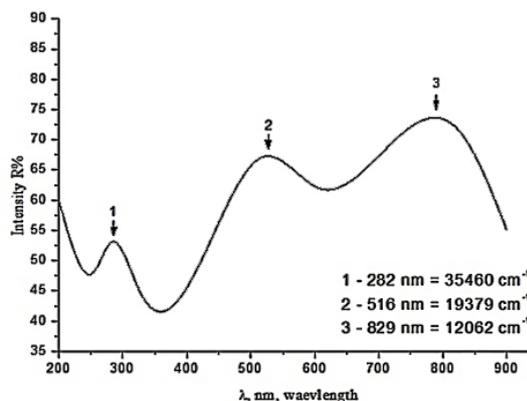
10-rasm. Olingan  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  va  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  kompleks birikmalarning IQ spektri

### Sintez qilingan kompleks birikmalarning DQES usuli bo'yicha tadqiqoti.

[CuCl<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>·[L<sup>1</sup>H]<sub>2</sub><sup>+</sup> tarkibli kompleks birikmaning DQES da 22371 cm<sup>-1</sup> va 36522 sm<sup>-1</sup> sohalarda intensiv chiziqlar namoyon bo'lgan. L<sup>1</sup> bilan Cu(II) ionining kompleks birikmasida <sup>2</sup>E (D<sub>2d</sub>)→<sup>2</sup>B<sub>2</sub> va <sup>2</sup>A<sub>1</sub>→<sup>2</sup>B<sub>2</sub> o'tishlar mavjud bo'lib, bu siqilgan tetraedr tuzilishga mos keladi. Buni yassi kvadrat konfiguratsiyadan siqilgan tetraedrga o'tishda odatda 30000 sm<sup>-1</sup> sohaning 5000 sm<sup>-1</sup> sohaga siljishida ham ko'rish mumkin (ko'rilayotgan kompleksda 36235 sm<sup>-1</sup>).



11-rasm. [CuCl<sub>4</sub>](L<sup>1</sup>H) birikmasining DQES spektri



12-rasm. [CuCl<sub>2</sub>·L<sub>23</sub>] kompleksining DQES spektri

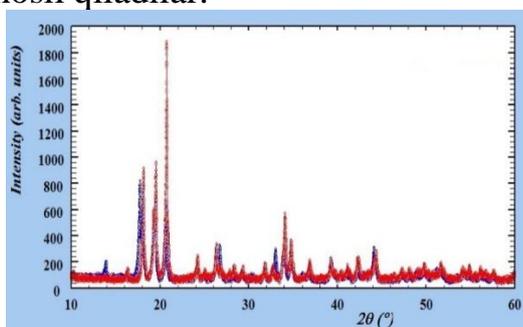
**Besh koordinatali kompleksning simmetriyasini bashorat qilishning muhim jihati shundaki,** D<sub>3h</sub> simmetriya kompleksi uchun 10500–14600 sm<sup>-1</sup> da elektron spektral chiziqlar kamroq energiyada yuqori yutilish intensivligi bilan kuzatiladi. C<sub>4v</sub> simmetriyaning beshta koordinatali komplekslari elektron spektrning 11400–15000 sm<sup>-1</sup> diapazonidagi yuqori energiyali diapazonlarning xarakterli va intensiv yutilishlari bilan ochib beradi.

#### 3-jadval

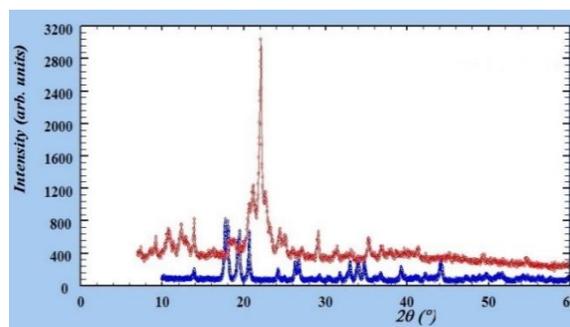
#### Asosiy o'tishlar, chiziqlarning tegishligi va Rak parametrlarini hisoblash natijalari

Kompleks birikma	Nuqtali guruh	Asosiy o'tishlar			Rak parametrlari		B
		v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	v <sub>3</sub>	Dq	B	
[CuCl <sub>4</sub> ](L <sup>1</sup> ) <sub>2</sub>	T <sub>d</sub>	32679	24500	13192	1490	616	0.41
[CuCl <sub>2</sub> (L <sup>2</sup> ) <sub>3</sub> ]	D <sub>3h</sub>	35640	19379	12062	1512	524	0.35
[CuCl <sub>2</sub> ·(L <sup>3</sup> ) <sub>2</sub> ·(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ]	O <sub>h</sub>	34843	14472	12547	1610	973	0.60

Shunday qilib, DQES tadqiq etish natijasida shunday xulosa qilish mumkin: novokain gidroklorid metallar bilan siqilgan tetraedr shaklda, benzokain gidroklorid va salitsilamid 1:2 nisbatda tetraedr va benzokain 1:3 koordinatsiyada siqilgan bipiramida hosil qiladilar.



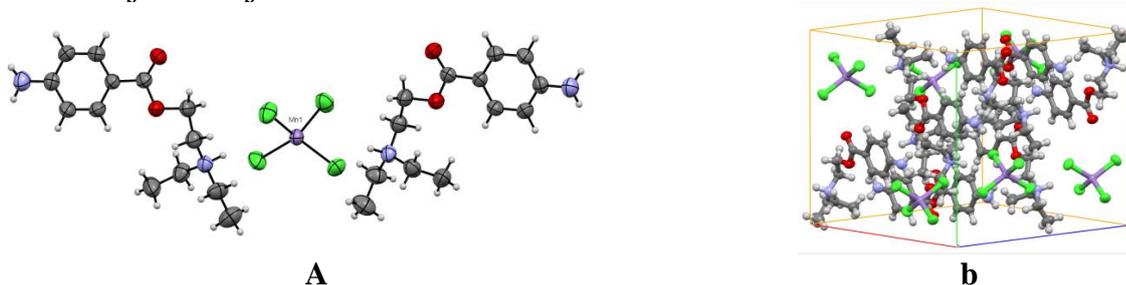
A



b

13-rasm. (a) [MnCl<sub>2</sub>L<sup>3</sup>·H<sub>2</sub>O] va (b) [MnCl<sub>2</sub>(L<sup>3</sup>)<sub>2</sub>·2(H<sub>2</sub>O)] komplekslarining rentgen fazaviy difraktogrammasi

Sintez qilingan birikmalarning tuzilishini isbotlash uchun O‘zR FA Bioorganik kimyo ilmiy tadqiqot institutida rentgen strukturaviy tahlil amalga oshirildi va  $[MnCl_4](L^1-H)_2$  kompleks birikmasining kristallografik xarakteristikalar va strukturaviy tahlil natijalari 4-jadval va 14-rasmda keltirildi.

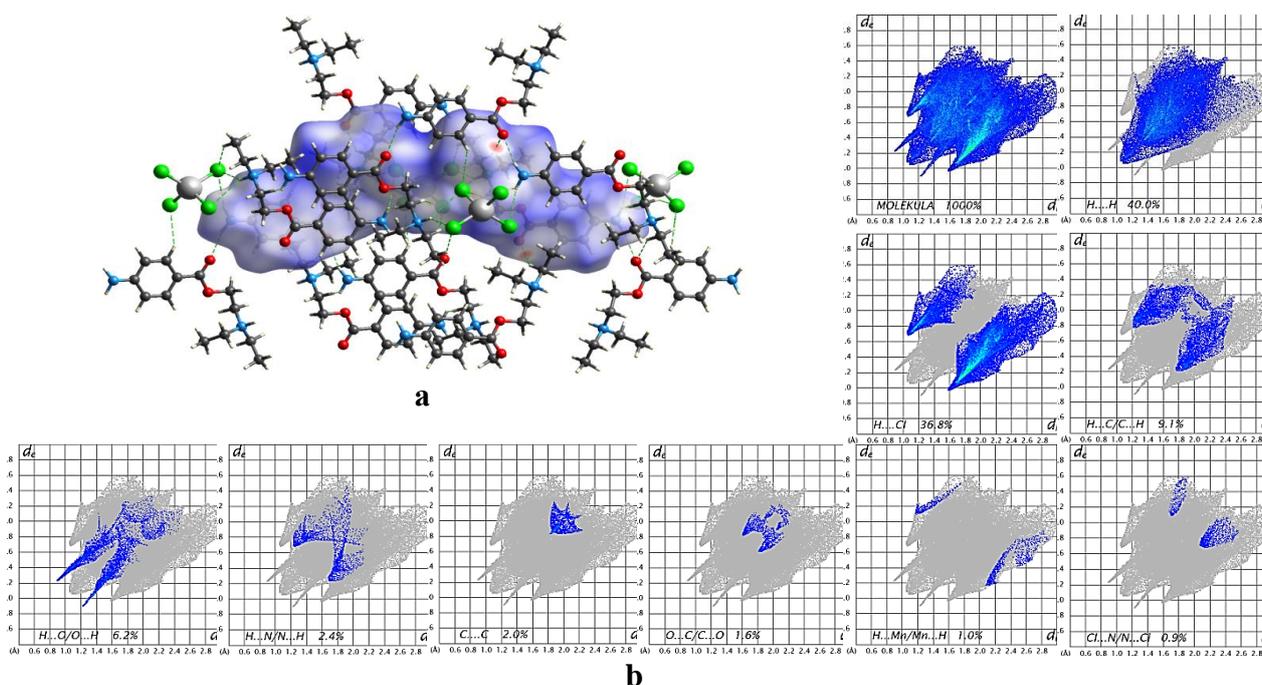


14-rasm.  $[MnCl_4](L^1-H)_2$  kompleks birikmasining molekulyar tuzilishi (a) va uning kristallografik qadoqda joylashuvi

4-jadval

$[MnCl_4](L^1-H)_2$  kompleks birikmaning kristallografik ma’lumotlari va strukturasi qanoq aniqlik kirituvchi parametrlar

Formula	$[MnCl_4](L^1-H)_2$	Kristall o‘lchami, [mm]	0.35×0.25×0.22
Molekulyar massa	671.38	T, °K	293
Singoniya	monoklinik	$\theta$ , °grad.	2,12; 27,00
Fazoviy guruh	I2/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 <sub>int</sub>	0.0753
$\alpha, \beta, \gamma$ , deg	90; 103.8(4); 90	F <sup>2</sup> ≥2σ(F <sup>2</sup> ) Kriteriy	R <sub>1</sub> =0.056
V, Å <sup>3</sup>	3327.9(2)	Parametr	3682
Z	4	Muvofiqlik mezonlari (F <sup>2</sup> )	1404



15-rasm.  $[MnCl_4](L^1-H)_2$  tarkibli kompleksning Hirshfeld sirtlari (a); Hirshfeld barmoq izi diagrammasi (b).

Rentgen strukturaviy tahlillar asosida olingan CIF fayildan foydalangan holda  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  kompleksning Hirshfeld sirt tahlili o'tkazildi (15-rasm). Hirshfeld sirt tahlilari shuni ko'rsatdiki kristallarning qadoqlanishida bir qancha gomo va gidroatomlar o'zari Van-der-Vals ta'sirlari orqali qatnashishi aniqlandi. Unga ko'ra H...H (40.0%), H...Cl/Cl...H (36.8%), H...C/C...H (9.1%), H...O/O...H (6.2%), H...N/N...H (2.4%), C...C (2.0%), O...C/C...O (1.6%), H...Mn/Mn...H (1.0%), Cl...N/N...Cl (0.9%) ta'sirlashuvlar kristall qadoqlashning shakllanishiga asosiy hissa qo'shadi.

Sintez qilingan birikmalarning termik xossalarini aniqlash maqsadida kompleks birikmalar differensial skanirlovchi kalorimetrda 0-700°C (14-rasm) va termik tahlil 10 grad/min tezlik va 0,1g vaznda Paulik-Paulik-Erdey tizimli derivatografiyasi bo'yicha amalga oshirilgan. Xususan  $[\text{FeCl}_2(\text{L}^2)_3]$  kompleksining termik tahliliga ko'ra differensial termogravimetrik analiz egri chizig'i 4 ta egri chiziqdan iborat (16-rasm (a)), (DTGA) (2-egri chiziq) tahlili shuni ko'rsatadiki, DTGA egri chizig'i asosan 1 ta intensiv parchalanish temperatura oralig'idan va 1 ta absorbsiyalanadigan oraliqdan iborat. 71-247°C temperaturada parchalanish jarayoni ketadi. Ikkinchi oraliqda modda yutilish sohasini namoyon etadi. Bu 280-570°C temperaturaga mos keladi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, birinchi parchalanish oralig'ida intensiv parchalanish jarayoni sodir bo'ladi. Bu oraliqda parchalanishning 9,7% miqdori amalga oshadi. Bu derivatografik tadqiqotlar natijasida asosiy massa yo'qolishi 90-300°C oralig'ida kechadi, unda asosiy massaning 10,2%, ya'ni massadan 2,01 mg yo'qoladi. Differensial termogravimetrik analiz egri chizig'i va DSC egri chizig'ining batafsil tahlili 5-jadvalda keltirilgan.

Shuningdek  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^2\text{H})_2$  tarkibli kompleksining derivatogrammasi 4 ta egri chiziqdan iborat (16-rasm (b)). Differensial termogravimetrik analiz egri chizig'i tahlili shuni ko'rsatadiki, DTGA egri chizig'i asosan 2 ta intensiv parchalanish temperatura oralig'ida amalga oshadi. Birinchi parchalanish 112-264°C temperaturaga, ikkinchi parchalanish oralig'i esa 275-578°C temperaturaga mos keladi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, ikkinchi parchalanish oralig'ida intensiv parchalanish jarayoni sodir bo'ladi. Bu oraliqda parchalanishning 32,8% miqdori amalga oshadi. Differensial termogravimetrik analiz egri chizig'i va DSC egri chizig'ining batafsil tahlili 6-jadvalda keltirilgan.

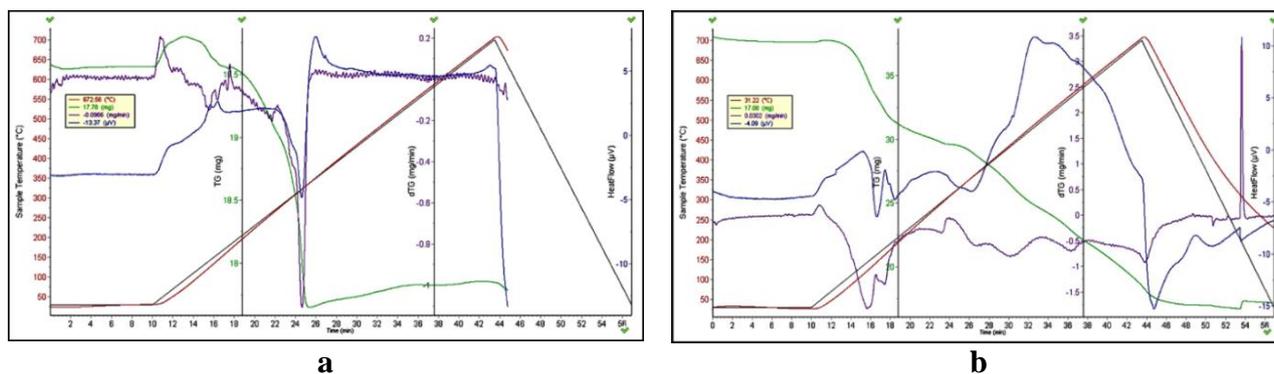
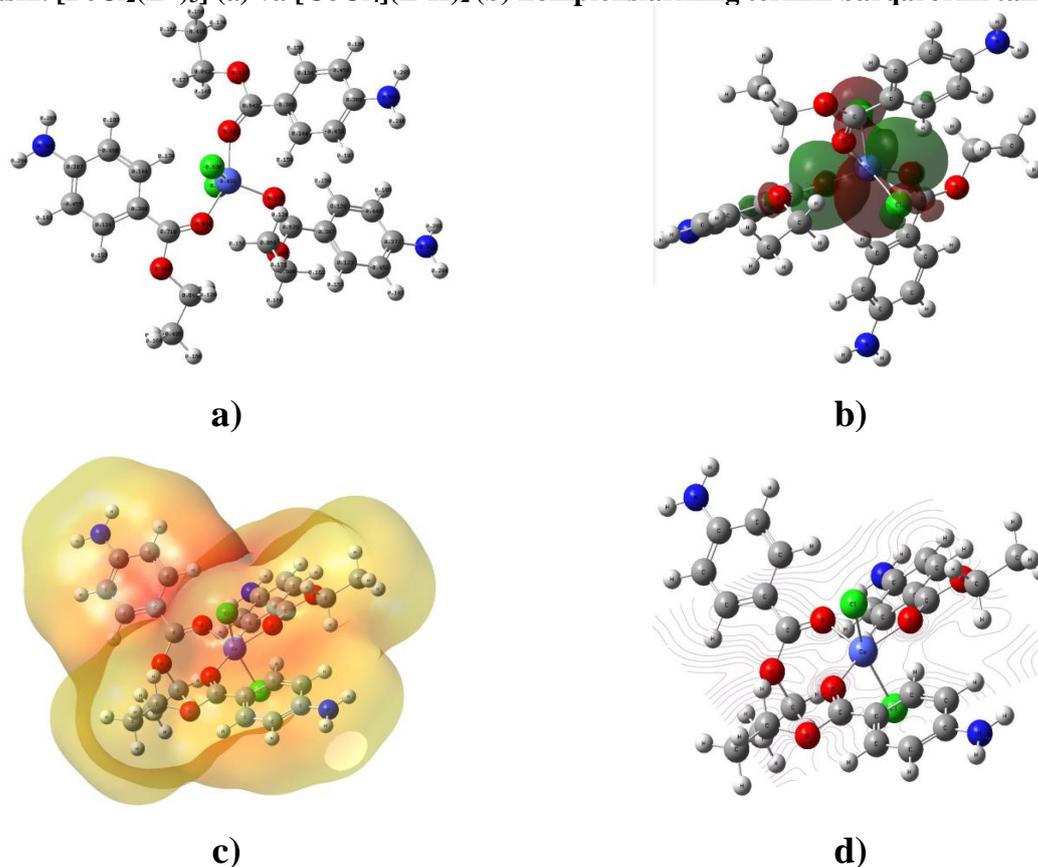
5-jadval

$[\text{FeCl}_2(\text{L}^2)_3]$  kompleksining DTGA va DSK egri chizig'i natijalari tahlili

№	Temperatura, °C	Yo'qotilgan massa, %	Moddaning parchalanish tezligi, mg/min	Sarflanadigan energiya miqdori ( $\mu\text{V}^*\text{c}/\text{mg}$ )
1	50	0,425	0,124	1,40
2	100	0,685	0,365	2,00
3	200	0,925	1,784	2,14
4	300	1,035	1,257	1,78
5	400	2,285	0,214	2,02
6	500	4,569	0,874	1,45
7	600	7,815	0,411	1,59

[CoCl<sub>4</sub>](L<sup>2</sup>H)<sub>2</sub> kompleksining DTGA va DSK egri chizig‘i natijalari tahlili

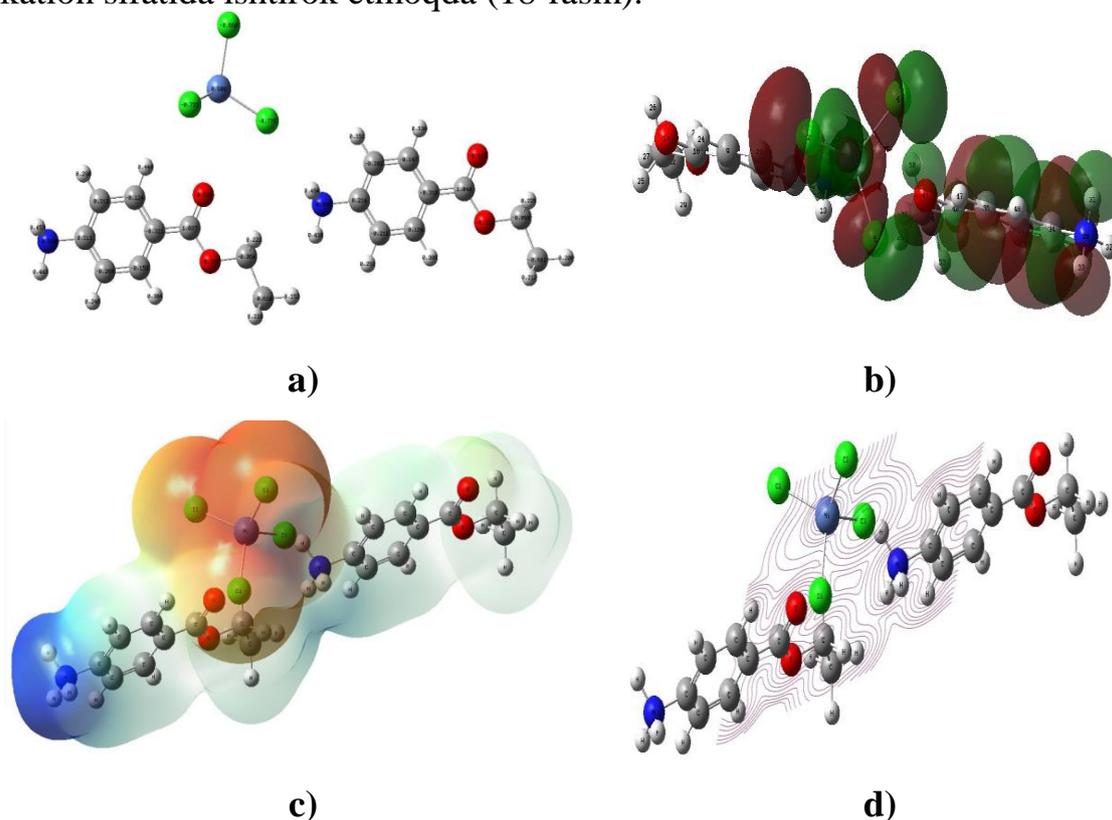
№	Temperatura, °C	Yo‘qotilgan massa, %	Moddaning parchalanish tezligi mg/min	Sarflanadigan energiya miqdori(μV*c/mg)
1	150	0,445	0,124	1,40
2	200	0,85	0,365	2,00
3	250	1,925	1,784	2,14
4	300	2,035	1,257	1,78
5	400	3,285	0,214	2,02
6	500	4,485	0,874	1,45
7	600	8,805	0,411	1,59

16-rasm. [FeCl<sub>2</sub>(L<sup>2</sup>)<sub>3</sub>] (a) va [CoCl<sub>4</sub>](L<sup>2</sup>H)<sub>2</sub> komplekslarining termik barqarorlik tahlili tavrini17-rasm. [CoCl<sub>2</sub>(L<sup>2</sup>)<sub>3</sub>] tarkibli kompleks birikmasining Mulliken zaryadlar taqsimlanishi (a), erkin holatdagi va qo‘zg‘algan holatdagi elektron orbitallari holati (b), molekulyar elektrostatik potentsiali (c) hamda elektron qavatlarini zichligi (d)

Tadqiqotlar davomida kompleks birikmalarning tuzilishini optimal ifodalash uchun kvant-kimyoviy tahlillar ham olib borilgan. Buning uchun Mulliken zaryadlari Gaussian 09 dasturining PM6 yaqinlashuvi natijasida olib borildi va ular atomlar o'rtasidagi bog'lanishlar va elektronlarning qanday taqsimlanganini ko'rib chiqilgan.

$[\text{CoCl}_2(\text{L}^2)_3]$  kompleks birikmasida kobalt markaziy atomi bo'lib, donor ligandlar bilan koordinatsiyalangan. Har bir benzokain molekulasida donor atom ya'ni murakkab efir karbonil guruhi kislorodi orqali kobaltga bog'langan. Donor atomlar (-0.37 va -0.47) zaryadga ega bo'ladi. Bu elektron zichligining kobaltga o'tkazilishini anglatadi (ligand  $\rightarrow$  metall). Ikkita  $\text{Cl}^-$  ionlarida ham manfiy zaryad (-0.538) kuzatiladi, bu yerda kobalt atomining musbat zaryadi 0.498 teng bo'ladi (17-rasm).

Shu bilan birgalikda  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^2\text{H})_2$  kompleks birikmaning tuzilishini optimal ifodalash uchun kvant-kimyoviy tahlillar ham olib borildi. Ushbu birikmada  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  kompleks anioni hosil bo'lgan. Markaziy atom Co(II) ning atrofida to'rtta Cl atomi koordinatsiyalangan (har biri -0.72 dan -0.77 gacha zaryadlangan) va tetraedrik fazoviy holatni egallagan. Bunda kobaltning koordinatsion soni 4 ga mos. Kompleks anion shaklida bo'lib, protonlangan 2 ta benzokain ( $\text{BzH}^+$ ) molekulasida bog'langan. Aminoguruh ( $\text{NH}_3^+$ ) atomlar (zaryad +0.45–0.46 atrofida) va protonlangan holatda, ya'ni kation sifatida ishtirok etmoqda (18-rasm).



18-rasm.  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^2\text{H})_2$  tarkibli kompleks birikmasining Mulliken zaryadlar taqsimlanishi (a), erkin holatdagi va qo'zg'algan holatdagi elektron orbitallari holati (b), molekulyar elektrostatik potentsiali (c) hamda elektron qavatlarini zichligi (d)

Tadqiqotlar davomida sintez qilingan kompleks birikmalarning barqarorligi Babkoning suyultirish usuli bilan komplekslarning barqarorlik konstantasini aniqlash orqali topildi. Buning uchun sig'imi 25,0 ml bo'lgan o'lchov kolbalariga optimal pH (Co va Ni komplekslari uchun  $\text{pH}=6,54$  va Fe, Cu komplekslari uchun  $\text{pH}=4,16$ ) li

uni9ersal bufer eritmalaridan 10,0 ml quyildi; stixiometrik nisbatda reaksiyaga kirishuvchi komponentlar va ularning hajmi distillangan suv bilan kolbaning belgisigacha keltirildi. Eritmalar aralastirildi va optik zichlik (OZ) KFK-2 da, Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) komplekslari uchun  $\lambda=540$  nm da, Cu(II) komplekslari uchun  $\lambda=590$  nm da ( $\ell=2$  sm) o'Ichandi. Solishtirma eritma sifatida metall ionlari bo'lmagan va boshqa komponentlar bo'lgan eritmada foydalanildi. So'ngra komplekslarning eritmaları distillangan suv bilan 2 marta suyultirilib OZ qayta o'Ichandi. O'Ichash natijalari asosida olingan ma'lumotlar 3.22-jadvalda keltirilgan. Olingan ma'lumotlardan kompleks birikmalarning barqarorlik konstantasi ( $K_{\text{barq}}$ ) 1-3 formulalar bo'yicha hisoblandi:

$$\Delta = \frac{A - pA_p}{A} \quad (1) \quad \alpha = \frac{\Delta}{\sqrt{p}-1} \quad (2) \quad \beta_k = \frac{1-\alpha}{\alpha^2 C_M} \quad (3)$$

Natijalarga ko'ra, kompleks birikmalarning barqarorligi Mn(II)<Fe(II)<Co(II)<Ni(II)<Cu(II) qatorida ortadi. Ligandning tabiati ham kompleks birikma hosil bo'lishiga ta'sir ko'rsatadi. Metall xloridlari tarkibidagi xlor ionlari ichki sferaga kirgan.

Barqarorlik konstantasi qiymatlarini taqqoslash shuni ko'rsatadiki, o'rganilgan ligandlar bilan turli nisbatlarda hosil bo'lgan mis komplekslari uchun bu qiymatlar deyarli barcha holatlarda boshqa metallar komplekslariga qaraganda yuqoriligi aniqlandi. Bu Irving-Vilyams qonuniyatiga mos kelishini tasdiqladi. Tajriba natijalari 7-jadvalda keltirildi.

7-jadval

**Fe(II), Co(II), Ni(II) va Cu(II) xloridlarining novokain, benzokain va salisilamid bilan hosil qilgan turli nisbatdagi komplekslarining barqarorlik konstantalarini suyultirish usuli bilan aniqlash natijalari**

№	Kompleks	$C_1 \cdot 10^{-5}$	$A_1$	$C_2 \cdot 10^{-5}$	$A_2$	$K_{\text{barq. (ML}^n)}$ ( $\beta_k$ )	$\lg K_{\text{barq. (ML}^n)}$ ( $\lg \beta_k$ )
1	[MnCl <sub>4</sub> ](L <sup>1</sup> -H) <sub>2</sub>	7,92	0,140	4,58	0,072	4,74·10 <sup>-6</sup>	6,68
2	[CoCl <sub>4</sub> ](L <sup>1</sup> -H) <sub>2</sub>	7,92	0,160	4,58	0,084	1,69·10 <sup>-6</sup>	6,23
3	[NiCl <sub>4</sub> ](L <sup>1</sup> -H) <sub>2</sub>	7,92	0,148	4,58	0,076	5,48·10 <sup>-6</sup>	6,74
4	[CuCl <sub>4</sub> ](L <sup>1</sup> -H) <sub>2</sub>	7,92	0,172	4,58	0,084	6,54·10 <sup>-6</sup>	6,82
5	[FeCl <sub>2</sub> L <sup>2</sup> -H <sub>2</sub> O]	7,92	0,164	4,58	0,084	6,84·10 <sup>-6</sup>	6,84
6	[CoCl <sub>2</sub> L <sup>2</sup> -H <sub>2</sub> O]	7,92	0,212	4,58	0,108	1,07·10 <sup>-7</sup>	7,03
7	[NiCl <sub>2</sub> L <sup>2</sup> -H <sub>2</sub> O]	7,92	0,154	4,58	0,076	2,19·10 <sup>-7</sup>	7,34
8	[CuCl <sub>2</sub> L <sup>2</sup> -H <sub>2</sub> O]	9,60	0,128	3,27	0,078	5,1·10 <sup>-4</sup>	4,70
9	[FeCl <sub>4</sub> ](L <sup>2</sup> -H) <sub>2</sub>	9,60	0,134	3,27	0,080	7,31·10 <sup>-4</sup>	4,86
10	[CoCl <sub>4</sub> ](L <sup>2</sup> -H) <sub>2</sub>	9,60	0,122	3,27	0,052	1,5·10 <sup>-5</sup>	5,12
11	[NiCl <sub>4</sub> ](L <sup>2</sup> -H) <sub>2</sub>	9,60	0,110	3,27	0,062	2,19·10 <sup>-5</sup>	5,34
12	[CuCl <sub>4</sub> ](L <sup>2</sup> -H) <sub>2</sub>	9,60	0,128	3,27	0,072	2,37·10 <sup>-5</sup>	5,37
13	[FeCl <sub>2</sub> (L <sup>2</sup> ) <sub>3</sub> ]	9,60	0,136	3,27	0,060	2,68·10 <sup>-5</sup>	5,42
14	[CoCl <sub>2</sub> (L <sup>2</sup> ) <sub>3</sub> ]	9,60	0,176	3,27	0,078	2,92·10 <sup>-5</sup>	5,46
15	[NiCl <sub>2</sub> (L <sup>2</sup> ) <sub>3</sub> ]	9,60	0,144	3,27	0,080	3,05·10 <sup>-5</sup>	5,49
16	[CuCl <sub>2</sub> (L <sup>2</sup> ) <sub>3</sub> ]	1,16	0,124	4,47	0,068	1,16·10 <sup>-5</sup>	5,06
17	[CoCl <sub>2</sub> L <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O]	1,16	0,136	4,47	0,62	3,87·10 <sup>-5</sup>	5,60
18	[CoCl <sub>2</sub> (L <sup>3</sup> ) <sub>2</sub> ·2(H <sub>2</sub> O)]	1,16	0,146	4,47	0,070	2,05·10 <sup>-6</sup>	6,31
19	[NiCl <sub>2</sub> L <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O]	1,16	0,220	4,47	0,112	5,19·10 <sup>-5</sup>	5,70
20	[NiCl <sub>2</sub> (L <sup>3</sup> ) <sub>2</sub> ·2(H <sub>2</sub> O)]	1,16	0,178	4,47	0,082	5,0·10 <sup>-5</sup>	5,70

Sintezlab olingan kompleks birikmalarning biologik faolligi qishloq xo'jaligi ekinlariga ta'sirini baholash orqali aniqlandi. Unga ko'ra G'o'za chigitlari ekishdan oldin 0,002% li puren (etalon) preparati, 0,01% li MX-3 preparati suvli eritmalari va suv (nazorat) bilan ishlandi. Barcha agrotexnik tadbirlar O'zPITI metodikalari bo'yicha olib borildi.

Rivojlanishning xar bir fazasida kuzatishlar g'o'zaning dastlabki rivojlanish fazalarida puren va MX-3 preparatlar bilan ishlangan o'simliklarda keskin farq bo'lmaganini ko'rsatdi, bunda suv bilan ishlangan chigitlar rivojlanishi sekin bo'ldi. G'unchalash va gullash fazalarida esa MX-3 preparati bilan ishlangan o'simliklar boshqa variantlarga nisbatan tez rivojlanayotgani qayd qilindi hamda o'simliklarda ko'saklarning ochilishi 7-10 kun oldin bo'ldi, puren preparati bilan ishlanganda esa bu ko'satkich 5-7 kunni tashkil qildi (nazoratga nisbatan).

MX-3 stimulyatorini qo'llash natijasida g'o'zada ko'saklar soni nazorat va puren preparatiga nisbatan mos ravishda 12-14% oshishiga olib keldi. Ikki yildagi hosildorlik natijalari 8-jadvalda keltirilgan.

8-jadval

Preparatlarning g'o'za hosildorligiga ta'siri, ts/ga  
(ikki yil davomidagi hosildorlik)

№	Variantlar	2019	2020	Ikki yil uchun o'rtacha	Qo'shimcha
1	Nazorat	25,8	27,4	26,6	-
2	Piren 0,02%	27,8	28,5	28,2	2,5
3	MX-3 0,02%	28,9	30,5	29,7	3,1

Shunday qilib, piren va MX-3 preparatlarini qo'llash hosildorlikni nazoratga nisbatan 10-11% ga ortishiga olib keladi, har gekardan 2,5 va 3,1 sentner qo'shimcha hosil olish mumkin bo'ladi.

Komplekslarning fiziologik faolligi bir necha omillar bilan bog'liqdir. Organik ligandlar metall ionlarini barqaror holatda ushlab turib, ularning tuproqda yuvilib ketishini oldini oladi. Bundan tashqari, ligandlar o'simlik ildiz tizimlari bilan o'zaro ta'sirga kirishib, metall ionlarining membranalardan o'tishini yengillashtiradi. Ta'kidlash joizki, komplekslangan shakldagi metall ionlarining sekin ajralishi ularning toksik ta'sirini kamaytiradi, chunki erkin ionlar fermentlar faolligini pasaytirishi mumkin.

MX-3 preparatining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan jihatlari sifatida komplekslarning suvda eruvchanligi, pH ga nisbatan barqarorligidir. Komplekslangan shakldagi metall ionlari o'simlik hujayralarida fermentativ reaksiyalarga faolroq ishtirok etadi, bu esa fotosintez jarayonini yaxshilaydi. Bunday komplekslar asosida yaratilgan yangi preparatlar qishloq xo'jaligida o'simliklar uchun zarur mikroelementlarni ta'minlovchi maxsus o'g'itlar sifatida qo'llanish istiqbollari ega bo'lib, ular an'anaviy o'g'itlarga nisbatan yuqori samaradorlik va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi.

## XULOSA

1. Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II), Cu(II) xloridlari bilan aminobenzoy va gidroksibenzoy kislota hosilalarining 25 ta yangi komplekslari sintez qilindi va ularning tarkibi, tuzilishi va xossalari elementar, differensial termik, rentgen fazasi, strukturaviy tahlillar, IQ-, elektron spektroskopiya va skanerli elektron mikroskopiya yordamida aniqlandi.

2. Kompleks birikmalar sintez qilishning maqbul sharoitlari: novokain asosida faqat 1:2, benzokain bilan 1:2, 1:3, salitsilamid bilan esa 1:1, 1:2 mol nisbatlarida kompleks birikmalar hosil bo'lishi aniqlandi hamda gidrosibenzoy kislota hosilalari bilan olingan 1:2 mol nisbatdagi komplekslarning anion tipda ekanligi, salitsilamid esa neytral tipdagi kompleks hosil bo'lishi kuzatildi.

3. IQ-spektrlarining yutilish sohasini tahlil qilishda novokain gidroxlorid va benzokain gidroxlorid 3d- metallar tuzlari bilan anion komplekslar hosil qilishi, benzokain va salitsilamid komplekslari esa karbonil guruhi kislorodi hisobiga koordinatsiyalanishi isbotlandi.

4. Diffuz qaytarilishning elektron spektrlari tahlili yordamida sintez qilingan koordinatsion birikmalarning geometriyasi novokain gidroxlorid bilan hosil qilgan kompleks birikma siqilgan tetraedr, benzokain va salitsilamid 1:2 nisbatda hosil qilgan kompleks tetraedr, 1:3 nisbatda benzokain esa markaziy atomning koordinatsion soni 5 ga teng bo'lgan trigonal-bipiramida geometriyasiga ega bo'lishi isbotlandi.

5. Ilk bor rentgen strukturaviy analiz yordamida aniqlangan  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  tarkibli kompleks birikmaning tuzilishi haqidagi ma'lumotlar Kembrij kristallografik ma'lumotlar bazasiga №2465102 depozit raqamlari bilan ro'yxatdan o'tkazildi.

6. Sintez qilingan  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$ ,  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (MX-3 stimulyatori) kompleks birikmalar qishloq xo'jaligi ekinlarini sho'rlangan tuproqlarda urug'ning unib chiqish xususiyatini oshiruvchi ta'sirga ega ekanligi aniqlandi va MX-3 stimulyatori amaliyotga joriy etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc.03/30.12.2019.К.01. 03ПРИ  
НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

---

**ХОРЕЗМСКАЯ АКАДЕМИЯ МАЪМУНА**

**МАТМУРОВОДА ФЕРУЗА КУРБОНБОВНА**

**КОМПЛЕКСЫ СОЛЕЙ Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) И Cu(II) С  
ПРОИЗВОДНЫМИ ГИДРОКСИ- И АМИНОБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ**

**02.00.01-Неорганическая химия**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2023.3.PhD/K323.**

Диссертация выполнена в Хорезмской академии Мамуна.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Ученого совета ([ik-kimyو.nuu.uz](http://ik-kimyو.nuu.uz)) и на Информационно-образовательном портале "ZiyoNET" ([www.ziyo.net.uz](http://www.ziyo.net.uz)).

Научный руководитель: **Хасанов Шодлик Бекпулатович**  
кандидат химических наук, старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:** **Рафиков Адхам Салимович**  
Доктор химических наук, профессор

**Касимов Шерзод Абдизоирович**  
Доктор химических наук, профессор

**Ведущая организация:** **Институт общей и неорганической химии  
Академии наук Республики Узбекистан**

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета под номером DSc.03/30.12.2019.K.01.03 в Национальном университете Узбекистана \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_\_ часов. Адрес 100174, г.Ташкент, ул. Университетская, 4 Тел. (99871) 246-07-88; (99871) 227-12-24, Факс: (+99871) 246-53-21.). e.mail: [ilmiy\\_kengash@nuu.uz](mailto:ilmiy_kengash@nuu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Центре информационных ресурсов Национального университета Узбекистана (зарегистрирован под номером \_\_\_\_\_). Адрес 100174, г.Ташкент, ул. Университетская, 4 Тел. (99871) 246-07-88; (99871) 227-12-24, Факс: (+99871) 246-53-21.

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_\_ » февраль 2025 года. (Реестр за № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » февраль 2025 года).

**З. А. Сманова**  
Председатель научного совета по  
присуждению учёных степеней,  
д.х.н., профессор

**Н.Х. Кутлимуротова**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению учёных степеней,  
д.х.н., профессор

**Ш.А.Кадирова**  
Председатель научного семинара при  
научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.х.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации** С ростом численности населения в мире с каждым днём увеличивается потребность в качественной, экологически чистой и устойчивой к различным заболеваниям продукции растительного происхождения. Для удовлетворения этой потребности актуальным становится использование биологически активных соединений, способствующих ускорению роста растений, укреплению их иммунной системы и повышению агротехнической эффективности. Особенно выделяются регуляторы роста, защитные средства и агрохимические катализаторы на основе комплексных соединений, которые, несмотря на применение в малых дозах, характеризуются высокой эффективностью и низкой токсичностью.

В мире ведутся масштабные научные исследования по синтезу металлокомплексных соединений на основе d-металлов, установлению закономерностей «состав – строение – свойства», а также подтверждению состава комплексных соединений. Особое научное значение имеет определение теоретических основ комплексообразования 3d-металлов с производными гидрокси- и аминобензойных кислот и улучшение их физико-химических свойств.

В нашей республике данные комплексы играют важную роль в решении таких проблем, как загрязнение воды и почвы, устойчивость инфекций в сельском хозяйстве к антибиотикам, а также промышленные проблемы, посредством внедрения недорогих, эффективных и локальных технологических решений.

«Стратегия развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы» ставит важные задачи, направленные на «увеличение доходов крестьян и фермеров не менее чем в 2 раза за счет интенсивного развития сельского хозяйства на научной основе, и увеличение ежегодных темпов прироста сельского хозяйства не менее чем до 5 процентов». Соответственно, важно получать комплексные соединения металлов меди и марганца с органическими лигандами, содержащими азот и кислород, и синтезировать на их основе препараты, ускоряющие процесс прорастания растений, повышающие их урожайность, повышающие их устойчивость и толерантность к негативному воздействию различных заболеваний.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Указе Президента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 года № УП-5853 «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020 — 2030 годы», и Постановлении Президента Республики Узбекистан от 12 августа 2020 года №ПП-4805 «О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки по направлениям химия и биология», а также в других нормативных актах, связанных с этой деятельностью.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VII. «Химическая технология и нанотехнология».

**Степень изученности проблемы.** В мировой науке координационные соединения 3d металлов с производными амино- и гидроксibenзойной кислоты рассмотрены в работах таких ученых, как Jasud S., Warad Sh., Rahul S., Jagdale G., Zinjad Sh., Mohammad Azarkish, Alireza Akbari, Tahereh Sedaghat, Jim Simpson, Schake A.R., Vincent J.B., Li Q., Boyd P.D.W., Folting K., Huffman J.C., Hendrickson D.N., Christou G.B. результате исследований был проведен синтез гомо- и гетерометаллических координационных соединений, проанализированы их строение, химические и некоторые физические свойства. В странах СНГ координационными соединениями и внедрениями их на практику занимались научные группы и школы таких ученых, как Н.С.Ахмадуллина, С.Е.Нефедов (Одесса), Н.Ю.Козицына (Россия), А.В.Гавриков. (Звеногород), Г.В.Цинцадзе (Тбилиси). Учеными проведен научных анализ ряда работ по строению, составу, свойствам и биологической активности комплексных соединений.

В нашей республике исследования по синтезу, строению и свойствам координационных соединений проводились учеными под руководством Н.А.Парпиева, Ш.А.Кадыровой, Т.А.Азизова, Х.Т.Шарипова, Б.В.Умарова, О.Ф.Ходжаева, Ш.Ш.Даминова, З.Ч.Кадырова, а также исследуются фундаментальные и практические аспекты.

Анализ литературных источников показывает, что, несмотря на масштабные эксперименты по изучению комплексов 3d-металлов с производными аминобензойной кислоты и полученные результаты, металлы Cu, Mn, которые можно получить с новокаиновыми и бензокаиновыми комплексами, имеют биологические свойства. недостаточно изучены с точки зрения состава, строения, свойств. Поэтому синтез новых координационных соединений, содержащих производные аминобензойной кислоты и салициламид в качестве лиганда, исследование их физико-химических и биологических свойств представляет особый научный интерес.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.**

Диссертационная работа выполнена в рамках прикладного проекта ПЗ-2017092435 «Возделывание лекарственных растений в условиях Хорезмской области и получение биологически активных добавок на их основе» (2018-2020 гг.) в рамках научных исследований Хорезмской академии Маъмуна.

**Цель исследования** – Целью исследования является изучение комплексов, синтезированных из солей Mn (II), Fe (II), Co (II), Ni (II) и Cu (II) с производными гидрокси- и аминобензойных кислот.

**Задачи исследования:**

- синтез комплексных соединений солей Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II) с новокаином, бензокаином и салициламидом;
- определение состава, строения и физико-химических свойств комплексных соединений современными физико-химическими методами и их анализ;
- определение энергетических и геометрических параметров, электронного строения и реакционной способности комплексов 3d-металлов с производными аминобензойной кислоты и салициламидом квантово-химическими методами.

- изучение биологическую активность синтезированных соединений и определить области применения.

**Объектом исследования** являются производные аминокислоты и гидроксibenзойной кислоты, соли Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II) и синтезированные на их основе координационные соединения, хлопчатник.

**Предметом исследования** является изучение координационных соединений ряда промежуточных солей металлов с аминокислотными и гидроксibenзойными производными кислот, методов синтеза, состава, строения, индивидуальности, физико-химических и биологических свойств.

**Методы исследования:** рентгенофазового анализа, ИК- и диффузно-отражательной электронной спектроскопии, рентгенофлуоресцентного анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии, структурного анализа, элементного, энергодисперсионного, термического анализа и квантово-химических расчетов

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

- синтезировано 25 новых координационных соединений производных аминокислоты и гидроксibenзойной кислоты с солями Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II);

- Индивидуальность синтезированных координационных соединений была установлена с помощью методов элементного и термического анализа, электронной и ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализа, а также СЭМ-ЭДС. В результате, по сравнению с ИК-спектроскопическим анализом лигандов, были обнаружены изменения в области коротких длин волн  $700\text{--}400\text{ см}^{-1}$  в ИК-спектрах комплексных соединений. Кроме того, были выявлены изменения фаз при рентгенофазовом анализе и изменения микроструктур при СЭМ-ЭДС анализе.

- Проведен рентгеноструктурный анализ и доказано, что кристаллическая структура  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  имеет форму сжатого тетраэдра. Кристаллические характеристики этого комплекса показали, что длина связи между  $[\text{MnCl}_4]^{2-}$  и  $\text{NH}^+$  составляет  $1,70\text{--}1,80\text{ \AA}$ ;

- На основе анализа спектров диффузного отражения электронов доказано, что в таких комплексах в результате нахождения центрального атома в трех одинаковых энергетических состояниях наблюдается эффект Яна-Теллера, и как следствие, геометрия образующихся комплексов искажается, меняясь с октаэдрической формы на тетраэдрическую.

- На основе соединений меди и марганца, которые считаются биометаллами, и новокаина гидрохлорида  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$ ,  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  создан стимулятор МХ-3, который ускоряет прорастание семян хлопчатника, повышает устойчивость растения к различным заболеваниям и увеличивает его урожайность.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

- выявлены благоприятные условия для синтеза новых координационных соединений производных аминокислоты и гидроксibenзойной кислоты с солями Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II);

- МХ-3 испытан в экспериментальных и полевых условиях как стимулятор, стимулирующий прорастание, рост и развитие, цветение и плодоношение семян хлопчатника;

- Было обнаружено, что помимо смачивания семян, МХ-3 не оказывает отрицательного воздействия на опылителей при распылении на растения во время цветения, а также уничтожает вредных насекомых, таких как белокрылки и тля.

**Достоверность результатов исследований** подтверждено современными методами исследования, такими как электронный, ИК-спектроскопический, элементный, рентгенофазовый, рентгеноструктурный, дериватографический и биологический анализы, а также квантово-химические расчеты. Выводы сделаны на основе анализа экспериментальных результатов

**Научная и практическая значимость результатов исследования** Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что в республике определены оптимальные условия синтеза новых координационных соединений производных amino- и гидроксibenзойной кислоты с солями Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II), получены результаты определения состава, структуры, устойчивости и свойств новых комплексных соединений и сделаны выводы на основе результатов современных физико-химических методов анализа, а химия координационных соединений теоретически обогатилась новыми материалами.

Практическая значимость результатов исследований определяется тем, что на основе соединений меди и марганца, считающихся биометаллами, и новокаина гидрохлорида  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_4$ ,  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  создан стимулятор МХ-3, обладающий свойством повышать энергию прорастания семян сельскохозяйственных культур за счет вывода их из стрессового состояния засоления, а методы синтеза и полученные теоретические материалы использованы при выполнении государственных научно-технических проектов.

**Внедрение результатов исследования.** На основании научных результатов, полученных по синтезу новых координационных соединений Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II) солей производных amino- и оксибензойной кислоты и определению их физико-химических и биологических свойств:

На основании данных, полученных в результате изучения кристаллической структуры комплексного соединения, синтезированного в присутствии  $\text{L}^1\text{HCl}$  и хлорида Mn (II), методом рентгеноструктурного анализа, соединение состава  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  было внесено в Кембриджскую базу данных кристаллов (CCDC) под депозитным номером 2465102 (справка получена 17.06.2025 В центре комплекса расположение иона Mn(II) в тетраэдрическом окружении и его взаимодействие с лигандами были подтверждены с помощью точной кристаллической структуры.

синтезированные комплексные соединения использовались в прикладном проекте № ФЗ-20200929348, выполняемом в 2022-2026 гг. в Институте общей и неорганической химии по теме «Строение надмолекулярных комплексов на основе фенолоксилов и их защита растений от абиотических и биотических отрицательных эффектов», при:

- изучение действия синтезированных новых биостимуляторов на растения, их устойчивость к абиотическим и биотическим факторам (справка № 1-10/8-767 Института общей и неорганической химии АН РУз от 24 июля 2023 г.).

Стимулятор МХ-3 был внедрен в практику на полях дехканских фермерских хозяйств "Дилшоджон Акбаржон" и "Гурур" Янгибазарского района Хорезмской области. (справка Минсельхоза Республики Узбекистан от 14 апреля 2023 г. № 05/05-1658). В результате использования стимулятора МХ-3 ускоряется прорастание хлопчатника на 1-2 дня, сокращается созревание урожая на 2-3 дней и увеличивается урожайность на 10-11%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были доложены и обсуждены на 8 научно-практических конференциях, в том числе на 5 международных и 3 республиканских.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, из них 6 научных статей, в том числе 4 в республиканских и 2 международных журналах, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 119 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** показана актуальность темы, установлены цели и задачи исследования, определены объекты и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетам науки и техники Республики Узбекистан, показана теоретическая и практическая значимость полученных результатов, обоснована достоверность полученных результатов, приводится теоретическая и практическая значимость полученных результатов, дана информация о внедрении результатов исследований, опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации **«Комплексы amino- и гидроксibenзойных кислот и их производных с металлами (обзор литературы)»** посвящена работам по координационным соединениям amino- и гидроксibenзойной кислоты и их производных с металлами. Проанализированы комплексы amino- и гидроксibenзойной кислот и их производных с солями Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II), а также установлено что, координационные соединения с некоторыми производными amino- и оксibenзойных кислот были недостаточно изучены.

Во второй главе диссертации **«Синтез комплексных соединений солей Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) и Cu(II) с aminoбензойной и гидроксibenзойной кислотами (экспериментальная часть)»** приведены методы синтеза соединений, результаты элементного анализа синтезированных соединений с использованием сканирующей электронной микроскопии.

Для синтеза комплексных соединений гидроклориды лигандов были тщательно растворены в воде. Полученные растворы были обозначены и медленно добавлены к водному раствору солей металлов при постоянном

перемешивании на магнитной мешалке в течение определённого времени. Полученный прозрачный раствор был помещён в термостат с постоянной температурой и под вытяжной шкаф. Через определённое время из всех синтезов, после испарения растворителей, были получены сухие кристаллические продукты (рисунки 1–4).

Гидрохлорид бензокаина был растворён в воде. К раствору добавляли гидроксид натрия по каплям до достижения pH в пределах 8–9. В результате осадился нейтральный бензокаин. Образовавшийся осадок был отфильтрован, дважды промыт водой и высушен. Хлорид металла (M(II)) в количестве 0,01 моль и бензокаин (0,03 моль) смешивали в 15 мл уксусной кислоты и нагревали при перемешивании до полного растворения осадка (~1,5 часа). Раствор фильтровали и оставляли при комнатной температуре под вытяжным шкафом. Через 14 дней в сосуде образовались кристаллы. Полученные кристаллы были промыты этанолом и высушены.

Для определения состава полученных соединений был проведён элементный анализ (таблицы 1 и 2). Содержание металла в синтезированных соединениях определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, а содержание хлора - аргентометрическим методом путём осаждения ионов хлорида ионами серебра. Кроме того, состав соединений был определён методом СЭМ-ЭДС.

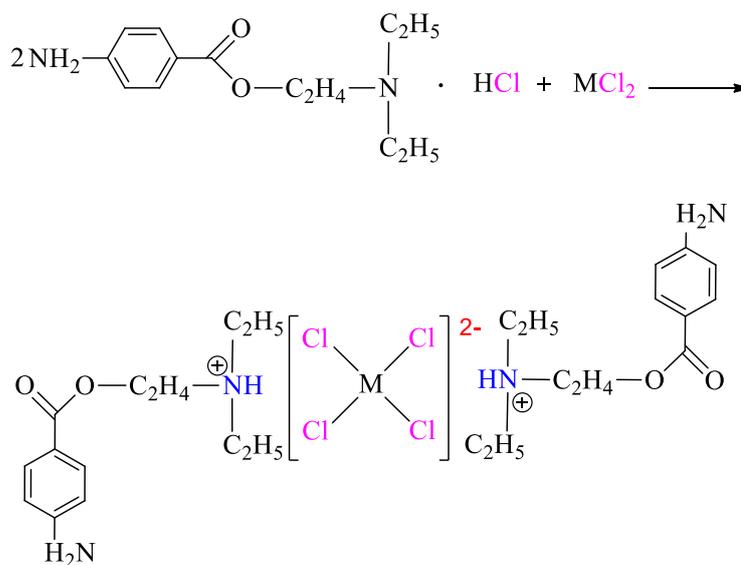


Рисунок 1. Комплексное соединение  $MCl_2$  с новокаином гидрохлоридом  $[MCl_4] (L^1H)_2$ .

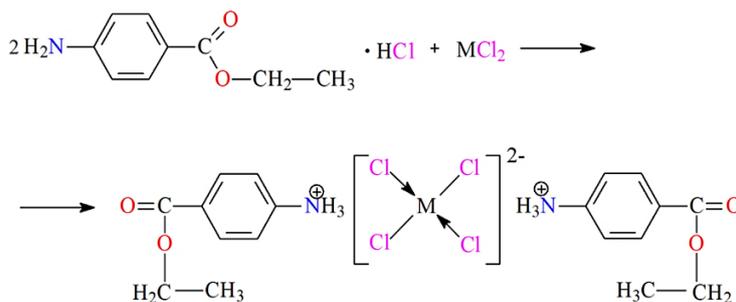


Рисунок 2. Комплексное соединение  $MCl_2$  с бензокаином гидрохлоридом  $[MCl_4] (L^2H)_2$ .

Таблица 1

Результаты элементного анализа комплексных соединений на основе  $L^1HCl$ 

№	Соединение	M		C		N		H		Cl		Выход, %
		Вычислено	Найдено									
1	$[MnCl_4](L^1-H)_2$	8.19	7.95	46.49	45.10	8.34	8.09	6.26	6.07	21.16	20.52	76
2	$[FeCl_4](L^1-H)_2$	8.33	8.08	46.42	45.03	8.33	8.08	6.25	6.06	21.13	20.50	74
3	$[CoCl_4](L^1-H)_2$	8.74	8.48	46.22	44.83	8.30	8.06	6.22	6.04	21.03	20.41	76
4	$[NiCl_4](L^1-H)_2$	8.74	8.48	46.22	44.83	8.30	8.06	6.22	6.04	21.03	20.41	76
5	$[CuCl_4](L^1-H)_2$	9.41	9.13	45.88	44.51	8.23	7.99	6.17	5.99	20.88	20.25	67

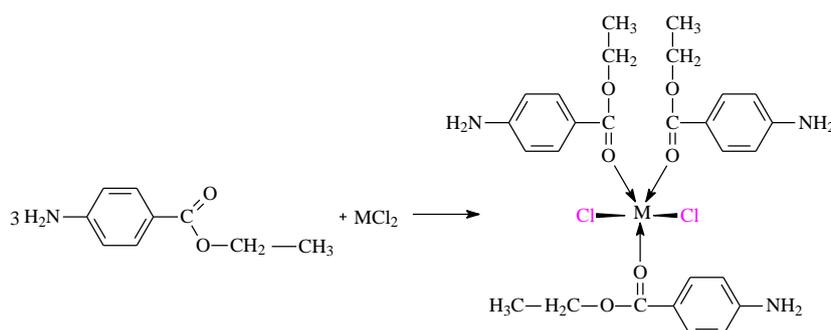
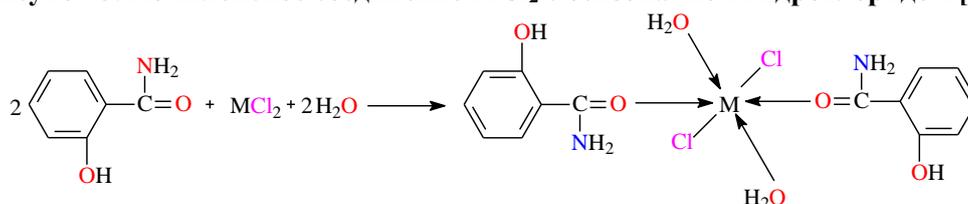
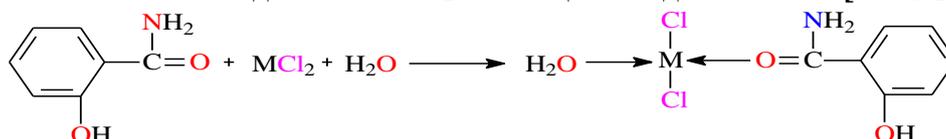
Рисунок 3. Комплексное соединение  $MCl_2$  с бензокаином гидрохлоридом  $[MCl_2(L^2)_3]$ .Рисунок 4. Комплексное соединение  $MCl_2$  с салициламидом состава  $[MnCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$ Рисунок 5. Комплексное соединение  $MCl_2$  с салициламидом состава  $[MnCl_2L^3 \cdot H_2O]$ 

Таблица 2

## Результаты элементного анализа комплексных соединений на основе салициламида

№	Соединение	M		C		N		H		Cl		Выход, %
		Вычислено	Найдено									
1	$[MnCl_2L^3 \cdot H_2O]$	19.57	18.99	29.89	28.99	4.98	4.83	3.20	3.11	25.27	24.51	76
2	$[MnCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	12.61	12.24	38.53	37.37	6.42	6.23	4.13	4.00	16.28	15.80	87
3	$[FeCl_2L^3 \cdot H_2O]$	19.86	19.26	29.79	28.89	4.96	4.81	3.20	3.10	25.17	24.42	73
4	$[FeCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	12.81	12.43	38.44	37.29	6.40	6.21	4.12	3.99	16.25	15.76	78
5	$[CoCl_2L^3 \cdot H_2O]$	20.70	20.08	29.47	28.59	6.31	6.12	3.16	3.06	24.91	24.16	74
6	$[CoCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	13.41	13.00	38.18	37.03	6.36	6.17	4.09	3.97	16.14	15.65	81
7	$[NiCl_2L^3 \cdot H_2O]$	20.70	20.08	29.47	28.59	6.31	6.12	3.16	3.06	24.91	24.16	71
8	$[NiCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	13.41	13.00	38.18	37.03	6.36	6.17	4.09	3.97	16.14	15.65	78
9	$[CuCl_2L^3 \cdot H_2O]$	22.07	21.41	28.96	28.10	4.83	4.68	3.10	3.01	24.48	23.75	86
10	$[CuCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	14.38	13.95	37.75	36.62	6.29	6.10	4.04	3.92	15.95	15.48	81

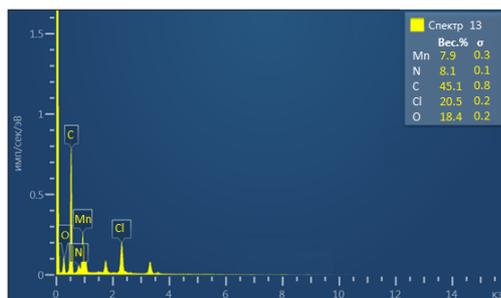
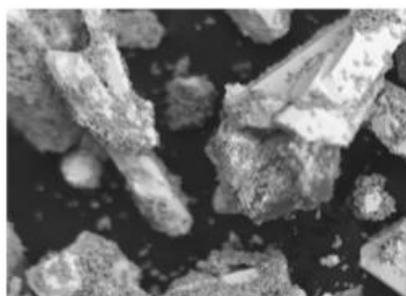


Рисунок 6. Микроструктура комплекса  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  и результаты ЭДА

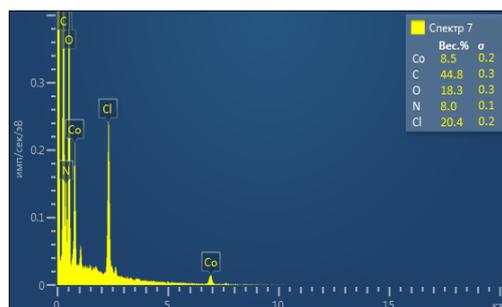
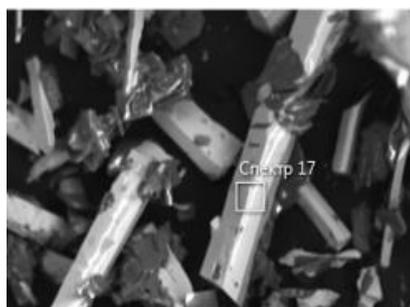


Рисунок 7. Микроструктура комплекса  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  и результаты ЭДА

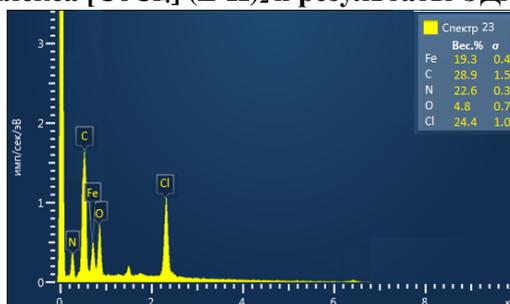
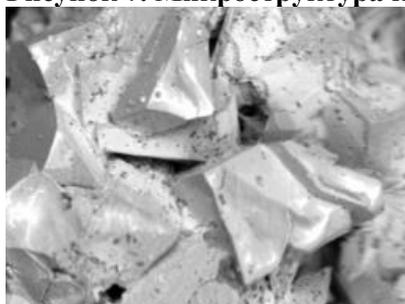
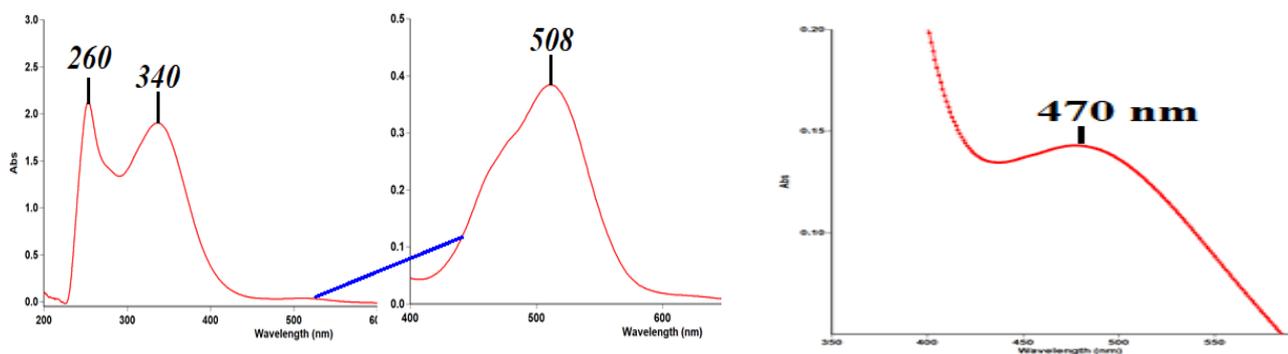


Рисунок 8. Микроструктура комплекса  $[\text{FeCl}_2 \text{L}^3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$  и результаты ЭДА

В третьей главе диссертации “Анализ и обсуждение комплексных соединений солей Mn (II), Fe (II), Co (II), Ni (II) и Cu (II) с аминобензойной и гидроксibenзойной кислотами” приведен анализ комплексных соединений солей переходных металлов с амино- и гидроксibenзойными кислотами. Строение полученных соединений изучено с помощью рентгенофазового, рентгеноструктурного, УФ- и ИК-спектроскопического анализа. Также проанализированы спектры диффузного отражения синтезированных соединений, определена их устойчивость к термическому воздействию, установлены энергетические и геометрические параметры молекул с помощью квантово-химического анализа.

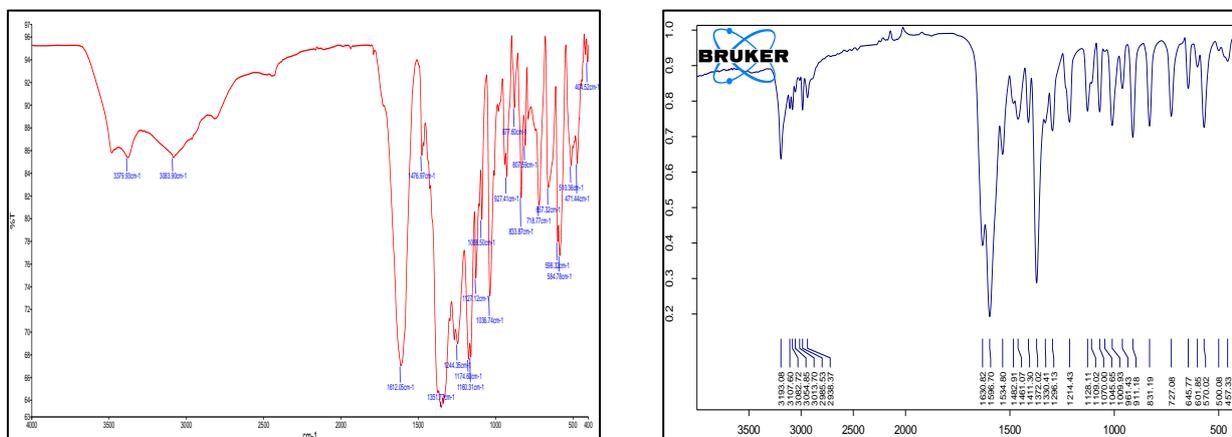
Согласно УФ-спектроскопическому анализу комплекса  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$ , синтезированного с новокаиновым гидрохлоридом, при длине волны  $\lambda_{\text{max}} = 508$  нм в видимой области наблюдаются d-орбитальные переходы в ионе  $\text{Mn}^{2+}$  типа  ${}^4\text{T}_1 \rightarrow {}^6\text{A}_1$ . Также обнаружены p→p переходы в ароматическом кольце лиганда при длине волны  $\lambda_{\text{max}} = 340$  нм и n→p переходы в карбонильной группе при длине волны  $\lambda_{\text{max}} = 260$  нм (рис.10 (a)). Аналогичные d→d переходы в комплексе  $[\text{FeCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  наблюдались при  $\lambda_{\text{max}} = 470$  нм. В ионе  $\text{Fe}^{2+}$  электронный переход для  $d^6$  происходит как  $\text{E} \rightarrow \text{T}_2$ , что свидетельствует о том, что центральный ион

$\text{Fe}^{2+}$  в комплексе является высокоспиновым, а сам центральный ион имеет тетраэдрическую конфигурацию (рис.9 (б)).



**Рисунок 9. УФ-спектр комплексов  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (а) и  $[\text{FeCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (б)**

В ходе исследований структура соединений также определялась методами ИК-спектроскопии, согласно которым в соединениях, синтезированных с гидрохлоридом новокаина, проявлялись сложные анионные спектры поглощения, характерные для  $[\text{MCl}_4]^{2-}$ , при  $420\text{-}450\text{ см}^{-1}$ . Кроме того, спектры поглощения, наблюдаемые в области  $3300\text{-}3100\text{ см}^{-1}$ , свидетельствуют о наличии группы  $\text{NH}^+$ . Исходя из этого, можно сделать вывод, что при взаимодействии лиганда  $\text{L}^1\text{H}$  с хлоридами металлов образуются комплексные соединения, состоящие из аниона  $[\text{MCl}_4]^{2-}$  и катиона  $[\text{L}^1\text{H}]^+$  (рис. 10).



**Рисунок 10. ИК-спектр полученных комплексных соединений  $[\text{CuCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  и  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$**

**Исследование синтезированных комплексных соединений методом ЭСДО.** В спектре ЭСДО комплексного соединения состава  $[\text{CuCl}_4]^{2-} \cdot [\text{L}^1\text{H}]_2^+$  проявились интенсивные линии в областях  $22371\text{ см}^{-1}$  и  $36522\text{ см}^{-1}$ . В комплексном соединении  $\text{Cu}$  (II) с  $\text{L}^1$  присутствуют переходы  ${}^2\text{E}(\text{D}_{2d}) \rightarrow {}^2\text{B}_2$  и  ${}^2\text{A}_1 \rightarrow {}^2\text{B}_2$ , что соответствует структуре сжатого тетраэдра. Это также можно наблюдать в смещении области  $30000\text{ см}^{-1}$  в область  $5000\text{ см}^{-1}$  при переходе от плоской квадратной конфигурации к сжатому тетраэдру (в рассматриваемом комплексе  $36235\text{ см}^{-1}$ ).

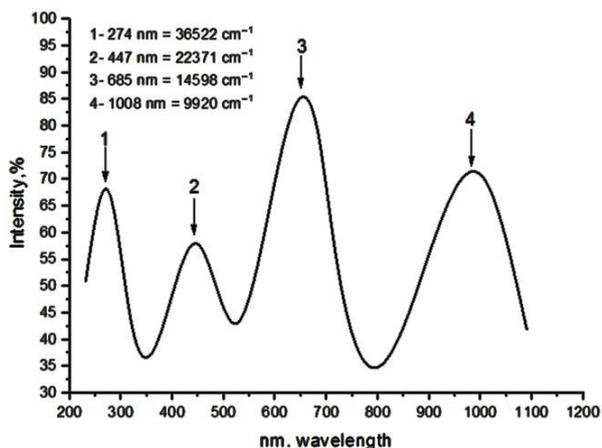


Рисунок 11. Электронные спектры соединения  $[\text{CuCl}_4]^{2-} \cdot [\text{L}^1\text{H}]_2^+$ .

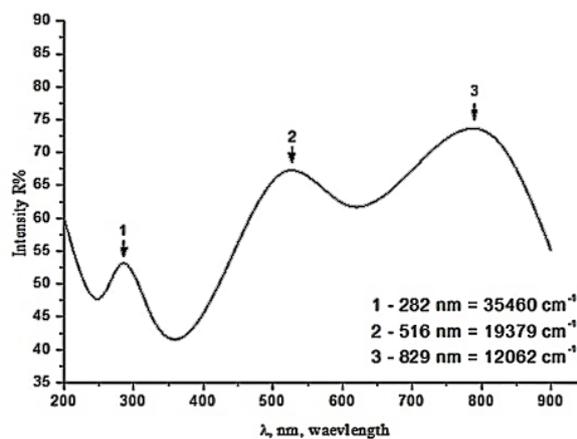


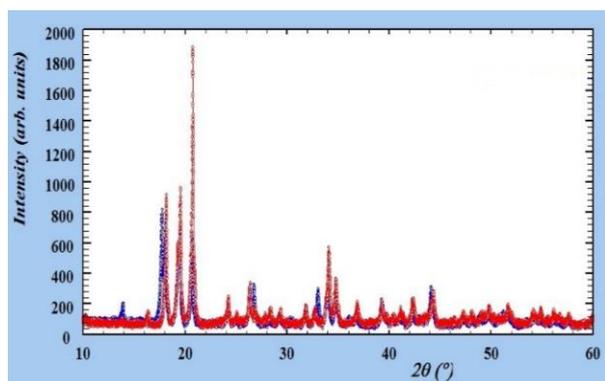
Рисунок 12. ЭСДО спектры комплекса  $[\text{CuCl}_2 \cdot \text{L}^3]$ .

Важным аспектом прогнозирования симметрии пятикоординатного комплекса является то, что для комплекса с симметрией  $D_{3h}$  электронные спектральные линии в диапазоне  $10500\text{--}14600\text{ см}^{-1}$  наблюдаются с высокой интенсивностью поглощения при меньшей энергии. Пятикоординатные комплексы с симметрией  $C_{4v}$  характеризуются высокой интенсивностью поглощения в высокоэнергетических диапазонах электронного спектра в интервале  $11400\text{--}15000\text{ см}^{-1}$ .

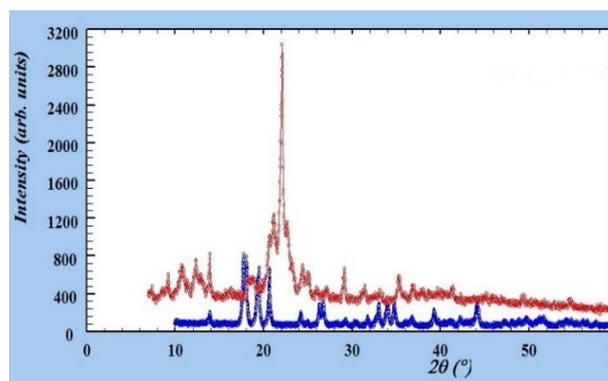
Таблица 3

Основные переходы, принадлежность линий и результаты расчёта параметров РАК

Комплексное соединение	Точечная группа	Основные переходы			параметры РАК		B
		$\nu_1$	$\nu_2$	$\nu_3$	Dq	B	
$[\text{CuCl}_4](\text{L}^1)_2$	$T_d$	32679	24500	13192	1490	616	0.41
$[\text{CuCl}_2(\text{L}^2)_3]$	$D_{3h}$	35640	19379	12062	1512	524	0.35
$[\text{CuCl}_2 \cdot (\text{L}^3)_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2]$	$O_h$	34843	14472	12547	1610	973	0.60



а



б

Рисунок 13. Рентгенофазовые дифрактограммы комплексов (а)  $[\text{MnCl}_2\text{L}^3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$  и (б)  $[\text{MnCl}_2(\text{L}^3)_2 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})]$

Таким образом, в результате изучения DQES можно сделать вывод, что новокаина гидрохлорид образует с металлами комплексы в форме тетраэдра, бензокаина гидрохлорид и салициламид формируют тетраэдрические комплексы

в соотношении 1:2, а бензокаин образует бипирамидальные комплексы с координационным числом 1:3.

В ходе исследований мы определили кристаллические фазы синтезированных сложных соединений методом рентгенофазового анализа. На рисунке 13 мы можем наблюдать разницу между фазами комплексных соединений, образованных салициламидом с Mn (II).

Для подтверждения структуры синтезированных соединений в Институте биоорганической химии АН РУз был проведен рентгеноструктурный анализ. Кристаллографические характеристики и результаты структурного анализа комплексного соединения  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  представлены в таблице 4 и на рисунке 14.

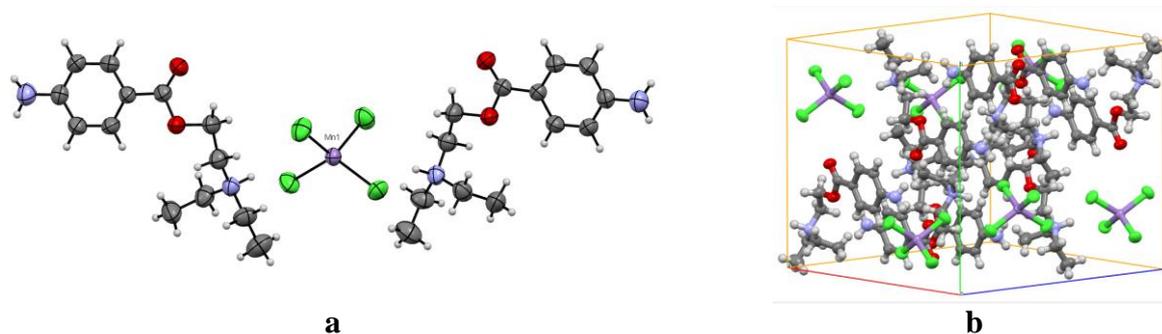


Рисунок 14. Молекулярная структура комплексного соединения  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (а) и его расположение в кристаллографической упаковке

Таблица 4

**Кристаллографические данные и параметры, уточняющие структуру комплексного соединения  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$**

Формула	$[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$	Размер кристалла, [мм]	0.35×0.25×0.22
Молекулярная масса	671.38	T, °K	293
Сингония	monoklinik	$\theta$ , °grad.	2,12; 27,00
Космическая группа	I2/a	Интервал h,k,l	999:-99 ; 999:-99 ; 999:-99
a, Å	14.6565(5)	Рефлекс	5072
b, Å	14.9019(7)	Показатель преломления	1563
c, Å	15.6896(6)	$R_{\text{int}}$	0.0753
$\alpha, \beta, \gamma$ , deg	90; 103.8(4); 90	$F^2 \geq 2\sigma(F^2)$ Критерий	$R_1=0.056$
V, Å <sup>3</sup>	3327.9(2)	Параметр	3682
Z	4	Критерии соответствия (F2)	1404

Анализ поверхности Хиршфельда комплекса  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  был проведен с использованием CIF-файла, полученного на основе рентгеноструктурного анализа (рис. 15). Анализ поверхности Хиршфельда показал, что в упаковке кристаллов участвуют несколько гомо- и гетероатомов посредством взаимодействий Ван-дер-Ваальса. Согласно результатам, основной вклад в формирование кристаллической упаковки вносят взаимодействия Н...Н (40.0%), Н...Cl/Cl...Н (36.8%), Н...C/C...Н (9.1%), Н...O/O...Н (6.2%), Н...N/N...Н (2.4%), С...С (2.0%), O...C/C...O (1.6%), Н...Mn/Mn...Н (1.0%), Cl...N/N...Cl (0.9%).

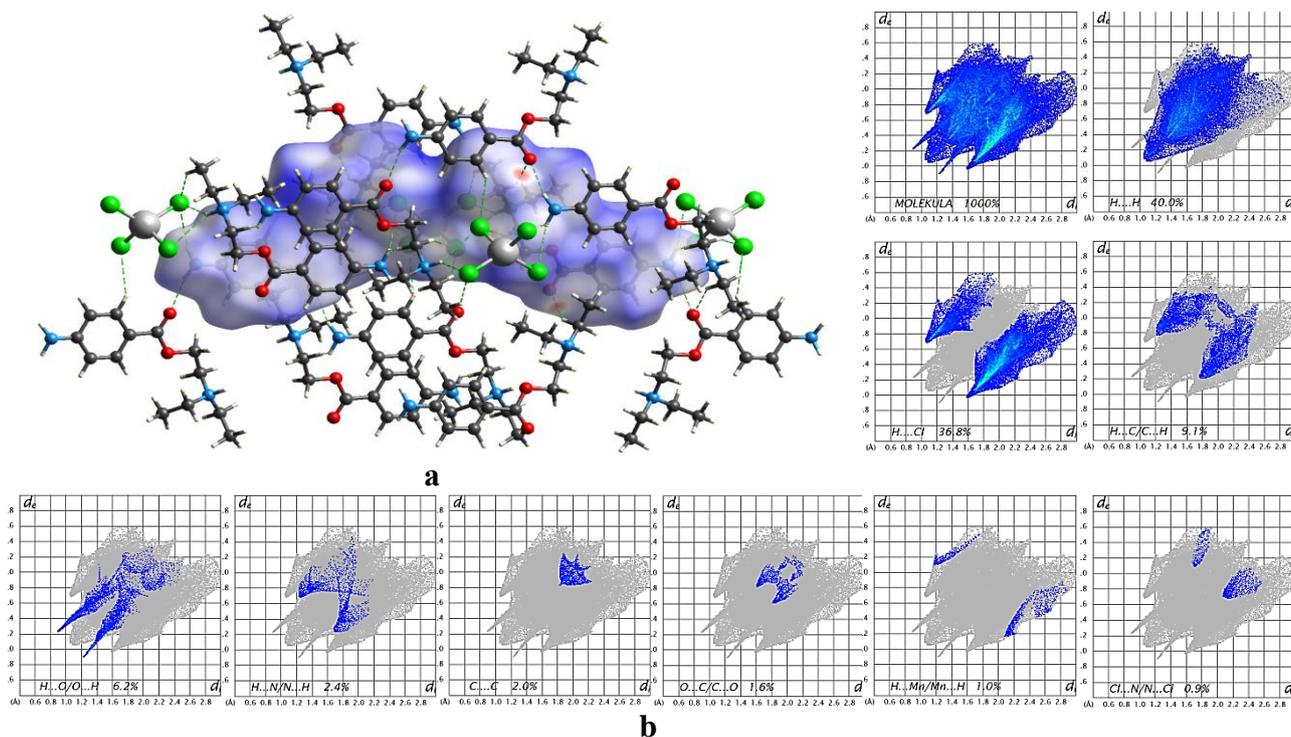


Рисунок 15. Поверхности Хиршфельда комплекса состава  $[\text{MnCl}_4](\text{L}^1\text{H})_2$  (а); диаграмма отпечатка пальца Хиршфельда (б).

С целью определения термических свойств синтезированных соединений комплексные соединения были проанализированы в дифференциальном сканирующем калориметре при  $0-700^\circ\text{C}$  (рис.14), а термический анализ проводился методом дериватографии по системе Паулик-Паулик-Эрдей при скорости  $10$  град/мин и навеске  $0,1$  г. В частности, согласно термическому анализу комплекса  $[\text{FeCl}_2(\text{L}^2)_3]$ , кривая дифференциального термогравиметрического анализа состоит из 4 кривых (рис. 16 (а)), анализ (ДТГА) (кривая 2) показывает, что кривая ДТГА состоит в основном из 1 интервала температур интенсивного разложения и 1 интервала абсорбции. Процесс разложения происходит при температуре  $71-247^\circ\text{C}$ . Во втором интервале вещество проявляет область поглощения. Это соответствует температуре  $280-570^\circ\text{C}$ . Во втором промежутке вещество проявляет область поглощения.

Анализ показывает, что в первом интервале разложения происходит интенсивный процесс разложения. В этом диапазоне происходит  $9,7\%$  разложения.

В результате этих дериватографических исследований потеря основной массы происходит в диапазоне  $90-300^\circ\text{C}$ , при этом теряется  $10,2\%$  основной массы, т.е.  $2,01$  мг от массы. Более подробный анализ кривой дифференциального термогравиметрического анализа и кривой ДСК представлен в таблице 5.

Также дериватограмма комплекса состава  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^2\text{H})_2$  состоит из 4 кривых (рис. 16 (б)). Анализ кривой дифференциального термогравиметрического анализа показывает, что кривая ДТГА в основном характеризуется двумя температурными интервалами интенсивного разложения. Первое разложение соответствует температурному диапазону  $112-264^\circ\text{C}$ , а второй интервал разложения -  $275-578^\circ\text{C}$ .

Анализ показывает, что во втором интервале разложения происходит интенсивный процесс распада. В этом диапазоне происходит 32,8% разложения. Подробный анализ кривой дифференциального термогравиметрического анализа и кривой ДСК представлен в таблице 6.

Таблица 5

Анализ результатов кривых ДТГА и ДСК комплекса  $[\text{FeCl}_2(\text{L}^2)_3]$

№	Температура, °С	Потеря массы, %	Скорость разложения вещества, мг/мин	Количество потребляемой энергии ( $\mu\text{V} \cdot \text{c}/\text{mg}$ )
1	50	0,425	0,124	1,40
2	100	0,685	0,365	2,00
3	200	0,925	1,784	2,14
4	300	1,035	1,257	1,78
5	400	2,285	0,214	2,02
6	500	4,569	0,874	1,45
7	600	7,815	0,411	1,59

Таблица 6

Анализ результатов кривых ДТГА и ДСК комплекса  $[\text{CoCl}_4(\text{L}^2\text{H})_2]$

№	Температура, °С	Потеря массы, %	Скорость разложения вещества, мг/мин	Количество потребляемой энергии ( $\mu\text{V} \cdot \text{c}/\text{mg}$ )
1	150	0,445	0,124	1,40
2	200	0,85	0,365	2,00
3	250	1,925	1,784	2,14
4	300	2,035	1,257	1,78
5	400	3,285	0,214	2,02
6	500	4,485	0,874	1,45
7	600	8,805	0,411	1,59

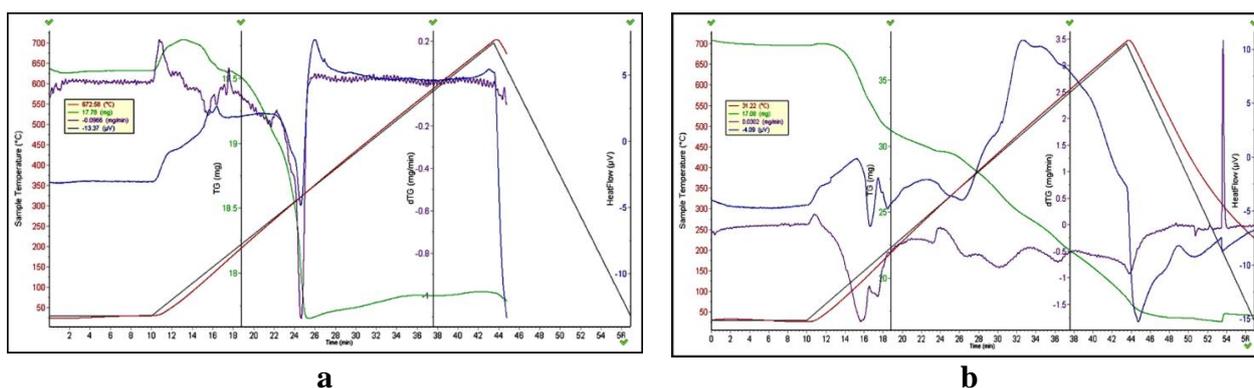
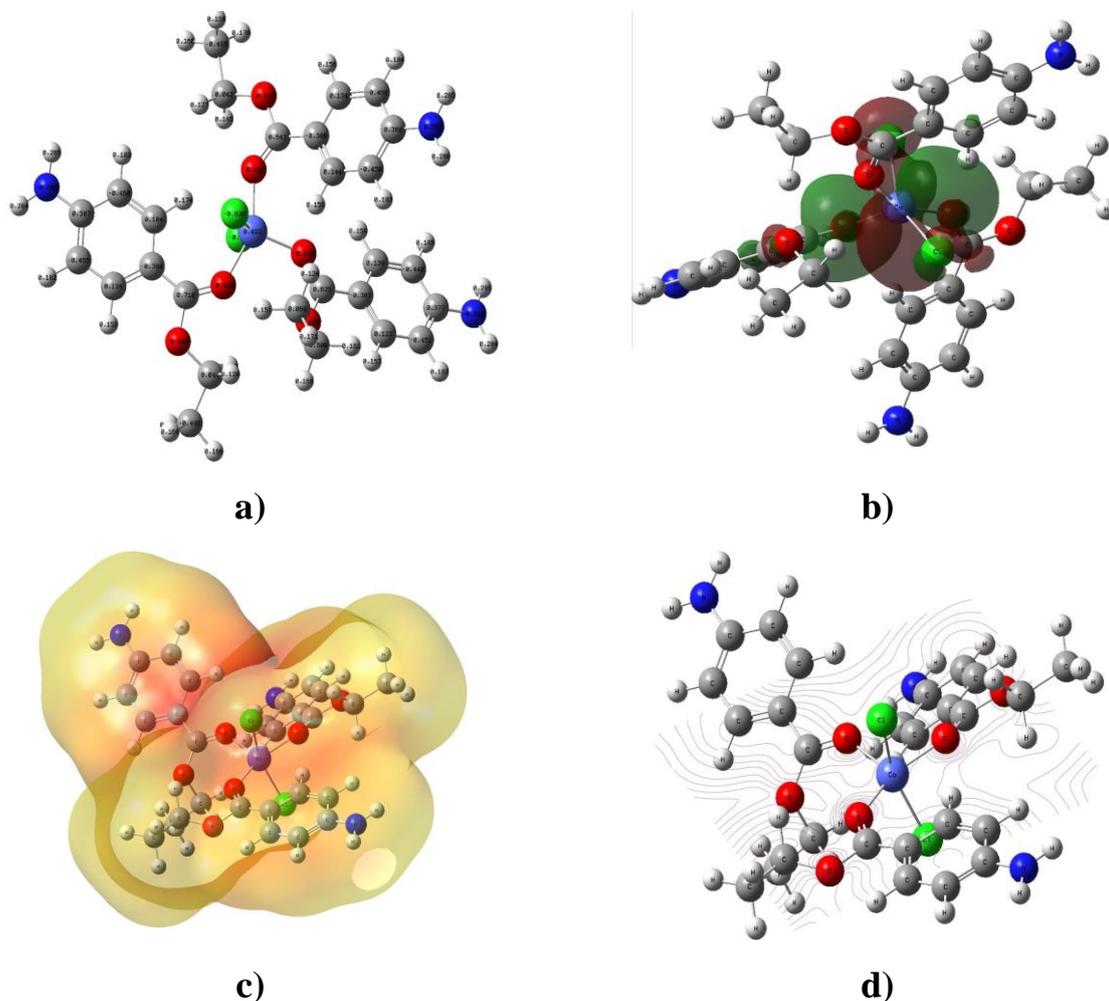


Рисунок 16. Анализ термической стабильности комплексов  $[\text{FeCl}_2(\text{L}^2)_3]$  (а) и  $[\text{CoCl}_4(\text{L}^2\text{H})_2]$  (б)

В ходе исследований также проводились квантово-химические анализы для оптимального описания структуры комплексных соединений. Для этого были рассчитаны заряды Малликена с использованием метода РМ6 программы Gaussian 09, и рассмотрены связи между атомами и распределение электронов.

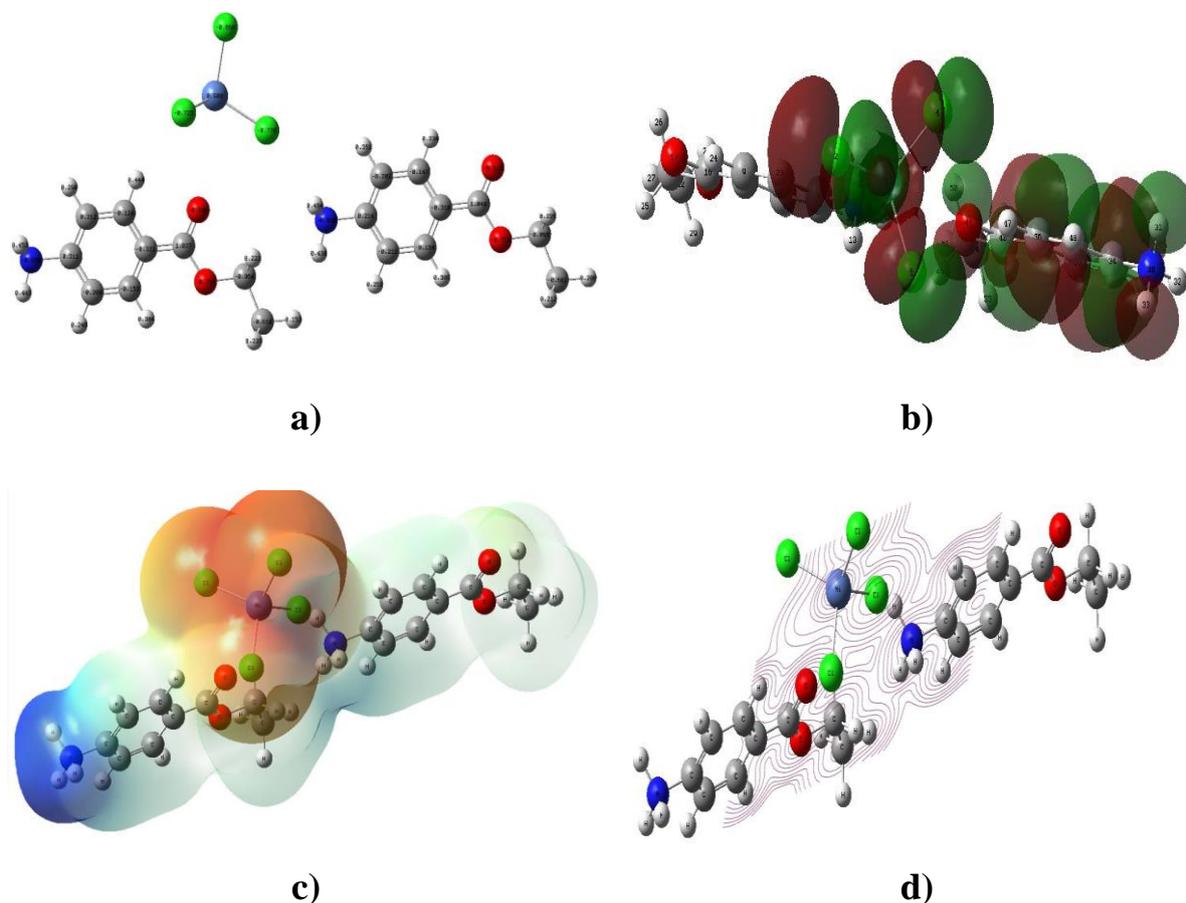
В комплексном соединении  $[\text{CoCl}_2(\text{L}^2)_3]$  кобальт является центральным атомом и координируется с донорными лигандами. Каждая молекула бензокаина

связана с кобальтом через донорный атом кислорода карбонильной группы сложного эфира. Атомы-доноры имеют заряд (-0,37 и -0,47). Это указывает на перенос электронной плотности на кобальт (лиганд → металл). Оба иона Cl<sup>-</sup> также имеют отрицательный заряд (-0,538), при этом положительный заряд атома кобальта равен 0,498 (Рисунок 17).



**Рисунок 17. Распределение зарядов по Малликену (а), состояние электронных орбиталей в свободном и возбужденном состояниях (б), молекулярный электростатический потенциал (в) и плотность электронных оболочек (г) комплексного соединения состава  $[\text{CoCl}_2(\text{L}^2)_3]$**

Наряду с этим были проведены квантово-химические анализы для оптимального описания структуры комплексного соединения  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^2\text{H})_2$ . В данном соединении образовался комплексный анион  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ . Вокруг центрального атома Co(II) координированы четыре атома Cl (каждый заряжен от -0.72 до -0.77) и занимают тетраэдрическое пространственное положение. Такие значения зарядов указывают на существенное перераспределение электронной плотности в пределах координационной сферы. При этом координационное число кобальта равно 4. Комплекс существует в форме аниона, связанного с двумя протонированными молекулами бензокаина ( $\text{VzH}^+$ ). В молекуле бензокаина наблюдается устойчивая локализация положительного заряда на аминогруппе. Аминогруппа ( $\text{NH}_3^+$ ) участвует в виде атомов (заряд около +0.45–0.46) и в протонированном состоянии, то есть в качестве катиона (Рисунок 18).



**Рисунок 18.** Распределение зарядов по Малликену (а), состояние электронных орбиталей в свободном и возбужденном состояниях (б), молекулярный электростатический потенциал (в) и плотность электронных оболочек (г) комплексного соединения состава  $[\text{CoCl}_4](\text{L}^2\text{H})_2$

Устойчивость синтезированных комплексных соединений в ходе исследований была определена путем нахождения константы устойчивости комплексов методом разбавления Бабко. Для этого в мерные колбы емкостью 25,0 мл наливали 10,0 мл универсальных буферных растворов с оптимальным рН (рН=6,54 для комплексов Со и Ni и рН=4,16 для комплексов Fe, Cu); реагирующие компоненты в стехиометрическом соотношении и их объем доводили до метки колбы дистиллированной водой. Растворы перемешивали и измеряли оптическую плотность (ОП) на КФК-2, для комплексов Mn (II), Fe (II), Co (II), Ni (II) при  $\lambda=540$  нм, для комплексов Cu (II) при  $\lambda=590$  нм ( $l=2$  см). В качестве раствора сравнения использовали раствор, не содержащий ионов металлов, но содержащий другие компоненты. Затем растворы комплексов разбавляли дистиллированной водой в 2 раза и повторно измеряли ОП. Данные, полученные на основе результатов измерений, представлены в таблице 3.22. Из полученных данных рассчитывали константу устойчивости комплексных соединений ( $K_{уст}$ ) по формулам 1-3:

$$\Delta = \frac{A - pA_p}{A} \quad (1) \quad \alpha = \frac{\Delta}{\sqrt{p-1}} \quad (2) \quad \beta_k = \frac{1-\alpha}{\alpha^2 C_M} \quad (3)$$

Согласно результатам, устойчивость комплексных соединений увеличивается в ряду Mn (II) < Fe (II) < Co (II) < Ni (II) < Cu (II). Природа лиганда

также влияет на образование комплексного соединения. Ионы хлора, содержащиеся в хлоридах металлов, вошли во внутреннюю сферу.

Сравнение значений константы устойчивости показывает, что для комплексов меди, образованных в различных соотношениях с изученными лигандами, эти значения оказались выше практически во всех случаях, чем для комплексов других металлов. Это подтвердило соответствие закономерности Ирвинга-Уильямса. Результаты эксперимента приведены в таблице 7.

Таблица 7

Результаты определения констант устойчивости комплексов хлоридов Fe (II), Co (II), Ni (II) и Cu (II) с новокаином, бензокаином и салициламидом в различных соотношениях методом разбавления

№	Комплекс	$C_1 \cdot 10^{-5}$	$A_1$	$C_2 \cdot 10^{-5}$	$A_2$	$K_{barq.(ML^n)}$ ( $\beta_k$ )	$lgK_{barq.(ML^n)}$ ( $lg\beta_k$ )
1	$[MnCl_4](L^1H)_2$	7,92	0,140	4,58	0,072	$4,74 \cdot 10^{-6}$	6,68
2	$[CoCl_4](L^1H)_2$	7,92	0,160	4,58	0,084	$1,69 \cdot 10^{-6}$	6,23
3	$[NiCl_4](L^1H)_2$	7,92	0,148	4,58	0,076	$5,48 \cdot 10^{-6}$	6,74
4	$[CuCl_4](L^1H)_2$	7,92	0,172	4,58	0,084	$6,54 \cdot 10^{-6}$	6,82
5	$[FeCl_2L^2 \cdot H_2O]$	7,92	0,164	4,58	0,084	$6,84 \cdot 10^{-6}$	6,84
6	$[CoCl_2L^2 \cdot H_2O]$	7,92	0,212	4,58	0,108	$1,07 \cdot 10^{-7}$	7,03
7	$[NiCl_2L^2 \cdot H_2O]$	7,92	0,154	4,58	0,076	$2,19 \cdot 10^{-7}$	7,34
8	$[CuCl_2L^2 \cdot H_2O]$	9,60	0,128	3,27	0,078	$5,1 \cdot 10^{-4}$	4,70
9	$[FeCl_4](L^2H)_2$	9,60	0,134	3,27	0,080	$7,31 \cdot 10^{-4}$	4,86
10	$[CoCl_4](L^2H)_2$	9,60	0,122	3,27	0,052	$1,5 \cdot 10^{-5}$	5,12
11	$[NiCl_4](L^2H)_2$	9,60	0,110	3,27	0,062	$2,19 \cdot 10^{-5}$	5,34
12	$[CuCl_4](L^2H)_2$	9,60	0,128	3,27	0,072	$2,37 \cdot 10^{-5}$	5,37
13	$[FeCl_2(L^2)_3]$	9,60	0,136	3,27	0,060	$2,68 \cdot 10^{-5}$	5,42
14	$[CoCl_2(L^2)_3]$	9,60	0,176	3,27	0,078	$2,92 \cdot 10^{-5}$	5,46
15	$[NiCl_2(L^2)_3]$	9,60	0,144	3,27	0,080	$3,05 \cdot 10^{-5}$	5,49
16	$[CuCl_2(L^2)_3]$	1,16	0,124	4,47	0,068	$1,16 \cdot 10^{-5}$	5,06
17	$[CoCl_2L^3 \cdot H_2O]$	1,16	0,136	4,47	0,62	$3,87 \cdot 10^{-5}$	5,60
18	$[CoCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	1,16	0,146	4,47	0,070	$2,05 \cdot 10^{-6}$	6,31
19	$[NiCl_2L^3 \cdot H_2O]$	1,16	0,220	4,47	0,112	$5,19 \cdot 10^{-5}$	5,70
20	$[NiCl_2(L^3)_2 \cdot 2(H_2O)]$	1,16	0,178	4,47	0,082	$5,0 \cdot 10^{-5}$	5,70

Биологическая активность синтезированных комплексных соединений определялась путем оценки их влияния на сельскохозяйственные культуры. Согласно этому, семена хлопчатника перед посевом обрабатывали 0,002%-ным водным раствором препарата пурен (эталон), 0,01%-ным водным раствором препарата МХ-3 и водой (контроль). Все агротехнические мероприятия проводились по методикам УзНИИХ.

Наблюдения на каждой фазе развития показали, что в начальных фазах развития хлопчатника у растений, обработанных препаратами пурен и МХ-3, резких различий не наблюдалось, при этом развитие семян, обработанных водой, было медленным. В фазах бутонизации и цветения было отмечено, что растения, обработанные препаратом МХ-3, развивались быстрее по сравнению с другими вариантами, а раскрытие коробочек у этих растений происходило на 7-10 дней раньше, тогда как при обработке препаратом пурен этот показатель составил 5-7 дней (по сравнению с контролем).

В результате применения стимулятора МХ-3 количество коробочек на хлопчатнике увеличилось на 12-14% по сравнению с контролем и препаратом пурен соответственно.

Таблица 8

**Влияние препаратов на урожайность хлопчатника, ц/га  
(урожайность за два года)**

№	Варианты	2019	2020	Среднее за два года	Дополнительный
1	Контроль	25,8	27,4	26,6	-
2	Piren 0,02%	27,8	28,5	28,2	2,5
3	МХ-3 0,02%	28,9	30,5	29,7	3,1

Таким образом, применение препаратов пирен и МХ-3 приводит к повышению урожайности на 10-11% по сравнению с контролем, что позволяет получить дополнительный урожай в 2,5 и 3,1 центнера с гектара.

Физиологическая активность комплексов связана с несколькими факторами. Органические лиганды удерживают ионы металлов в стабильном состоянии, препятствуя их вымыванию в почву. Кроме того, лиганды взаимодействуют с корневыми системами растений, облегчая прохождение ионов металлов через мембраны. Стоит отметить, что медленное высвобождение ионов металлов в комплексной форме снижает их токсическое действие, поскольку свободные ионы могут снижать активность ферментов.

Важными аспектами повышения эффективности препарата МХ-3 являются водорастворимость комплексов и их устойчивость к рН. Ионы металлов в комплексной форме активнее участвуют в ферментативных реакциях в клетках растений, что улучшает процесс фотосинтеза. Новые препараты, созданные на основе таких комплексов, имеют перспективы использования в сельском хозяйстве в качестве специальных удобрений, обеспечивающих растения необходимыми микроэлементами, и отличаются высокой эффективностью и экологичностью по сравнению с традиционными удобрениями.

## ВЫВОДЫ

1. Синтезированы 25 новых комплексов производных amino- и гидроксibenзойной кислот с хлоридами Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II), Cu(II), а также определены их состав, структура и свойства с помощью элементного, дифференциально-термического, рентгенофазового, структурного анализов, ИК-, электронной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

2. При изучении оптимальных условий синтеза комплексных соединений установлено, что на основе новокаина образуются комплексные соединения в пропорциях 1:2, бензокаина - 1:2, 1:3, а салициламида - 1:1, 1:2 и анион комплексов в пропорции 1:2, полученных производными гидроксibenзойной кислоты в салициламиде образуется комплекс нейтрального типа<sup>3</sup>. При анализе областей поглощения ИК-спектров установлено, что гидрохлорид новокаина и гидрохлорид бензокаина образуют анионные комплексы с солями 3-d металлов, а комплексы бензокаина и салициламида координируются за счет кислорода карбонильной группы.

3. При анализе областей поглощения ИК-спектров доказано, что новокаин образует анионные комплексы с гидрохлоридом и бензокаин гидрохлоридом 3d-металлов, а бензокаин и салициламидные комплексы координируются за счет кислорода карбонильной группы.

4. Геометрию синтезированных координационных соединений определяли с помощью анализа электронных спектров диффузного отражения. При этом соединение, образующееся с гидрохлоридом новокаина, находится в форме сжатого тетраэдра, комплекс, образованный бензокаином и салициламидом в соотношении 1:2, находится в тетраэдрической форме, а в соотношении 1:3 бензокаин имеет в тригонально-бипирамидальной геометрии с координационным числом центрального атома, равным 5.

5. Данные о структуре комплексного соединения состава  $[MnCl_4](L^1H)_2$ , впервые определенной с помощью рентгеноструктурного анализа, зарегистрированы в Кембриджской кристаллографической базе данных под депозитным номером No2465102..

6. Установлено, что синтезированные комплексные соединения  $[CuCl_4](L^1H)_2$  и  $[MnCl_4](L^1H)_2$  (стимулятор МХ-3) обладают свойством повышать всхожесть семян сельскохозяйственных культур в засоленных почвах. Стимулятор МХ-3 внедрен в практику.

**NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN  
GRANT OF SCIENTIFIC DEGREES IN THE PRESENCE  
DSc.03 / 30.12.2019.K.01.03 DIGITAL SCIENTIFIC COUNCIL**

---

**KHOREZM MAMUN ACADEMY**

**MATMURODOVA FERUZA KURBANBAEVNA**

**COMPLEXES OF Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) AND Cu(II) SALTS WITH  
DERIVATIVES OF HYDROXY- AND AMINOBENZOIC ACIDS**

**02.00.01-Inorganic chemistry**

**DISSERTATION OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) IN CHEMISTRY  
AUTHORITY**

**Tashkent - 2025**

**The title of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number of B2019.2.PhD/K168.**

The dissertation has been carried out in the Khorezm Mamun academy.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online of Scientific council [www.ik-kimyo.nuu.uz](http://www.ik-kimyo.nuu.uz) and on the website of «ZiyoNET» information-educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Scientific supervisor:**

**Khasanov Shodlik**

Doctor of Philosophy, senior researcher

**Official opponents:**

**Rafikov Adham Salimovich**

Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Kasimov Sherzod Abdizoirovich**

Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Leading organization:**

**Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan**

The defense of the dissertation will take place on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 at \_\_\_\_ o'clock at a meeting of the Scientific council DSc.03/30.12.2019.K.01.03 at the National university of Uzbekistan. (Adress: 100174, Tashkent, University str. 4. Ph.: (998 71) 227-12-24, fax: (998 71) 246-53-21; (998 71) 246-02-24, e-mail: [chem0102@mail.ru](mailto:chem0102@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Center of the National university of Uzbekistan (registration number \_\_\_\_). (Adress: 100174, Tashkent, University str., 4. Ph.: (998 71) 227-12-24); fax: (99871) 246-53-21, (99871) 246-02-24.

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 year.

(protokol at the registr № \_\_\_\_\_ dated «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 year)

**Z. Smanova**

Chairman of Scientific Council for  
awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical Science, Professor.

**N. Qutlimurodova**

Scientific Secretary of Scientific  
Council on awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical Science, Professor

**Sh.Kadirova**

Chairman of Scientific Seminar  
Council for awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

## **INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy (PhD) thesis)**

**The aim of the research is to investigate** the complexes synthesized from salts of Mn (II), Fe (II), Co (II), Ni (II), and Cu (II) with derivatives of hydroxy- and aminobenzoic acids.

**The object of research** are derivatives of amino- and hydroxybenzoic acids, salts of Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II), and Cu(II) and coordination compounds synthesized on their basis.

**Scientific novelty of the research** consists of:

- 25 new coordination compounds of amino- and hydroxybenzoic acid derivatives with Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) and Cu(II) salts were synthesized;

- the individuality of the synthesized coordination compounds was determined using elemental, thermal analysis, electronic and IR-spectroscopy, X-ray fluorescence, X-ray phase analysis, SEM-EDS methods. As a result, changes in the short wavelength regions of the IR spectra of complex compounds in the range of 700-400 cm<sup>-1</sup> were observed compared to the IR spectroscopic analysis of ligands, as well as changes in phases in X-ray phase analysis, and microstructures in SEM-EDS analysis;

- X-ray structural analysis was performed, and it was proved that the crystal structure of [MnCl<sub>4</sub>](L<sup>1</sup>·H)<sub>2</sub> is in the form of a compressed tetrahedron. The crystal characteristics of this complex were determined to be equal to 1.70 - 1.80 Å;

- Based on the analysis of the electron spectra of diffuse reduction, it was proven that the Jahn-Teller effect was observed in copper complexes as a result of the central atom being in 3 identical energy states, and as a result, the geometry of the resulting complexes was distorted and changed from an octahedral to a tetrahedral shape. - Based on the compounds of copper and manganese, which are considered biometals, and novocaine hydrochloride [CuCl<sub>4</sub>](L<sup>1</sup>·H)<sub>2</sub>, [MnCl<sub>4</sub>](L<sup>1</sup>·H)<sub>2</sub>, an MX-3 stimulator was created, which accelerates the germination of cotton seeds, increases the resistance of the plant to various diseases and increases its yield.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained in the synthesis of new coordination compounds Mn(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) and Cu(II) salts of amino- and hydroxybenzoic acid derivatives and the determination of their physicochemical and biological properties:

Based on the data obtained as a result of studying the crystal structure of the complex compound synthesized in the presence of L<sup>1</sup>·HCl and Mn (II) chloride using X-ray structural analysis, the compound with the composition [MnCl<sub>4</sub>](L<sup>1</sup>·H)<sub>2</sub> was placed in the Cambridge Crystalline Database (CCDC) under the number 2465102 (certificate dated June 17, 2025).

synthesized complex compounds were used in the application project No. FZ-20200929348, carried out in 2022-2026. at the Institute of General and Inorganic Chemistry on the topic "The structure of supramolecular complexes based on phenolic acids and their protection of plants from abiotic and biotic negative effects", with:

synthesis of supramolecular complex compounds of a new composition and their qualitative determination; study of the effect of synthesized new biostimulants on plants, their resistance to abiotic and biotic factors (reference No. 1-10/8-767 of the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan dated July 24, 2023).

The MX-3 stimulator was put into practice on the fields of the dekhkan farms "Dilshojon Akbarjon" and "Gurur" of the Yangibazar district of the Khorezm region. (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan dated April 14, 2023 No. 05/05-1658). As a result of the use of the MX-3 stimulator, the germination of cotton is accelerated by 1-2 days, the ripening of the crop is reduced by 2-3 days and the yield is increased by 10-11%.

**The structure and scope of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 119 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I бўлим (I част; part I)**

1. Матмуродова Ф.К., Матякубова М.Х., Хасанов Ш.Б. Квантовохимическое обоснование строения координационного соединения солей кобальта (II) с салициламидом // *Universum: химия и биология*. 2020. – №. 10-2 (76). – С. 25-28. (02.00.01; №2)
2. Матмуродова Ф.К., Хасанов Ш.Б., Абдуллаева. З.Ш. Синтез и структура координационных соединений 2-(диэтиламино) этил-4-аминобензоата хлоридом меди (II) в разных соотношениях // *Научный вестник*. –2022. – №. 3-2 (93). – С. 17-23. (02.00.00; №9)
3. Матмуродова Ф.К., Хасанов Ш.Б., Абдуллаева. З.Ш., Зарипова Д., Кахорова С. Синтез и структура координационных соединений 2-(диэтиламино) этил-4-аминобензоата с хлоридом меди (II) в разных соотношениях // *Universum: химия и биология*. –2022. – №. 3-2 (93). – С. 17-23. (02.00.01; №2)
4. Matmurodova F.Q., Xudoyberganov. O. B., Xasanov Sh.B., Taxirov Y.S. Mn(II) ionining 2-(dietilamino) etil-4-aminobenzoat bilan koordinasion birikmasi sintezi // *O‘zbekiston milliy Universiteti xabarлари*. – 2023. 396-399 b. (02.00.01; №12)
5. Matmurodova F.Q., Xasanov Sh.B., Qahorova S.I., 2-(dietilamino)etil-4-aminobenzoatning MnCl<sub>2</sub> bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining IQ- va DSC-spektrlari va amaliyotga tatbiqi // *O‘zbekiston milliy Universiteti xabarлари*. – 2023. 397-400 b. (02.00.01; №12)
6. Матмуродова Ф.К., Эшчанова А.К., Каримова Р.Б., Машарипова А.К., Анализ поверхности Хиршфельда координационного соединения иона Mn(II) С 2-(диэтиламино)этил-4-аминобензоатом // *Вестник Национального Университета Узбекистана*. – 2023. с. 414-416. (02.00.01; №12)

**II бўлим (II част; part II)**

1. Матмуродова Ф.К., Матякубова М.Х., Хасанов Ш.Б. Теоретическое обоснование строения координационного соединения кобальта (II) с осальмидом // *ADVANCED SCIENCE: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. «Наука и Просвещение»*. Пенза - 2020. с. 15-18.
2. Матмуродова Ф.К., Хасанов Ш.Б, Рузметова Н.К. Синтез разноамидных координационных соединений салицилата железа (II) // *Бердак номидаги ҚМУ Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси*. Нукус-2021. 130-131 б.
3. Matmurodova F.Q, Zaripov D.I, Khasanov Sh.B, Abdullayeva Z.Sh. Synthesis of coordination compounds based on copper (II) chloride and novacaine // *S.Y.Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances Journal of Chemistry of Natural Compounds Society of Chemists of Uzbekiston*. Tashkent – 2022. 171-172 p.

4. Матмуродова Ф.Қ., Хасанов Ш.Б., Абдуллаева. З.Ш., Зарипова Д., Обиджонов У.Н. 2-(диетиламино) этил – 4 - аминобензоатнинг марганец (II) хлорид билан координацион бирикмаси синтези ва иқ- спектри таҳлили // "Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари" Республика илмий-амалий конференцияси. Термиз-2022. 71-73 бетлар.

5. Матмуродова Ф.Қ., Хасанов Ш.Б. Характеристика межмолекулярных взаимодействий в комплексном сочетании  $Mn^{2+}$  с новокаином с использованием анализа поверхности Хиршфилда // VI Международной научно-практической конференции «Форум молодых исследователей». Пенза-2023. с. 9-13.

6. Матмуродова Ф.Қ., Хасанов Ш.Б., Каримова Р.Б. Кристаллографические данные и параметры уточнения структуры комплекса  $[MnCl_4](C_{13}N_2O_2H_{21})_2$  // VI Международной научно-практической конференции «Форум молодых исследователей». Пенза-2023. с. 14-18.

7. Матмуродова Ф.Қ., Хасанов Ш.Б. Биологическая активность комплексного соединения на основе солей меди и производных аминокислоты // VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современных научных исследований». Пенза- 2023. с. 19-22.

8. Матмуродова Ф.Қ., Хасанов Ш.Б., Каримова Р.Б. Результаты термического анализа комплексов хлоридов  $Mn(II)$  и  $Cu(II)$  с новокаином и бензокаином // VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современных научных исследований». Пенза- 2023. с. 23-27.