

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI**  
**DSc.03/2025.27.12.K/T.12.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**DAVLATBOYEV MUZAFFAR ODILJON O'G'LI**

**XINAZOLIN-4-ON VA UNING 2(H,METIL)-3-ALKIL ALMASHGAN  
HOSILALARI ASOSIDAGI ORGANIK TUZLAR VA d-METALLARI  
KOMPLEKSLARI SINTEZI, RENTGENTSTRUKTURAVIY HAMDA  
TERMOGRAVIMETRIK TAHLILI**

**02.00.01 – Noorganik kimyo**

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

**Termiz - 2026**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Davlatboyev Muzaffar Odiljon o‘g‘li**

Xinazolin-4-on va uning 2(H,metil)-3-alkil almashgan hosilalari asosidagi organik tuzlar va d-metallari komplekslari sintezi, rentgentstrukturaviy hamda termogravimetrik tahlili.....3

**Давлатбоев Музаффар Одилжон ўғли**

Синтез органических солей и комплексов d-металлов на основе хиназолин-4-она и его 2 (H,метил) -3-алкилзамещенных производных, рентгеноструктурный и термогравиметрический анализ.....21

**Davlatboyev Muzaffar**

Synthesis, x-ray and thermogravimetric analysis of organic salts and d-metals complexes based on quinazolin-4-one and its 2(H,methyl)-3-alkyl-substituted derivatives.. .....41

**E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati**

Список опубликованных работ

List of published works .....45

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI**  
**HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI**  
**DSc.03/2025.27.12.K/T.12.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**DAVLATBOYEV MUZAFFAR ODILJON O'G'LI**

**XINAZOLIN-4-ON VA UNING 2(H,METIL)-3-ALKIL ALMASHGAN  
HOSILALARI ASOSIDAGI ORGANIK TUZLAR VA d-METALLARI  
KOMPLEKSLARI SINTEZI, RENTGENTSTRUKTURAVIY HAMDA  
TERMOGRAVIMETRIK TAHLILI**

**02.00.01 – Noorganik kimyo**

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

**Termiz - 2026**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.2.PhD/K966 raqam bilan ro'yxatga olingan**

Dissertatsiya Namangan davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, ingliz, rus (rezyume)) ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.tersu.uz](http://www.tersu.uz)) va «Ziyonet» Axborot-ta'lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:** **Sattarov To'liqinjon Abdusattor o'g'li**  
texnika fanlar nomzodi, dotsent

**Rasmiy opponentlar:** **Muqumova Gulvar Jumayevna**  
kimyo fanlari doktori, dotsent

**Razzoqova Surayyo Razzoqovna**  
kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

**Yetakchi tashkilot:** **Umumiy va noorganik kimyo instituti**

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat universiteti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.K/T.12.05 raqamli ilmiy kengashning "25" 04 2026-yil soat 10<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz).

Dissertatsiya bilan Termiz davlat universitetining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№574 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43 uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil "10" 04 kuni tarqatildi.  
(2026-yil "9" 04 dagi 5 raqamli reestr bayonnomasi).



**I.A.Umbarov**  
Ilmiy daraja beruvchi  
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

**Sh.A.Kasimov**  
Ilmiy daraja beruvchi  
Ilmiy kengash kotibi, k.f.d., professor

**G.J.Muqumova**  
Ilmiy daraja beruvchi  
Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar  
raisi, k.f.d., dotsent

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

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati:** Bugungi kunda dunyoda zamonaviy tibbiyot va farmatsevtika sohasida yangi dori vositalarini sintezi insoniyat oldida turgan eng muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Tabiiy dorivor moddalar katta ahamiyatga ega bo'lib, ko'p hollarda ularni ajratib olish usullari qiyin, olingan birikmalarning samaradorligi past va resurslari bir muncha cheklangan hamda sintetik dorilar farmatsevtika sanoatida muhim o'rin egallaydi. Shunga ko'ra, ko'p funksiyali dori vositalarini sintez qilish, ayniqsa, maqsadli biologik faollikka ega, kam toksik va yuqori samarador preparatlarni yaratish, ularning sog'lom to'qimalarga zarar yetkazish xavfini hamda bemor organizmida nojo'ya ta'sirlar ehtimolini kamaytirishda biometallarning fiziologik faol ligandlar bilan sintez qilingan kompleks birikmalari asosida samarali dorivor preparatlarni ishlab chiqish dolzarb ahamiyatga ega.

Jahonda so'nggi yillarda farmakologiyada biometallarning xinazolin va uning hosilalari bilan sintez qilingan kompleks birikmalarining tarkibi, tuzilishi va xossalari aniqlashga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, ba'zi d-metall ionlarining fiziologik faol ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining biologik jarayonlardagi rolini aniqlash, ko'plab fermentlar, oqsillar hamda hujayra ichidagi reaksiyalarda ishtirok etish mexanizmini tadqiq qilish, keng spektrli biologik faollikka ega xinazolin hosilalarining biometallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining hujayra membranalaridan o'tish qobiliyatini aniqlash, bunday komplekslar biomolekulalar bilan o'zaro ta'sirlashishi hamda fermentativ jarayonlarni modulyatsiya qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda, kimyo sanoatining yangi turdagi materiallarini ishlab chiqarish yo'nalishida qator natijalarga erishilmoqda. Shu jumladan mahalliy bozorni import o'rnini bosuvchi reagentlar bilan ta'minlashda keng ko'lamli ishlar amalga oshirilmoqda. Mamlakatimizda innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish orqali sanoat obyektlarini yuritishning ilmiy asoslangan tizimi hamda atrof-muhitni muhofaza qilishning chora-tadbirlarini amalga oshirishga katta e'tibor berilmoqda. Yangi O'zbekistonning 2022-2026-yillardagi taraqqiyot strategiyasida<sup>1</sup> iqtisodiyotni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlari belgilangan va "mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo'shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o'zlashtirish..." bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada, iqtisodiyotimizning yetakchi tarmoqlaridan biri bo'lgan kimyo sanoatini rivojlantirishda biologik faolligi yuqori bo'lgan kompleks birikmalar sintez qilish va tadqiq etishga keng e'tibor qaratilmoqda.

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 Farmonida, 2018 yil 25 oktyabrdagi "O'zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3983-son, 2019 yil 3 apreldagi "Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-4265-son, 2021 yil

---

<sup>1</sup>Prezident tomonidan 2022 yil 28 yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son Farmoni

13 fevraldagi “Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog‘lomlashtirish, yuqori qo‘shilgan qiymatli kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4992-son Qarori hamda mazkur dissertatsiya tadqiqoti natijalari faoliyatga doir boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirish jarayonida muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII-“Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalar” ustuvor yo‘nalishlariga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Dunyoning ko‘plab ilmiy laboratoriyalarida xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalarni o‘rganishgan. Jumladan, Xitoyning Gannan Normal universitetining, Chai. L. Q., Zhang. K. Y., Tang. L. J., Zhang. J. Y., Zhang. H. S. Mono kabi olimlari xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari asosida metallar bilan kompleks birikmalar sintez qilish bo‘yicha bir qator tadqiqot ishlarini amalga oshirishgan. Shuningdek xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining monodentatli, bidentatli, bisiklik va trisiklik kompleks birikmalari sintez qilingan va ularning kristall tuzilishi rentgen tuzilish tahlil (RTT) usulida aniqlangan. Kembridj kristallografik ma‘lumotlar bazasi (Cambridge Crystallographic Data Center,CCDC-2026) ma‘lumotlarga ko‘ra xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining 120 dan ortiq monokristallari sintez qilingan va ularning tuzilishi aniqlangan.

O‘zbekistonda mazkur ilmiy yo‘nalishda kompleks birikmalarni sintez qilish, ularning tuzilish xususiyatlari, xossalari hamda amaliyotga joriy etilishi bo‘yicha akademiklar N.A. Parpiyev, B.T. Ibragimov va bir qator yetuk professorlar X.T.Sharipov, X.X.Xakimov, O.F.Xodjayev, A.A.Shabilolov, T.A.Azizov, X.X.Turayev, B.B.Umarov, Sh.A.Kadirova, Sh.Sh.Daminova, Z.Ch.Kadirova, J.M.Ashurov, A.B.Ibragimov va Sh.A.Kasimovlar tomonidan tizimli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Shu bilan birga xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari asosida sintez qilingan kompleks birikmalarning sintezi bo‘yicha bir qator tadqiqotlar olib borilganligiga qaramasdan, xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining d-metallar asosida kompleks birikmalari yetarlicha sintezi qilinmagan hamda ularning tuzilishi va xossalari o‘rganilmagan.

**Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasaning ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.** Mazkur tadqiqoti ishi Namangan davlat universiteti hamda O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarning № 4/1255-2195 sonli “Qishloq xo‘jaligi va tibbiyot ehtiyojlari uchun biologik faol vositalarni yaratishda tabiiy va sintetik organik birikmalardan maqsadli foydalanishning ilmiy asoslari” (2023-2024-y.) mavzusidagi bazaviy fundamental loyiha doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari asosida d-metall kompleks birikmalarini sintez qilish, ularning kristall va molekulyar tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalarni aniqlashdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining Co(II), Cu(II), Mn(II) kationlari bilan aralash ligandli kompleks birikmalarini sintez qilish hamda ularning monokristallarini olish;

sintez qilingan kompleks birikmalarning kristall tuzilishlari, tarkibi va xossalarini zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tahlil qilish; IQ-spektroskopiya, TGA, DTA, RTT;

sintez qilingan kristalldagi molekulararo, nokovalent o‘zaro ta’sirlarni baholash uchun, Hirshfeld sirt tahlilini o‘tkazish;

sintez qilingan kompleks birikmalarning zamburug‘ koloniyalariga qarshi biologik faolligini aniqlash;

**Tadqiqotning obyekti** sifatida yangi xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari, Co(II), Cu(II), Mn(II) tuzlari, HCl, HNO<sub>3</sub> kislotalarining turli konsentratsiyali eritmada hamda Fusarium, Alternaria, Phytophthora kabi zamburug‘lari olingan;

**Tadqiqotning predmeti** xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining ba’zi d-metallar hamda xlorid va nitrat kislotalari bilan kompleks birikmalari sintezi, kristall va molekulyar tuzilishi, individualligi, fizik-kimyoviy hamda biologik faolligini aniqlashdan iborat.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot ishida sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibi, tuzilishi va xassalarini aniqlashda rentgen tuzilish tahlili, infraqizil spektroskopiya, differensial termogravimetriya (DTA) usullaridan hamda Olex 2, Mercury, PLATON, XP, SHELXS, SHELXL va CrystalExplorer 17.5 dasturlaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

Ilk bor xinazolinning Cu(II), Co(II), Mn(II) metall kationlari bilan 3 ta yangi metallokompleks birikmalari hamda xlorid, nitrat kislotalar bilan 8 ta yangi organik tuzlari sintez qilingan, Kembridj kristallografik ma’lumotlar bazasidan (Cambridge Crystallographic Data Center) tegishli, 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187 depozit raqamlari olingan;

RTT, IQ- spektroskopiya, termogravimetrik analiz (TGA), differensial termik analiz (DTA) tahlil usullari yordamida olingan kompleks birikmalar va organik tuzlarning tarkibi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilindi, olingan metallokomplekslar tetraedr tuzilishli fazoviy shakllarni namoyon qilishi Mercury, PLATON, SHELXS, SHELXL dasturlari yordamida aniqlangan;

2(3)-alkil almashgan xinazolin hosilalarining Cu(II), Co(II), Mn(II) kationlari asosida olingan kompleks birikmalarining Hirshfeld sirt tahlillari CrystalExplorer 17.5 dasturi yordamida o‘rganilganda, tasirlashuvlarning ko‘proq ulushi H··H va O··H/O··H bog‘lari o‘rtasida bo‘lishi isbotlangan;

Sintez qilingan yangi [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·X-4-on] tarkibli organik tuzlarning Fusarium, Alternaria, Phytophthora kabi zamburug‘larga qarshi biologik faollik namoyon qilishi In-vitro usuli yordamida aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

Co(II), Cu(II), Mn(II) kationlarning xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarilar asosida yangi kompleks birikmalarini sintez qilindi, maqbul sharoitlari aniqlangan;

yangi olingan kompleks birikmalarning kristall tuzilishlari, tarkibi va xossalarini zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida vodorod bog'lar uzunligi  $\text{Cu(II)} < \text{Co(II)} < \text{Mn(II)}$  qatorda ortishi RTT usuli yordamida aniqlangan;

xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining Cu(II), Co(II), Mn(II) kationlari asosida olingan kompleks birikmalarining Hirshfeld sirt tahlillari CrystalExplorer 17.5 dasturi yordamida o'rganilganda, tasirlashuvlarning ko'proq ulushi H...H va O...H/O...H bog'lari o'rtasida bo'lishi isbotlangan;

[CuCl<sub>4</sub>(X-4-on)<sub>2</sub>], [MnCl<sub>4</sub>·(2,3dM-X-4on)<sub>2</sub>], [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] tarkibli kompleks birikmalarning HOMO va LUMO energiyalari hamda ular orasidagi energiya farqi (ΔE) qiymatlari aniqlanib, komplekslarning kimyoviy barqarorligi va reaktivligi aniqlangan;

sintez qilingan [HCl·(2,3-DMX) va [HNO<sub>3</sub>·X-4-on] tarkibli kompleks birikmalarning Fusarium, Alternaria, Phytophthora zamburug' koloniyalariga qarshi biologik faolligi aniqlangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Ba'zi d-metallar ionlarining xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarilar bilan sintez qilingan kompleks birikmalarining tarkibi, molekulyar hamda kristall tuzilishlari RTT, IQ-spektroskopiya, termik tahlil va boshqa fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida isbotlandi, shuningdek, olingan kompleks birikmalar dezinfeksiyalovchi vositalar olish uchun amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi. Olingan xulosalar tajriba natijalari tahlili bilan asoslangan.

#### **Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining Co(II), Cu(II) va Mn(II) metallari xlorid va nitrat kislota bilan hosil qilgan kompleks birikmalarini sintez qilish uchun optimal sharoitlar aniqlandi. Olingan kompleks birikmalarning tarkibi, tuzilishi va xossalarini aniqlash natijalari zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari, jumladan rentgen tuzilish tahlili (RTT), Hirshfeld sirt tahlili, termogravimetrik tahlil (TG) va differensial termogravimetrik tahlil (DTG) tahlil usullari yordamida hisoblanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)] , [HNO<sub>3</sub>·X-4-on], [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(2,3-DMX)] tarkibli kompleks birikmalarning kristallografik ma'lumotlari Kembridj kristallografik ma'lumotlar bazasiga kiritilganligi, o'xshash komplekslarni sintez qilishda hamda ularning tuzilishlarini xarakterlashda taqdim etilgan ma'lumotlardan foydalanish imkonini yaratadi, shuningdek 2(3)-alkil almashgan xinazolinning ba'zi d-metallari bilan sintez qilingan kompleks birikmalarining zamburug' koloniyalariga qarshi fungitsid xususiyatlarini namoyon qilganligi, dezinfeksiyalovchi vositalarga eritma ko'rinishida qo'shilganda ularning ta'sir samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining Co(II), Cu(II) va Mn(II) metallari xlorid va nitrat kislota bilan hosil qilgan kompleks birikmalarini kristall tuzilishi bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

tuzilishi quydagicha [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)] , [HNO<sub>3</sub>·X-4-on], [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>],

[HNO<sub>3</sub> (2,3-DMX)] tarkibli kompleks birikmalar Kembridj kristallografiya ma'lumotlar bazasi (CCDC) ga kiritilgan (The Cambridge Structural Database, <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>; CCDC depozit raqamlari: 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187). Natijada boshqa o'xshash birikmalarning fizik-kimyoviy va geometriya parametrlarini aniqlash uchun ishlatilish imkonini beradi;

xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining d-metallar bilan kompleks birikmasi Tojikistonning "Chemical characterization of the medicinal and endemic plants growing in Tajikistan" ilmiy laboratoriyasida (Grant No: CAM202203) raqamli grant loyihasida foydalanilgan (Xitoy-Tojikiston tabiiy mahsulotlar innovatsion markazining ma'lumotnomasi). Natijada patogen zamburug'larga qarshi yuqori samarali fungitsid xususiyatlarga ega yangi preparatlar sintez qilish imkonini bergan;

sintez qilingan kompleks birikmaning kristall tuzilishidan olingan ma'lumotlaridan O'zR FA O'simlik moddalari kimyosi instituti Organik sintez va o'simliklar himoyasi bo'limida bajarilgan "Qishloq xo'jaligi va tibbiyot ehtiyojlari uchun biologik faol vositalarni yaratishda tabiiy va sintetik organik birikmalardan maqsadli foydalanishning ilmiy asoslari" mavzusidagi bazaviy fundamental loyihani bajarish jarayonida tanlangan tegishli xinazon, benzimidazol, benzoksazol va boshqa geterotsiklik birikmalarning fazoviy tuzilishini o'rganishga va kristallda molekulararo ta'sirlashuvlarni tahlil qilishda foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining 2025-yil 11-sentyabrdagi 4/1255-2195-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, ushbu birikmalarni metallar bilan yangi komplekslarini kimyoviy tuzilishini to'liq isbotlash imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari 10 ta ilmiy anjumanda, jumladan 4 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan. Shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan (PhD) Dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta ilmiy maqola, jumladan 3 ta respublika va 2 ta xorijiy jurnal maqolalari chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

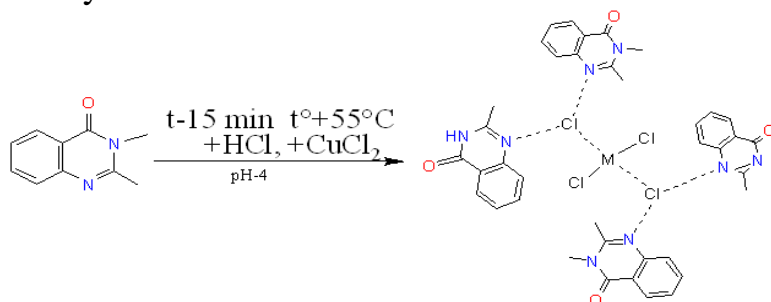
## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va muhimligi asoslab berilgan, tadqiqotning maqsad va vazifalari belgilangan, uning O'zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, ularning ishonchliligi asoslangan, tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, amaliyotga joriy qilish istiqboli borasida xulosalar chiqarilgan hamda chop ettirilgan ishlar va dissertatsiyaning tarkibi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “ **Xinazolinlar: sintez, tuzilishi va biologik faolligi (adabiyotlar sharhi)** ” deb nomlangan birinchi bobida Xinazolinlarning olinishi va umumiy xossalari, Bisiklik xinazolinlar asosida organik tuzlar sintezi va ularning xossalari, Bisiklik xinazolinlar asosidagi kompleks birikmalarning rentgen tuzilishi tahlil, Termogravimetrik tahlil. Xinazolinlar sintezi va xossalari yoritib berilgan. Bob so‘ngida bob bo‘yicha umumiy xulosalar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “**Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining komplekslar sintez sharoitlari va uslublari(tajribaviy qism)**” deb nomlangan ikkinchi bobida dissertatsiya tadqiqoti doirasida foydalanilgan asboblari, qo‘llanilgan usullar tavsifi, kompleks birikmalarning sintez usullarini tanlashga yondashuv, Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari asosida sintez qilindi.

Olingan natijalar 2,3-dialkil almashgan Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari metal tuzlari bilan 1:1 mol nisbatda 96% li etanolning 10 ml hajmida. Alohida idishda Me(II) 1:1 mol nisbatda xlorid (CuCl<sub>2</sub>, MnCl<sub>2</sub>, CoCl<sub>2</sub>) ning suvdagi eritmasi (0,01 mol) tayyorlandi. Tayyorlangan MeCl<sub>2</sub> 2,3-alkil almashgan xinazolin-4-on hosilalarining etanol eritmasiga asta-sekin tomchilatib qo‘shildi. Har bir tomchi qo‘shilganidan keyin eritma muntazam aralashtirildi. Hosil bo‘lgan aralashma avtoklav idishiga solinib, 40-50°C haroratda 3–4 soat davomida reaksiya olib borildi.



**1-sxema. [MCl<sub>4</sub>(X-4-on)<sub>2</sub>] – dixlor,bi(xinazolin-4-on)M(II) komplekslarining sintez reaksiyasi.**

Reaksiya tugagach, avtoklav asta-sekin xona haroratiga sovitildi. Hosil bo‘lgan quyqasiman cho‘kma

filtrlash orqali ajratib olindi va 96% li etanolda qayta eritildi. Kristallanish jarayonini yaxshilash uchun eritmaga xinazolin-4-on moddasining oz miqdordagi kristallari kurtak sifatida qo‘shildi. Eritma xona haroratida 24-48 soat davomida qoldirildi. Natijada tiniq, rangli yirik monokristallar o‘stirildi.

Natija va kuzatishlar:

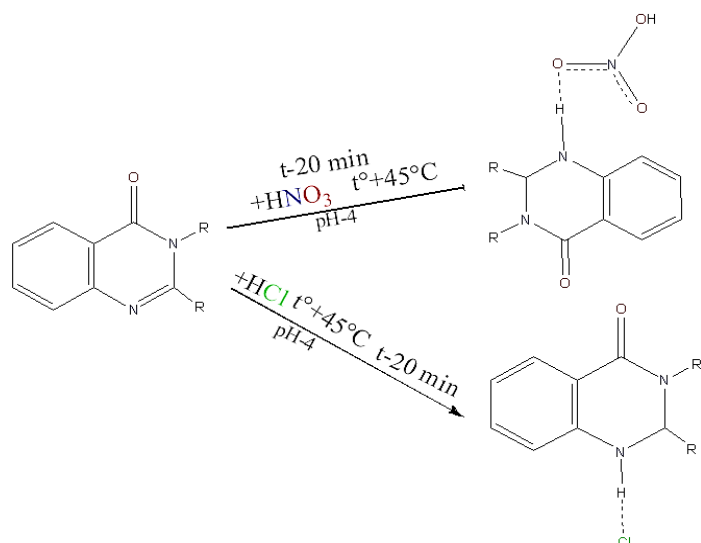
Hosil bo‘lgan monokristallar rentgen tuzilish tahlili (RTT) yordamida o‘rganilib, kompleks birikmaning tarkibi [MCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>4,(2)</sub>] ekanligi aniqlandi.

Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari hosilalari asosida nitrat va xlorid kislotalari bilan kompleks hosil qilishi quyidagi sharoitlarda amalga oshirildi. Sintez jarayonida xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarilar 0,001 mol miqdorda ishlatildi.

Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining 0,001 moli, 96% li etanolning 10 ml hajmida eritildi. So‘ng, eritmaga 60% li nitrat yoki 15-30% xlorid kislotalari asta-sekin, 4-5 tomchi shaklida tomizib qo‘shildi. Hosil bo‘lgan aralashma 45°C haroratda, 30 kGs chastotali ultratovush yordamida 15-45 daqiqa davomida gomogen holga keltiriladi. Keyinchalik gomogen aralashma uch og‘izli kolbaga quyib, teskari sovutgich ostida, qaynash haroratida 1,5-4,5 soat davomida aralashtirib turildi. Ushbu sharoitda Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-

alkil almashgan hosilalari va nitrat kislotasi o'zaro ta'sirlashib, Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining oniylik ion-juft kompleksi hosil qildi (2-sxema.).

2-



**sxema. N-(geptil)xinazolin-4-oniy nitratning ion-juft kompleksi reaksiya sxemasi.**

Reaksiya tugagach, hosil bo'lgan rangsiz quyqasiman cho'kma sovutilib, filtr yordamida filtrlandi va 96% li etanolda qayta eritildi. Kristallanish jarayonini yaxshilash maqsadida eritmaga oz miqdorda tayyor ligandining kristallari kurtak sifatida qo'shildi.

Sintez qilingan kompleks birikmalarning monokristallari RTT usulida tekshirilganda ularning aksariyat qismi singoniyasi monoklinik, ortorombik, triklinik tuzilishga ega ekanligi aniqlandi.

**1-jadval.**

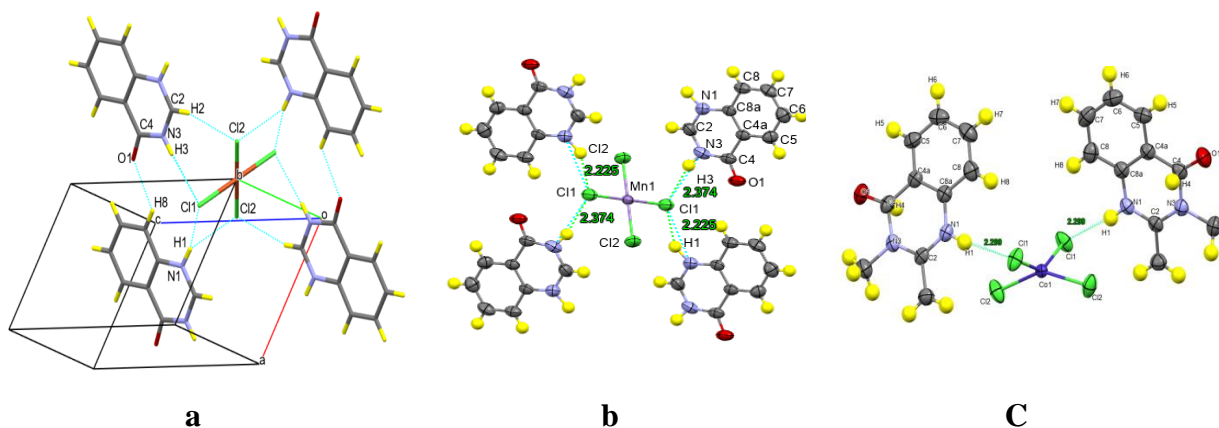
**Sintez qilingan kompleks birikmalarning kristallografik ma'lumotlari**

Kompleks	Mr	Singoniya si	Fazoviy gurubi	a, Å b, Å c, Å	α, grad. β, grad. γ, grad.	V, Å <sup>3</sup>	Z
[HCl · (2M - X - 4OH)]	197,5	M	Pbcm	10,1221(5) 13,6533(4) 6,6248(3)	90 90 90	915.55(7)	4
[HNO <sub>3</sub> · (3 - N, X - 4on)]	323,38	M	I2/a	22,6755(12) 5,19010(17) 30,920(2)	90 101.099(6)	3750	2
[HNO <sub>3</sub> · (3 - Gep - X - 4on)]	295,33	M	I2/a	12,416(2) 6,1793(8) 30,335(3)	90 101.804(10) 90	3447.4(7)	15
[HNO <sub>3</sub> · (3 - O, X - 4OH)]	309,35	M	C2/c	31,718(2) 5,1682(2) 22,7132(13)	90 99.274(6) 90	3274.6(4)	2
[HNO <sub>3</sub> · (2,3-DMX)]	237,21	O	Pna2 <sub>1</sub>	20,8130(5) 5,8399(1) 19,7970(5)	90 90 90	2406.24(9)	8
[HNO <sub>3</sub> · X - 4 - on]	209,15	M	P21/c	5,2445(2) 10,7546(3) 16,3871(5)	89.989(2) 95.649(3) 90.005(3)	919.79(5)	4
[2M - X - 4OH · (H <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> ]	179,19	Tri	P-1	7,2162(8) 12,54224(9) 39,334(3)	92.118(6) 90.433(7) 101.945(7)	3474.7(5)	15
[CuCl <sub>4</sub> · (X-4on) <sub>2</sub> ]	280,59	Tri	P-1	7,25577(14) 7,73292(18) 9,38320(16)	87.5133(16) 81.6544(15) 63.916(2)	467.725(19)	2
[MnCl <sub>4</sub> · (X - 4on) <sub>2</sub> ]	370,46	Tri	P-1	8,3847(14) 6,78452(1) 10,4589(16)	87.5133(16) 81.6544(15) 63.916(2)	467.725(19)	
[CoC <sub>4</sub> · (2,3DMX-4on) <sub>2</sub> ]	304,03	M	C2/c	17,3244(4) 9,6490(2) 15,8346(4)	90 114.472(3) 90	2409.17(12)	10

Ya'ni kristall yacheykadagi kompleks birikmalarning a,b va c o'qi bo'yicha ba'zi cheklanishlar mavjud bo'lib bu birikmaning turli singoniyani namoyon qilishini bildiradi, ammo a va b hamda b va c burchaklari turlicha ekanligi aniqlanib tahlil qilindi.

Dissertatsiyaning “**xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining olingan komplekslar tuzilishi(natijalar muhokamasi)**” deb nomlangan uchinchi bobida xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining, 1 ta Co(II) bilan 1 ta, Cu(II) bilan, 1 ta Mn(II) bilan, 3 ta HCl bilan, 5 ta HNO<sub>3</sub> organik tuz holatdagi kompleks birikmalari hamda 1 ta gidratlangan holatdagi kompleks birikmalarining RTT tahlili, TG tahlili qilingan. Tahlillar asosida sintez qilingan komplekslarning strukturalari isbotlandi va sintez qilingan yangi kompleks birikmalarning termik va suyuqlanish haroratlari keltrilgan.

[Cu(NLH)<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>], [MnCl<sub>4</sub>·(2,3dM-X-4on)<sub>2</sub>], [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] tarkibli kompleks birikmalarning molekulyar va kristall tuzilishlari RTT usuli yordamida aniqlandi, tahlil qilindi hamda taqqoslandi. Kompleks birikmalar neytral va simmetrik tuzilishga ega. Inersiya markazida metall atomi (Cu, Co va Mn) joylashgan va unga 4 ta xlor oniy kordinatsiyalangan, xlor anyonlariga vodorod bog'lar orqali 4ta pratonlangan ligand molekulasiga birikadi. Sintez qilingan izostrukturali kompleks birikmalarning singoniyasi monoklinik va fazoviy guruhi C2/c, P-1. (1-rasm).

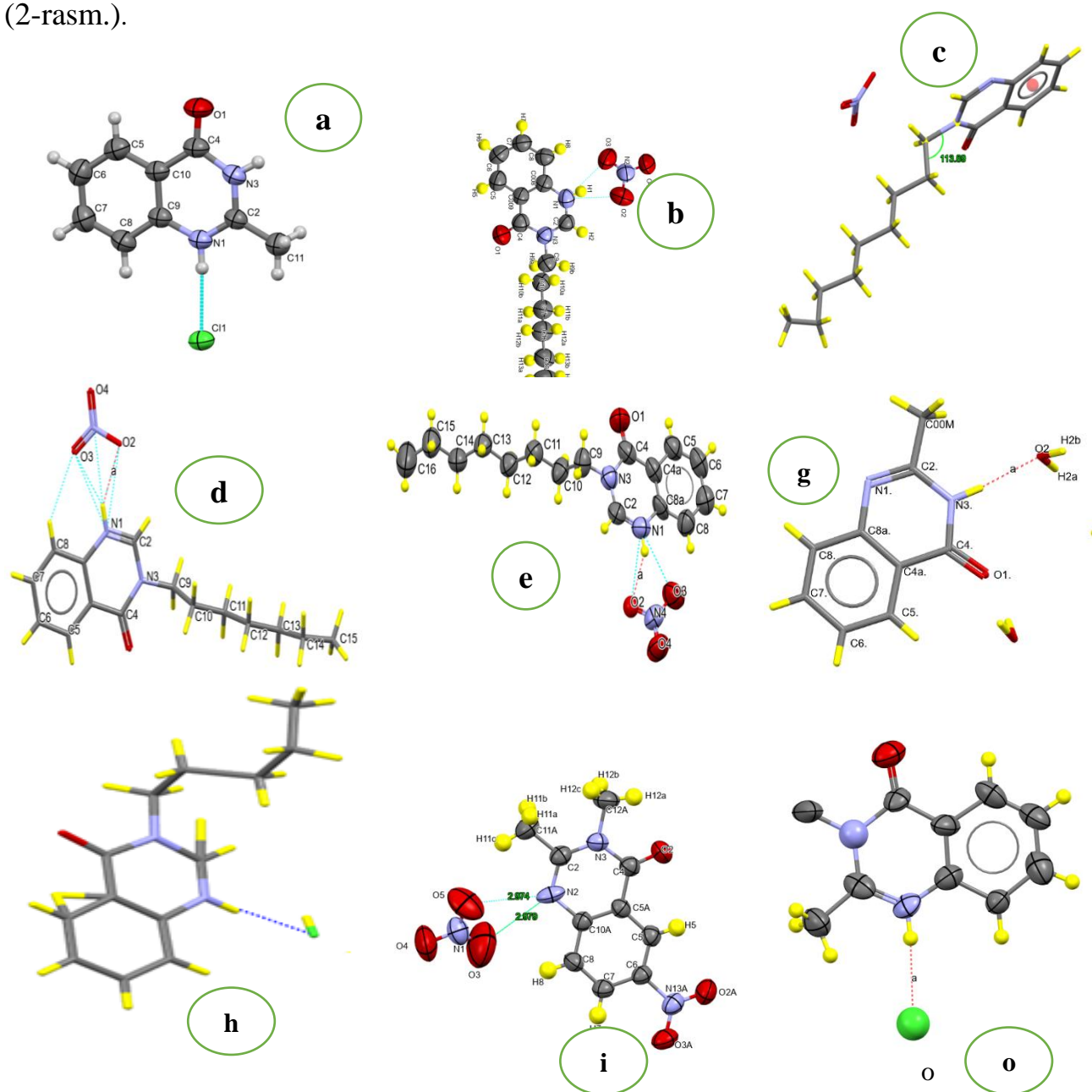


**1-rasm. Kompleks birikmalarning molekulyar tuzilishi [Cu(NLH)<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>] (a), [MnCl<sub>4</sub>·(2,3dM-X-4on)<sub>2</sub>] (b) va [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] (c).**

Molekulalarda MCl<sub>4</sub> donor-akseptor bog'lari va H···Cl vodorod bog'lari mavjud. Ularning fazoviy tuzilishi tetraedr shaklni hosil qiladi. Ushbu kompleks birikmalarda metall atomlari koordinatsion soni barqaror holatda 4 ga teng. Olingan kompleks birikmalar tarkibida markaziy atomga bog'langan M1-Cl···H, bog'larining bog' uzunliklarining Cu(II)<Mn(II)<Co(II) tartibida uzayganligini kuzatishimiz mumkin. Bu jarayonni markaziy atomning radiusi va elektron tuzilishi orqali tushuntirish mumkin

Olingan [HCl·(2<sub>M</sub>-X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-Gep-X-4on)], [HHO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [2<sub>M</sub>-X-4on ·(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>], [HCl·(2-Pen-X-4on)], i) [HNO<sub>3</sub>·(2,3-DMX)], o) [HCl·(2,3-DMX)] tarkibli kompleks birikmalar, xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari kislotalar bilan tuz shaklida bog'langan bo'lib, proton kislotalar molekulasidan xinazolin halqasidagi

1-holatdagi azot atomiga o'tadi. Natijada xinzoliniy kationi va mos ravishda xlorid yoki nitrat anioni hosil bo'ladi. Tuz tuzilmasida anionlar va kationlar o'rtasida N–H···O (nitrat holatida) yoki N–H···Cl (xlorid holatida) turidagi vodorod bog'lari mavjud. Bu bog'lanishlar kristall tuzilmaning barqarorligini ta'minlab, birikmalarning termik va fizik-kimyoviy xossalriga sezilarli ta'sir ko'rsatadi (2-rasm.).

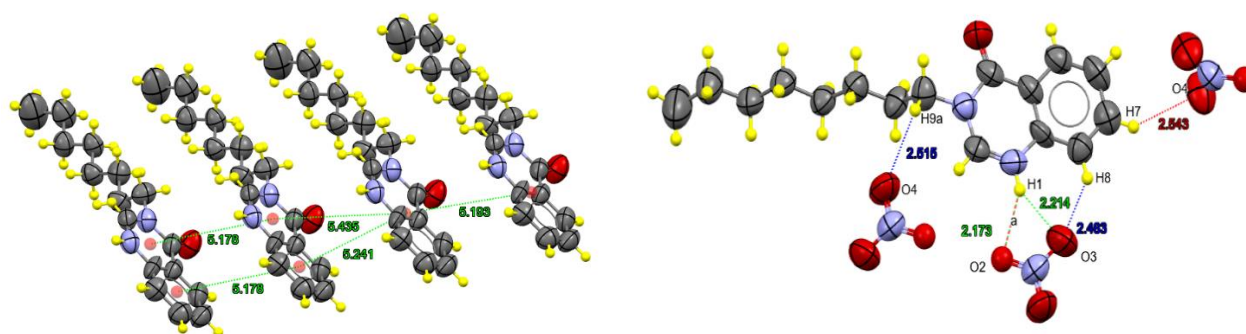


## 2-rasm. Sintez qilingan kompleks birikmalarning molekulyar tuzilishi.

- a)  $[HCl \cdot (2M-X-4OH)]$ , b)  $[HNO_3 \cdot (3-N,X-4on)]$ , c)  $[HNO_3 \cdot (3-N,X-4on)]$ ,  
d)  $[HNO_3 \cdot (3-Gep-X-4on)]$ , e)  $[HNO_3 \cdot (3-O,X-4OH)]$ , g)  $[2M-X-4OH \cdot (X_2O)_n]$ ,  
h)  $[HCl \cdot (2-Pen-X-4on)]$ , i)  $[HNO_3 \cdot (2,3-DMX)]$ , o)  $[HCl \cdot (2,3-DMX)]$

Yuqoridagi 2-e rasmda  $[HNO_3 \cdot (3-o,X-4on)]$  birikmaning kristall tuzilishi monoklinik tizimga mansub bo'lib, fazoviy guruhi I2/a. Elementar yacheyka parametrlari:  $a=30,359 \text{ \AA}$ ,  $b=5,1778 \text{ \AA}$ ,  $c=22,4124 \text{ \AA}$ ,  $\beta=101,896^\circ$ , hajmi  $3447,4 \text{ \AA}^3$ , zichligi  $1,238 \text{ g/sm}^3$ . Tuzilmada kuchli N–H···O va zaif C–H···O vodorod bog'lari aniqlangan bo'lib, ular struktura barqarorligini ta'minlaydi. N–H···O bog'lari to'g'ri chiziqli va kuchli, C–H···O bog'lari egilgan va zaif. Kristall panjara ichidagi vodorod

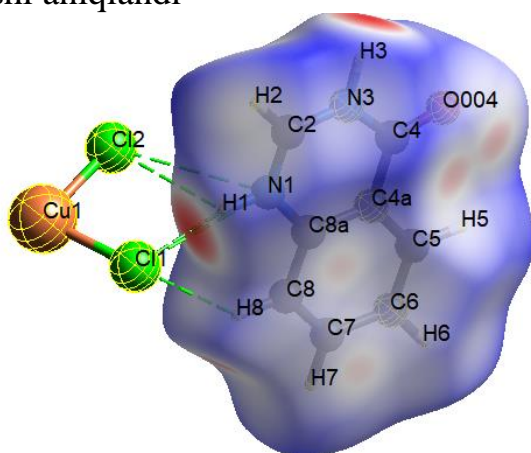
bog‘lari hamda  $\pi-\pi$  o‘zaro ta’sirlar ( $Cg1 \rightarrow Cg1$ ,  $Cg3 \rightarrow Cg1$ ) struktura barqarorligini oshiradi.



**3-rasm. e)  $[HNO_3 \cdot (3-O, X-4on)]$  birikma kristall tuzilishining assimetrik qismi va  $Cg \cdots Cg$  halqa bog‘lanishning o‘zaro ta’sirlari.**

$[CuCl_4(X-4-on)_2]$  kompleksning kristall yacheykada molekulararo ta’sirlar xarakterini tavsiflash uchun Hirshfeld sirt tahlili Crystal Explorer 21.5 dasturi yordamida amalga oshirildi. Hirshfeld sirt tahlili orqali kristall yacheykadagi bitta molekulaning boshqa molekular bilan ta’sirlashish yuzasini, hajmini, masofalarini va dasturda yuklangan qo‘shimcha funksiyalardan foydalanib ko‘plab ma’lumotlarni aniqlash mumkin.

Olingan kompleks birikmalar kristalldagi qadoqlashning shakllanishida individual o‘zaro ta’sirlarning hissasini ko‘rsatuvchi  $d_e$  va  $d_i$  funksiyalari yordamida olingan ikki o‘lchamli barmoq izlari sohasi chizmalarining tahlili natijasiga ko‘ra ta’sirlashishlarning asosiy qismini  $H \cdots H$  hamda  $H \cdots O/O \cdots H$  ta’sirlar eng ko‘p hissa qo‘shishi aniqlandi



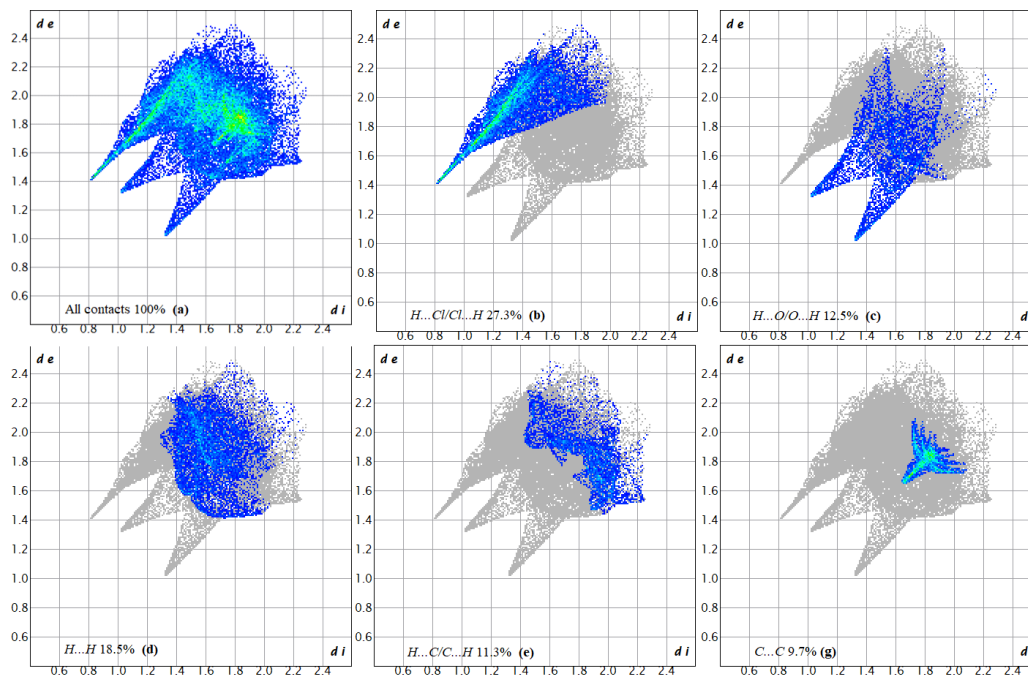
**4-rasm.  $[CuCl_4(X-4-on)_2]$  birikmaning uch o‘lchamli Hirshfeld sirt xaritasi  $d_{norm}$  bilan tasvirlangan.**

Molekulararo o‘zaro ta’sirlar xarakterini tavsiflash uchun Hirshfeld sirti tahlili qilindi. Tahlil natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

Rentgen tuzilish tahlili natijalariga ko‘ra, xinzolon-4-on  $CuCl_2$  kompleksi,  $(C_8H_7N_2O)_2^+CuCl_4^-$  empirik formulaga ega ekanligi aniqlandi. Birikmada  $N-H \cdots Cl$  vodorod bog‘lari va  $C-H \cdots Cl$  bog‘lari hosil bo‘lishi tasdiqlandi.

Shuningdek, molekulada  $C-O \cdots Cg$  halqa bog‘lari mavjudligi ochib berildi. Hirshfeld sirt tahlili asosida  $H \cdots Cl/Cl \cdots H$ ,  $H \cdots O/O \cdots H$ ,  $H \cdots H$ ,  $H \cdots C/C \cdots H$  va  $C \cdots C$  o‘zaro ta’sirlari tahlil qilindi. Yakuniy xulosa sifatida molekuladagi vodorod ishtrokidagi bog‘lanishlar asosiy kristallning o‘sish yo‘nalishini belgilab berdi.

TG va DTT (termogravimetrik tahlil) usulida olib borilgan termik tahlil  $[HNO_3 \cdot (3-P, X-4on)]$  kompleks birikmaning yuqori barqarorligini ko‘rsatdi;  $[HNO_3 \cdot (3-P, X-4on)]$  birikmada termik barqarorlik  $294^\circ C$  gacha saqlan.



**5-rasm.  $[\text{CuCl}_2(\text{X-4-on})_2]$  an birikma uchun ikki o‘lchamli barmoq izi grafigi, (a) barcha o‘zaro ta’sirlarni, (b)  $\text{H} \cdots \text{Cl}/\text{Cl} \cdots \text{H}$ , (c)  $\text{H} \cdots \text{O}/\text{O} \cdots \text{H}$ , (d)  $\text{H} \cdots \text{H}$ , (e)  $\text{H} \cdots \text{C}/\text{C} \cdots \text{H}$ , (g)  $\text{C} \cdots \text{C}$  o‘zaro ta’sirlarini ko‘rsatadi.  $d_i$  va  $d_e$  qiymatlari Hirshfeld sirtining ichki va tashqi eng yaqin masofalarini (Å da) ifodalaydi.**

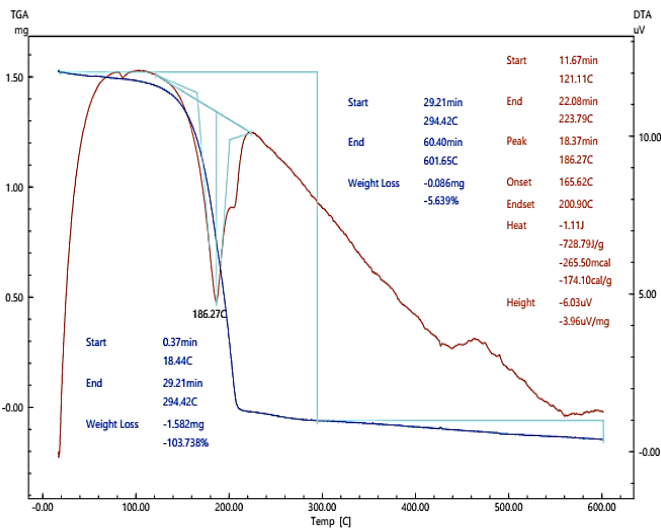
Termogravimetrik tahlil natijalariga ko‘ra moddaning parchalanishi uch bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqich 18,44–60,38 °C harorat oralig‘ida sodir bo‘lib, kichik massa yo‘qotilishi kuzatiladi va bu jarayon namlik hamda uchuvchi komponentlarning bug‘lanishi bilan izohlanadi. Ikkinchi bosqich 60,38–186,27 °C oralig‘ida kechib, asosiy endotermik effekt bilan birga moddaning suyuqlanishi va intensiv parchalanishi sodir bo‘ladi. Ushbu bosqichda eng katta massa yo‘qotilishi qayd etilgan.

**2-jadval**

**$[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-P,X-4on})]$  tarkibli kompleksning TGA va DTA egri chizig‘i natijalari tahlili**

Bosqich	Harorat intervali (°C)	Effekt cho‘qqisi (°C)	Effekt tabiati	Kuzatilgan jarayon	Massa yo‘qotilishi (mg)	Massa yo‘qotilishi (%)
I	18.44 – 60.38	60.38	Endotermik	Namlik va uchuvchi qism bug‘lanishi	0.0319	1.648
II	60.38 – 186.27	186.27	Endotermik	Kompleksning suyuqlanishi	1.582	103.74
III	294.42 – 601.65	—	Endotermik (keng soha)	Organik qoldiqlarning asta-sekin destruksiyasi	0.086	5.639

Uchinchi bosqich 294,42–601,65 °C harorat oralig‘ida davom etib, organik qoldiqlarning asta-sekin destruksiyasi bilan tavsiflanadi. Umuman olganda, modda taxminan 60 °C gacha termik barqaror bo‘lib, undan yuqori haroratlarda murakkab va ko‘p bosqichli parchalanish jarayonlari kuzatiladi.



**6-rasm. [HNO<sub>3</sub>·(3-P,X-4on)] ririkmaning TGT, DTT tahlil**

3300–3100  $\text{cm}^{-1}$  oralig‘ida aromatik C–H va N–H tebranishlariga tegishli yutilish chiziqlari kuzatildi.

3050  $\text{cm}^{-1}$  atrofida aromatik halqaga xos bo‘lgan C–H tebranishlari, 2950–2850  $\text{cm}^{-1}$  sohalarda esa alifatik C–H guruhlarining yutilish chiziqlari qayd etildi. 1650–1500  $\text{cm}^{-1}$  oralig‘ida kuchli yutilishlar xinozalin halqasidagi C=N va C=C tebranishlariga mos keladi. Shuningdek, 1350–1200  $\text{cm}^{-1}$  sohalarda C–N bog‘lariga xos tebranishlar, 1000–700  $\text{cm}^{-1}$  oralig‘ida esa aromatik halqaning tekislikdan tashqari C–H tebranishlari aniqlandi.

Sintez qilingan kompleksning IQ-spektrida ligandga xos yutilish chiziqlarida sezilarli siljishlar va intensivlikning o‘zgarishi kuzatildi (3.9.7-rasm). Xususan, C=N va N–H tebranishlariga tegishli chiziqlarning past chastotalarga siljishi xinozalin halqasidagi azot atomlarining mis(I) ioni bilan koordinatsiyaga kirishganini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, 600–500  $\text{cm}^{-1}$  past chastota sohasida faqat kompleks spektrida paydo bo‘lgan yangi yutilish chiziqlari Cu–N bog‘lariga xos bo‘lib, ligandning metall ioniga koordinatsion birikkanini tasdiqlaydi.

**3-jadval**

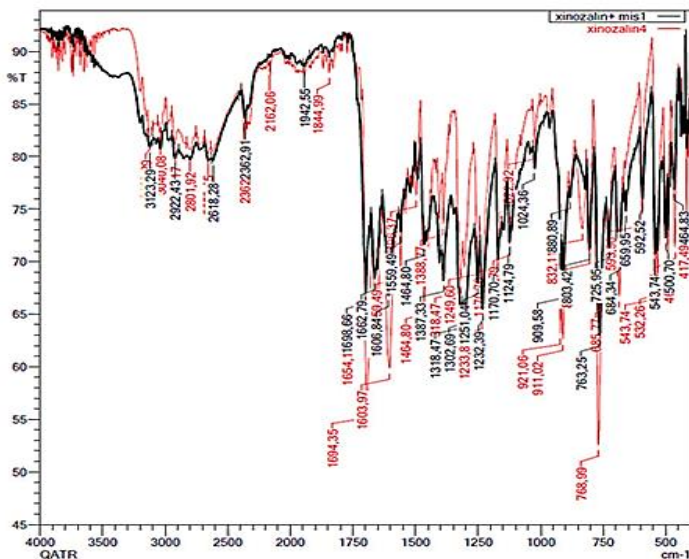
**Ligand X-4on va [CuCl<sub>4</sub>(X-4on)<sub>2</sub>] tarkibli kompleksning IQ-spektrlari tahlili,  $\text{cm}^{-1}$**

Tebranish tavsifi	$\nu(\text{NH}, \text{NH}_2)$	$\nu(\text{Ar})=\text{C}-\text{H}$	$\nu(\text{Ar}) \text{C}=\text{C}, \text{C}=\text{N}$	$\nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2) / \delta(\text{CH}, \text{CH}_3)$
xinozalin)	3300–3100	~3050	1650–1500	2950–2850
[Cu(NLH) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ]	3250–3080	3035	1620–1480	2950–2850

Ushbu solishtirishlar shuni ko‘rsatadiki, kompleks birikma hosil bo‘lishi jarayonida metall markaz va ligand o‘rtasida koordinatsion bog‘ shakllanishi IQ spektrida xos tebranish chastotalarining siljishiga olib kelgan. Xususan, ligand tarkibidagi funksional guruhlariga (masalan, C=O, C=N yoki N–H) tegishli yutilish cho‘qqilarining past yoki yuqori to‘lqin sonlari tomon siljishi metall–ligand o‘zaro ta‘sirining mavjudligini tasdiqlaydi.

**Ligand xinozolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilarihamda sintez qilingan kompleks birikmaning IQ-spektr tahlili.**

Sintez qilingan metallokompleksning IQ-spektral xarakteristikasini o‘rganish maqsadida xinozalin ligandi va sintez qilingan mis(I) kompleksi IQ-spektrallari Shimadzu (Yaponiya) IQ-Furye spektrofotometrda 600–4000  $\text{cm}^{-1}$  sohada yozib olindi. Ligand spektri adabiyotlarda keltirilgan ma‘lumotlar bilan mos kelishi aniqlandi. Jumladan,



8-rasim  $[CuCl_2 \cdot (X-4on)]$  tarkibli metallokompleks va ligandning solishtirilgan IQ-spektri

protonlangan birikmalar uchun suyuqlanish haroratlari 180–240 °C oralig‘ida namoyon bo‘lib, bu jarayon kristall panjaradagi ion-dipol va vodorod bog‘larining nisbatan zaifligi bilan izohlanadi. Ayniqsa, kristall tuzilishida suv molekulari ishtirok etgan gidratlangan birikmalarda ( $[2m-X-4on \cdot (H_2O)_n]$ ) fazaviy o‘tishlar yanada past haroratlarda boshlanadi, chunki suv molekulari issiqlik ta’sirida oson ajralib chiqib, kristall panjaraning buzilishiga olib keladi.

#### 4-jadval

#### Xinazolin-4-on hosilalari asosida olingan organik tuz va metallokompleks birikmalarning suyuqlanish harorati

№	Brutto formulasi	Kompleksning suyuqlanish harorati	Termik barqarorligi
1	$[2m-X-4on \cdot (H_2O)_n]$	86 °C	200 °C
2	$[HNO_3 \cdot X-4on]$	90 °C	260–265 °C
3	$[HCl \cdot (2,3-DMX)]$	92 °C	265–270 °C
4	$[HCl \cdot (2m-X-4on)]$	93 °C	240–250 °C
5	$[HNO_3 \cdot (3-N,X-4on)]$	106 °C	270–275 °C
6	$[HCl \cdot (2-Pen-X-4on)]$	113 °C	250 °C
7	$[HNO_3 \cdot (3-Gep-X-4on)]$	118 °C	270–275 °C
8	$[HNO_3 \cdot (2,3-DMX)]$	122 °C	255–260 °C
9	$[HNO_3 \cdot (3-O,X-4on)]$	124 °C	260–270 °C
10	$[MnCl_2 \cdot (X-4on)]$	142 °C	280–285 °C
11	$[CoCl_2 \cdot (X-4on)]$	161 °C	270–275 °C
12	$[CuCl_2 \cdot (X-4on)]$	182 °C	300–330 °C

Bunga qarama-qarshi ravishda, Cu(II), Co(II) va Mn(II) ionlari asosida hosil qilingan koordinatsion komplekslarda aniq suyuqlanish bosqichi yuqoriroq haroratlarda kuzatiladi yoki suyuqlanish parchalanish bilan ustma-ust tushadi. Bu komplekslar uchun suyuqlanish/parchalanish haroratlari 280–330 °C oralig‘ida bo‘lib, mazkur holat metall–azot (M–N) koordinatsion bog‘larining mustahkamligi, kristall panjaraning zichlashuvi hamda ion-kovalent xarakterdagi bog‘lanishlarning ustunligi bilan izohlanadi.

**xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining  
kislotalar va tuzlar sosida sintez qilingan kompleks birikmalarning turli  
erituvchilar tasirida eruvchanligi**

№	Birikma	Suv	Etanol	Sirka kislota	DMSO	DMFA	Atseton	Xloroform
1	[HCl · (2 <sub>M</sub> - X - 4OH)]	E	E	E	E	E	E	OE
2	[HNO <sub>3</sub> · (3-N,X-4on)]	OE	OE	E	E	E	EM	OE
3	[HNO <sub>3</sub> · (3 - Gep - X - 4on)]	OE	OE	E	E	E	EM	EM
4	[HNO <sub>3</sub> · (3-O,X-4on)]	OE	OE	E	E	E	OE	OE
5	[HCl · (2 - Pen - X - 4on)]	OE	OE	E	E	E	OE	OE
6	[HCl · (2,3-DMX)]	E	OE	E	E	E	E	EM
7	[HNO <sub>3</sub> · (2,3-DMX)]	E	E	E	E	E	OE	OE
8	[HNO <sub>3</sub> · X-4-on]	E	OE	E	E	E	EM	EM
9	[2 <sub>M</sub> -X-4OH · (H <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> ]	E	OE	E	E	E	EM	EM
10	[CuCl <sub>2</sub> · (X-4OH)]	E	E	E	E	E	EM	EM
11	[MnCl <sub>2</sub> · (X-4OH)]	E	E	E	E	E	OM	EM
12	[CoCl <sub>2</sub> · (2,3DMX-4on)]	E	E	E	E	E	EM	EM

Shuningdek, substituentlarning (2,3-DMX, gepil, pentil) hajmi ortishi kristall panjaradagi molekulararo o‘zaro ta’sirlarni kuchaytirib, suyuqlanish haroratining nisbatan oshishiga olib kelishi aniqlandi. Bu esa sterik omilning fazaviy barqarorlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Olingan kompleks birikmalarning turli xil erituvchilarda eruvchanligi o‘rganildi. Shunga bo‘ra HCl va HNO<sub>3</sub> bilan hosil bo‘lgan tuzlar, xususan [HCl · (X-4on)], [HNO<sub>3</sub> · (X-4on)] hamda ularning metil, etil va geptil substituentli analoglari qutbli erituvchilarda (suv, etanol, sirka kislota, DMF, DMSO) yaxshi yoki o‘rtacha eruvchanlik namoyon etadi. Bu holat protonlangan azot markazlari va ion-dipol o‘zaro ta’sirlar bilan izohlanadi. Cu(II), Co(II) va Mn(II) ionlari asosida hosil qilingan komplekslar, xususan [CuCl<sub>2</sub> · (X-4on)], [CoCl<sub>2</sub> · (2,3-DMX-4on)], [MnCl<sub>2</sub> · (X-4on)] birikmalari erituvchanlik jihatidan cheklangan bo‘lib, ko‘pincha xloroform qisman va DMSO/DMFda eriydi, suvda esa deyarli erimaydi.

#### Biologik faolligi.

Ushbu tadqiqot ishida xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari asosida sintez qilingan kompleks birikmalarning zamburug‘larga qarshi fungitsid xususiyatlari “*Chemical characterization of the medicinal and endemic plants growing in Tajikistan*” ilmiy laboratoriyasida Fusarium sp., Alternaria sp. va Phytophthora sp. Zamburug‘ koloniyasi ustida *in-vitro* usulida o‘rganildi.

Nazorat namunasida barcha sinov zamburug‘lariga nisbatan o‘shni bostirish zonasi kuzatilmadi (0,0 mm), bu esa tajriba sharoitining to‘g‘riligini tasdiqlaydi. Sintez qilingan F1 namunasi Fusarium sp. va Alternaria sp. zamburug‘lariga nisbatan mos ravishda 12,0 va 8,0 mm o‘shni bostirish zonalarini namoyon qilgan bo‘lsa-da, Phytophthora sp. ga qarshi faollik ko‘rsatmagan.

F2 namunasi esa F1 ga nisbatan yuqoriroq fungitsid faollikka ega ekanligi bilan ajralib turadi. Xususan, *Fusarium* sp. ga nisbatan 18,0 mm, *Alternaria* sp. ga nisbatan 14,0 mm o'sishni bostirish zonalari kuzatildi. Biroq, ushbu namuna ham *Phytophthora* sp. zamburug'iga qarshi sezilarli faollik namoyon etmadi.

Standart preparat barcha sinov zamburug'lariga nisbatan eng yuqori fungitsid faollikni ko'rsatdi: *Fusarium* sp. uchun 32,0 mm, *Alternaria* sp. uchun 28,0 mm hamda *Phytophthora* sp. uchun 12,0 mm lizis zonalari qayd etildi. Bu natijalar sintez qilingan kompleks birikmalarning faolligi standartga nisbatan pastroq bo'lsa-da, ayrim zamburug' turlariga nisbatan sezilarli biologik faollikka ega ekanligini ko'rsatadi.

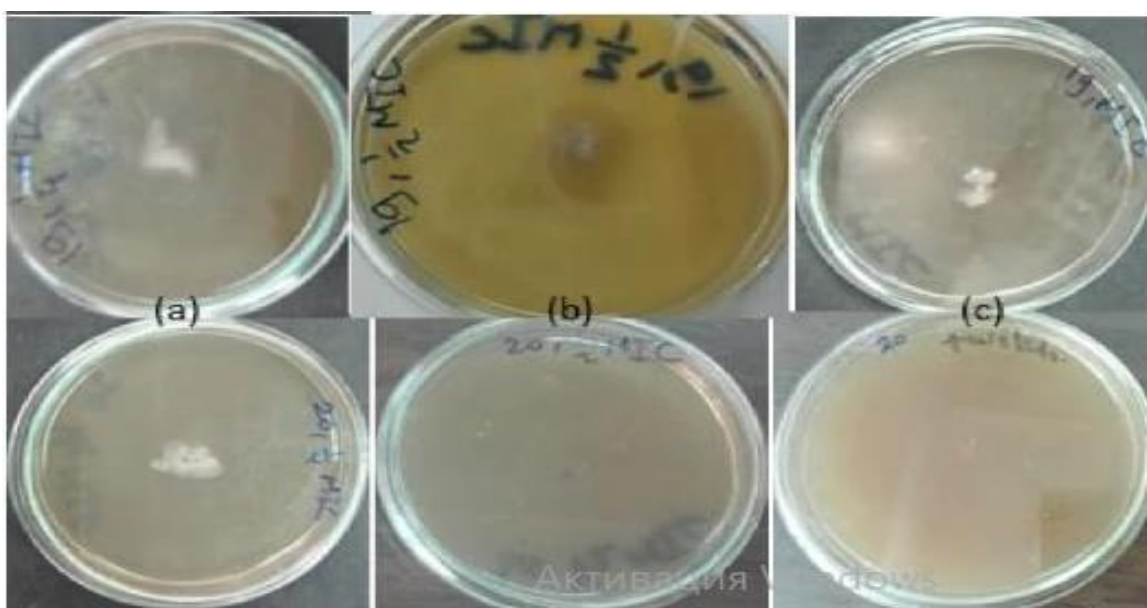
#### 6-jadval

**“Sintez qilingan birikmalarning fungitsid faolligi *Fusarium*, *Alternaria* va *Phytophthora* zamburug'lariga nisbatan agar-diffuziya usuli yordamida baho. (o'sishni ingibirlash zonasi), mm**

№	Namuna	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Phytophthora</i> sp.
1	Nazorat	0,0	0,0	0,0
2	F1	12,0	8,0	0,0
3	F2	18,0	14,0	0,0
6	Standart	32,0	28,0	12,0

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, F1-[HCl·(2,3-DMX)] va F2-[HNO<sub>3</sub>·X-4-on] kompleks birikmalarining fungitsid faolligi ularning kimyoviy tarkibi va markaziy ion tabiati bilan bevosita bog'liq. Ayniqsa, F2 namunada kuzatilgan yuqoriroq faollik markaziy ion bilan ligand o'rtasidagi koordinatsion bog'lanishning kuchayishi va molekulaning zamburug' hujayra devori bilan samaraliroq o'zaro ta'siri bilan izohlanadi.

Umuman olganda, xlorid kislota asosida sintez qilingan kompleks birikmalar *Fusarium* sp. va *Alternaria* sp. zamburug'lariga nisbatan o'rtacha fungitsid faollik namoyon qilgan bo'lib, ushbu birikmalarni biologik faol moddalar sifatida keyingi tadqiqotlarda o'rganish maqsadga muvofiq ekanligini ko'rsatadi.



**9-rasim. [HCl·(2,3-DMX), [HNO<sub>3</sub>·X-4-on] kompleks birikmalarning *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. va *Phytophthora* sp. zamburug'lariga nisbatan fungitsid faolligi.)**

## XULOSALAR

1. Ilk bor xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalari asosida 3ta Cu(II), Co(II), Mn(II), asosida yangi kompleks birikmalar sintez qilindi hamda monokristallar o‘stirildi. Sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibi kristall tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari RTT, IQ, termik analiz (TGT, DTT) usullari yordamida aniqlandi va tahlil qilindi. Shu bilan birga [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)] , [HNO<sub>3</sub>·X-4-on], [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(2,3-DMX)] tarkibli kompleks birikmalarning ma’lumotlari Kembridj kristallografik ma’lumotlar bazasiga (Cambridge Crystallographic data center) kiritilgan va mos ravishda 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187 depozit raqamlari olingan.

2. Olingan kompleks birikmalarning termik barqarorligi TG, DTT tahlillari yordamida o‘rganildi va shunga muvofiq [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] < [MnCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] < [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>] vodorod bog‘larning mustahkamligi ortib borish hisobiga termik barqarorligi isbotlandi, barqarorlik qatori tuzildi.

3. Olingan kompleks birikmalarning kristall strukturalari. Hirshfeld yuza tahlili natijalariga ko‘ra molekula kristallanishida, asosiy ta’sirlar O···H/H···O, H···H va C···H/H···C ta’sirlari hissasiga to‘g‘ri keldi. Cu(II) va nitrat komplekslari zich panjara va yuqori barqarorlikka ega ekanligi aniqlandi. Hirshfeld sirt tahlili asosida molekulararo malekulalar aro ta’sirlar CrystalExplorer 17.5 dasturidan foydalanib baholandi.

4. [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>], [MnCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] va [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>] komplekslarining kristall tuzilmalari va Hirshfeld sirt tahlili ularning barqarorligi metall–ligand koordinatsiyasi hamda qisqa molekulararo kontaktlar bilan ta’minlanishini ko‘rsatadi. Barcha komplekslarda markaziy metall atomi Cl<sup>-</sup> ionlari bilan tetraedrik shakl hosil qiladi. Metall ionining tabiatiga bog‘liq holda ([MnCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] → [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] → [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>]) M–Cl bog‘ uzunliklari qisqarib, kristall tuzilma zichlashadi. Ayniqsa Cu(II) kompleksida qisqa Cl···H va O···H kontaktlar ko‘payadi. Hirshfeld sirt tahliliga ko‘ra, barcha komplekslarda H···H kontaktlar ustun bo‘lsa-da, H···Cl va H···O kontaktlar ulushi Co(II) va Cu(II) komplekslarida ortib boradi.

5. Xinazolin-4-on va uning 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkil almashgan hosilalarining nitrat va xlorida kislota bilan hosil qilgan ([HCl·(2,3-DMX), [HNO<sub>3</sub>·X-4-on]) kompleks birikmasining 0,09% eritmasi Tojikistonning “Chemical characterization of the medicinal and endemic plants growing in Tajikistan” ilmiy laboratoriyasida (Grant No: CAM202203) raqamli grant loyihasida sinovdan o‘tkazildi natijada patogen zamburug‘larga qarshi yuqori samarali fungitsid xususiyatlarga ega yangi preparatlar sintez qilish imkonini berdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.DSC.03/2025.27.12.К/Т.12.05 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТЕРМЕЗКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ДАВЛАТБОЕВ МУЗАФФАР ОДИЛЖОН УГЛИ**

**СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ И КОМПЛЕКСОВ d-МЕТАЛЛОВ  
НА ОСНОВЕ ХИНАЗОЛИН-4-ОНА И ЕГО 2 (Н,МЕТИЛ) -3-  
АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ, РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ  
И ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

**02.00.01 – НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

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

**Термез - 2026**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2025.2.PhD/K966.

Диссертация выполнена в Наманганском государственном университете  
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета [www.tersu.uz](http://www.tersu.uz) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу [www.ziyo.net](http://www.ziyo.net).

**Научные руководители:** Саттаров Тўлкин Абдусаттор Угли  
кандидат технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** Мукумова Гульвар Джумаевна  
доктор химических наук, доцент

Раззокова Сурайё Разоковна  
доктор философии по химическим наук, доцент

**Ведущая организация:** Институт общей и неорганической химии

Защита диссертации состоится «25» 04 2026 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Ученого совета DSc.03/2025.27.12.K/T.12.05 при Термезском государственном университете по адресу 190111, г. Термез, ул. Баркамол авлод, дом 43. Тел.: (99876) 221-74-55, факс: (99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Термезском государственном университете под № 374 с которой ознакомиться в ИРС (1901116 Сурхандарьская облас, г. г. Термез, ул. Баркамол авлод, дом 43. Тел.: (99876) 221-74-55, факс: (99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz))

Автореферат диссертации разослан «10» 04 2026 года.  
(протокол рассылки № 5 от 9, 04 2026 года).



**И.А.Умбаров**  
Председатель Научного совета  
по присуждению ученых степеней,  
д.х.н., профессор

**Ш.А.Касимов**  
Ученый секретарь Научного совета  
по присуждению ученых степеней,  
д.х.н., профессор

**Г.Ж.Мукумова**  
Председатель разового научного семинара  
при Научном совете по присуждению  
ученых степеней, д.х.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ

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

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** Сегодня в мире синтез новых лекарственных препаратов в современной медицине и фармации является одной из важнейших задач, стоящих перед человечеством. Природные лекарственные вещества имеют огромное значение, во многих случаях методы их извлечения сложны, эффективность получаемых соединений низка, а ресурсы несколько ограничены, поэтому синтетические препараты занимают важное место в фармацевтической промышленности. Соответственно, синтез многофункциональных препаратов, особенно создание малотоксичных и высокоэффективных лекарств с направленной биологической активностью, разработка эффективных препаратов на основе комплексных соединений биометаллов, синтезированных с физиологически активными лигандами, имеет большое значение для снижения риска их повреждения здоровых тканей и возможности побочных эффектов в организме пациента.

В последние годы в фармакологии проводятся научные исследования по определению состава, структуры и свойств комплексных соединений биометаллов, синтезированных с хиназолином и его производными. В этой связи важно определить роль комплексных соединений, образуемых некоторыми ионами d-металлов с физиологически активными лигандами в биологических процессах, изучить механизм их участия во многих ферментах, белках и внутриклеточных реакциях, определить способность комплексных соединений, образуемых производными хиназолина с ионами биометаллов, обладающими широким спектром биологической активности, проникать через клеточные мембраны, определить взаимодействие таких комплексов с биомолекулами и модулировать ферментативные процессы.

В нашей республике достигнут ряд результатов в производстве новых видов материалов для химической промышленности. В частности, ведется масштабная работа по обеспечению местного рынка импортозамещающими реагентами. В нашей стране большое внимание уделяется внедрению научно обоснованных систем эксплуатации промышленных объектов и мер по охране окружающей среды посредством внедрения инновационных технологий. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы<sup>1</sup> [Указ Президента № ПФ-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»] определяет приоритетные направления экономического развития и ставит важные задачи по «дальнейшей интенсификации производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья, освоению качественно новых видов продукции и технологий...». В этой связи в развитии химической промышленности, одного из ведущих секторов нашей экономики, большое внимание уделяется синтезу и исследованию сложных соединений с высокой биологической активностью.

---

<sup>1</sup> Указ Президента № ПФ-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

Результаты данного диссертационного исследования могут в определенной степени способствовать выполнению задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», № УК-3983 от 25 октября 2018 г. «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности в Республике Узбекистан», № УП-4265 от 3 апреля 2019 г. «О мерах по дальнейшей реформе химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», № УП-4992 от 13 февраля 2021 г. «О мерах по дальнейшей реформе и финансовой устойчивости предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью» и других нормативно-правовых актах, регулирующих данную деятельность.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике.** Данное исследование проведено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики VII. Химические технологии и нанотехнологии.

**Степень изученности проблемы.** Многие научные лаборатории по всему миру изучали синтез 2(3)-алкилзамещенных хиназолинов и их физико-химические свойства. В частности, ученые из Ганьнаньского педагогического университета в Китае, такие как Chai. L. Q., Zhang. K. Y., Tang. L. J., Zhang. J. Y., Zhang. H. S.

Такие учёные как Mono, провели ряд исследований по синтезу комплексных соединений с металлами на основе производных 2,(3)Н-алкилзамещенных хиназолинов. Также были синтезированы монодентатные, бидентатные, бициклические и трициклические комплексные соединения производных 2,(3)Н-алкилзамещенных хиназолинов, и их кристаллические структуры были определены методом рентгеноструктурного анализа (РСА). Согласно данным (Cambridge Crystallographic Data Center,CCDC-2026) было синтезировано более 120 монокристаллов 2,(3)Н-алкилзамещенных хиназолинов, а также определены их структуры.

В Узбекистане систематические научные исследования по синтезу сложных соединений, их структурным особенностям, свойствам и практическому применению проводятся академиком Н.А. Парпиевым, Б.Т. Ибрагимовым и рядом выдающихся профессоров Х.Т. Шариповым, Х.Х. Хакимовым, О.Ф. Ходжаевым, А.А. Шабилоловым, Т.А. Азизовым, Х.Х. Тураевым, Б.Б. Умаровым, Ш.А. Кадировой, Ш.Ш. Даминовой, З.Ч. Кадировой, Дж.М. Ашуровым, А.Б. Ибрагимовым и Ш.А. Касимовым.

В то же время, несмотря на то, что был проведен ряд исследований по синтезу комплексных соединений на основе 2,(3)Н алкилзамещенных хиназолинов, синтез комплексных соединений 2,(3)Н алкилзамещенных хиназолинов на основе d-металлов недостаточно изучен, а их структура и свойства не исследованы.

**Исследование связано с научно-исследовательскими планами высшего учебного заведения, где была выполнена диссертационная работа.** Диссертационное исследование выполнено в рамках фундаментального проекта Наманганского государственного университета и Института химии

растительных веществ АН РУз от 11 сентября 2025 года No 4/1255-2195 "Научные основы целевого использования природных и синтетических органических соединений при создании биологически активных средств для нужд сельского хозяйства и медицины."

**Цель исследования.** Синтез комплексных соединений d-металлов на основе 2(3)-алкилзамещенных хиназолинов, определение их кристаллической и молекулярной структуры, а также физико-химических свойств.

**Задачи исследования:**

Синтез смешаннолигандных комплексов хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные с катионами Co(II), Cu(II), Mn(II) и получение их монокристаллов;

анализ кристаллических структур, состава и свойств синтезированных комплексных соединений с использованием современных физико-химических методов исследования; ИК-спектроскопия, ТГА, ДТА, РТТ;

проведение анализа поверхности Хиршфельда для оценки межмолекулярных нековалентных взаимодействий в синтезированном кристалле;

определение биологической активности синтезированных комплексных соединений против грибковых колоний.

**Объектом исследования являются:** Новые хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные, соли Co(II), Cu(II), Mn(II), HCl, HNO<sub>3</sub> кислоты в растворах различной концентрации, а также грибы, такие как Fusarium, Alternaria, Phytophthora;

**Предмет исследования:** Синтез комплексных соединений Хиनाзолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные хиназолина с некоторыми d-металлами и соляной и азотной кислотами, определение их кристаллической и молекулярной структуры, индивидуальности, физико-химической и биологической активности.

**Методы исследования.** Состав, структура и свойства синтезированных комплексных соединений были определены с помощью рентгеноструктурного анализа, инфракрасной спектроскопии, дифференциальной термогравиметрии (ДТА), а также программ Olex 2, Mercury, PLATON, XP, SHELXS, SHELXL и CrystalExplorer 17.5.

**Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:**

Впервые были синтезированы 3 новых металлокомплексных соединения хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные с катионами металлов Cu(II), Co(II), Mn(II) и 8 новых органических солей с хлоридной и азотной кислотами, и получены соответствующие регистрационные номера 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187 из Кембриджского центра кристаллографических данных(Cambridge Crystallographic Data Center);

состав, структура и физико-химические свойства полученных комплексных соединений и органических солей были проанализированы с помощью РСА, ИК-спектроскопии, термогравиметрического анализа (ТГА), дифференциального термического анализа (ДТА), и было установлено, что

полученные металлокомплексы имеют тетраэдрическую пространственную форму с использованием программ Mercury, PLATON, SHELXS, SHELXL.

при изучении анализа поверхности Хиршфельда комплексных соединений на основе катионов Cu(II), Co(II), Mn(II) производных 2-хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные программы CrystalExplorer 17.5 было доказано, что большинство взаимодействий происходит между связями Н··Н и О··Н/О··Н;

биологическая активность синтезированных новых органических солей, содержащих [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·X-4-он], против таких грибов, как Fusarium, Alternaria, Phytophthora, была определена с использованием метода *in vitro*.

#### **Практические результаты исследований заключаются в следующем:**

Были синтезированы новые комплексные соединения катионов Co(II), Cu(II), Mn(II) на основе хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные и определены оптимальные условия синтеза;

Кристаллические структуры, состав и свойства полученных комплексных соединений были изучены с использованием современных физико-химических методов, а увеличение длины водородных связей в порядке Cu(II) < Co(II) < Mn(II) было определено методом РТТ;

была изучена биологическая активность синтезированных комплексных соединений, содержащих [HCl·(2,3-DMX)] и [HNO<sub>3</sub>·X-4-он] против колоний грибов рода Fusarium, Alternaria и Phytophthora.

**Достоверность результатов исследований.** Состав, молекулярная и кристаллическая структуры синтезированных комплексных соединений некоторых ионов d-металлов с хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные были подтверждены с помощью РТТ, ИК-спектроскопии, термического анализа и других физико-химических методов анализа, а полученные комплексные соединения также были внедрены в практику для получения дезинфицирующих средств. Полученные выводы основаны на анализе экспериментальных результатов.

#### **Научно-практическое значение результатов исследования.**

Научное значение результатов исследования заключается в определении оптимальных условий синтеза комплексных соединений производных хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные с металлами Co(II), Cu(II) и Mn(II) с хлоридом и азотной кислотой. Результаты определения состава, структуры и свойств полученных комплексных соединений объясняются тем, что они были рассчитаны с использованием современных физико-химических методов исследования, включая рентгеноструктурный анализ (РД), анализ поверхности Хиршфельда, термогравиметрический анализ (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ).

**Практическая значимость результатов исследования** заключается в том, что включение кристаллографических данных комплексных соединений, содержащих [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·X-4-on], [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>],

[HNO<sub>3</sub>·(2,3-DMX)], в Кембриджскую кристаллографическую базу данных позволяет использовать предоставленные данные в синтезе подобных комплексов и в характеристике их структур, а также в том, что комплексные соединения, синтезированные с некоторыми d-металлами хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные, проявили фунгицидные свойства против грибковых колоний, что способствовало повышению эффективности дезинфицирующих средств при добавлении в раствор.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных при изучении кристаллической структуры комплексов, образованных хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные хиназолина металлов Со(II), Cu(II) и Mn(II) с хлоридом и азотной кислотой, были получены следующие комплексы: [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·X-4-on], [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4on)], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4on)], [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(2,3-DMX)]. (Кембриджская база данных структур, <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>; номера депозита CCDC: 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187). В результате это позволяет использовать ее для определения физико-химических и геометрических параметров других подобных соединений;

Комплексообразование хиназолин-4-она и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенных производных с d-металлами было использовано в цифровом грантовом проекте «Химическая характеристика лекарственных и эндемичных растений, произрастающих в Таджикистане» (грант № САМ202203) в научной лаборатории Таджикистана (Справка Центр инноваций в области природных продуктов Китайско-Таджикистанского сотрудничества). В результате удалось синтезировать новые лекарственные препараты с высокоэффективными фунгицидными свойствами против патогенных грибов.

Данные, полученные из кристаллической структуры синтезированного комплексного соединения, были использованы для изучения пространственной структуры отдельных хиназолон, бензимидазола, бензоксазола и других гетероциклических соединений, а также для анализа межмолекулярных взаимодействий в кристалле в ходе реализации фундаментального проекта по теме «Научные основы целенаправленного применения природных и синтетических органических соединений в создании биологически активных веществ для сельскохозяйственных и медицинских нужд», осуществляемого на кафедре органического синтеза и защиты растений Института химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан (Справка Академии наук Республики Узбекистан от 11 сентября 2025 г. № 4/1255-2195). В результате удалось полностью доказать химическую структуру новых комплексов этих соединений с металлами.

**Апробация результатов исследования.** Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были представлены и обсуждены на 10 научных конференциях, в том числе на 4 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ. Из них 5 научных статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной

комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов кандидатских диссертаций, в том числе 3 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах.

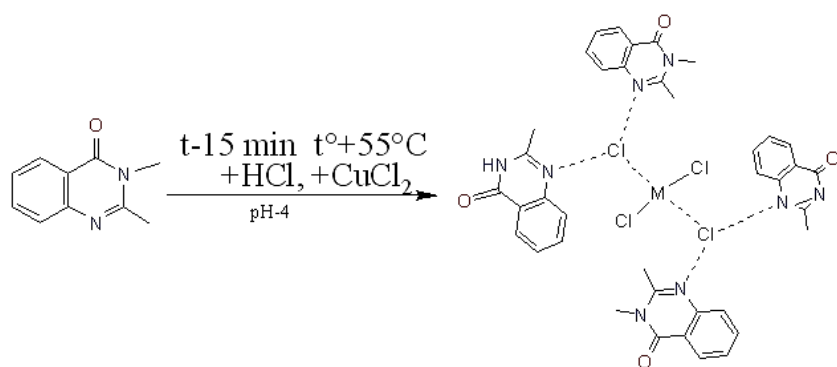
**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**В введении** диссертации обоснована актуальность и значимость темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, показана её соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты, обоснована их достоверность, раскрыто научное и практическое значение полученных результатов, сделаны выводы о перспективах внедрения в практику, а также приведены сведения о опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Хиназолины: синтез, строение и биологическая активность (обзор литературы)»** освещены вопросы получения и общих свойств хиназолинов, синтез органических солей на основе бициклических хиназолинов и их свойства, рентгеноструктурный анализ комплексных соединений на основе бициклических хиназолинов, а также термо-гравиметрический анализ. Подробно рассмотрены методы синтеза хиназолинов и их физико-химические и биологические свойства. В конце главы приведены общие выводы по обзору литературы.

Вторая глава диссертации под названием **«Условия и методы синтеза анионных комплексов производных 2 хиназолин-4-он и его 2(Н,СН<sub>3</sub>)-3-алкилзамещенные производные (экспериментальная часть)»** посвящена описанию используемого в рамках диссертационного исследования оборудования, применяемых методов, подхода к выбору способов синтеза комплексных соединений, а также самих методов синтеза на основе производных 2,3-алкилзамещённых хиназолин-4-онов.



**Схема 1. [MCl<sub>4</sub>(X-4-on)<sub>2</sub>]**  
— дихлоро-бис(хиназолин-4-он) комплексы М(II); схема реакции синтеза.

Полученные результаты показывают, что производные 2,3-алкилзамещённых хиназолин-4-онов образуют комплексы с

солями металлов в молярном соотношении 1:1. Синтез проводили в 10 мл 96%-ного этанола. В отдельной посуде готовили водный раствор хлорида металла(II) (CuCl<sub>2</sub>, MnCl<sub>2</sub>, CoCl<sub>2</sub>) в количестве 0,01 моль (в соотношении 1:1 по молям). Полученный раствор MeCl<sub>2</sub> медленно, по каплям добавляли к этанольному раствору производного 2,3-алкилзамещённого хиназолин-4-она. После добавления каждой капли смесь тщательно перемешивали. Образовавшуюся

реакционную смесь помещали в автоклав и выдерживали при температуре 40–50 °С в течение 3–4 часов.

По завершении реакции автоклав постепенно охлаждали до комнатной температуры. Образовавшийся осадок в виде хлопьевидного (или мелкозернистого) осадка отделяли путём фильтрования и повторно растворяли в 96%-ном этаноле. Для улучшения процесса кристаллизации в раствор добавляли небольшое количество кристаллов производного хиначолин-4-она в качестве затравки (затравочных кристаллов). Раствор оставляли при комнатной температуре на 24–48 часов. В результате выращивались прозрачные, окрашенные крупные монокристаллы.

#### Результаты и наблюдения:

Полученные монокристаллы были изучены методом рентгеноструктурного анализа (РСА), в результате чего установлено, что состав комплексного соединения соответствует формуле  $[MCl_4 \cdot (X-4on)_{4,(2)}]$

Производные 2,3-алкиламещённых хиначолинов образуют комплексы с нитратной и соляной кислотами в следующих условиях. В процессе синтеза использовали 0,001 моль 2,3-алкиламещённых хиначолинов.

0,001 моль 2,3-алкиламещённых хиначолинов растворяли в 10 мл 96%-ного этанола. Затем к раствору медленно, по 4–5 капель, добавляли 60%-ную азотную кислоту или 15–30%-ную соляную кислоту. Полученную смесь гомогенизировали при 45 °С с помощью ультразвука частотой 30 кГц в течение 15–45 минут. Далее гомогенную смесь переносили в трёхгорлую колбу, снабжённую обратным холодильником, и выдерживали при температуре кипения с перемешиванием в течение 1,5–4,5 часов. В этих условиях 2,3-алкиламещённый хиначолин взаимодействовал с азотной кислотой с образованием ион-парного комплекса 2,3-алкиламещённого хиначолиний-4-ониевого иона (схема 2).

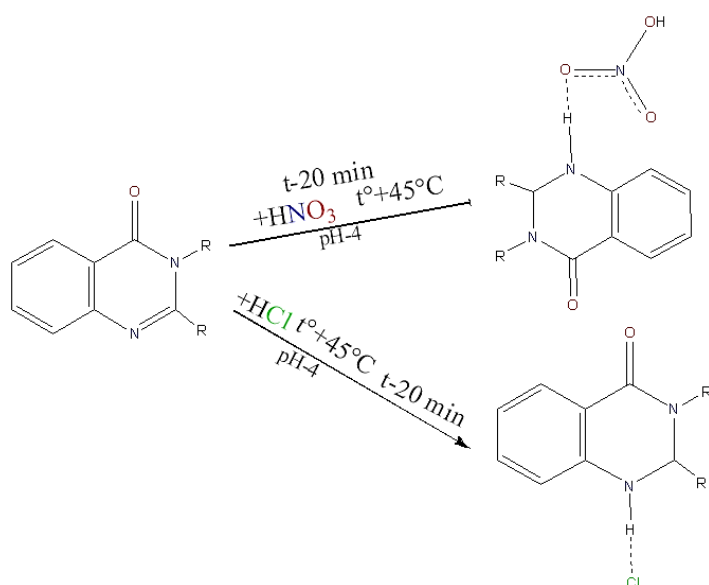


Схема 2. Схема реакции образования ион-парного комплекса N-(гептил)хиначолин-4-ония нитрата.

По завершении реакции образовавшийся бесцветный хлопьевидный осадок охлаждали, отделяли фильтрованием и повторно растворяли в 96%-ном этаноле. Для улучшения процесса кристаллизации в раствор добавляли небольшое количество кристаллов исходного лиганда в качестве затравки.

При изучении монокристаллов синтезированных комплексных соединений методом рентгеноструктурного анализа (РСА) установлено, что большинство из них обладают моноклинной, орторомбической или триклинной сингонией. То есть в кристаллической ячейке для осей a, b и c комплексных соединений наблюдаются определённые ограничения (различия в длинах осей), что

указывает на проявление различной сингонии данными соединениями. При этом углы между осями а и b, а также b и с различаются, что было точно определено и проанализировано.

**Таблица 1**

**Кристаллографические данные синтезированных комплексных соединений**

Комплекс	Формула	Mr	Сингония	Космическая группа	a, Å b, Å c, Å	α, град. β, град. γ, град.	V, Å <sup>3</sup>	Z
[HCl·(2M-X-4on)]	C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> N <sub>2</sub> O·HCl	197,5	M	Pbcm	10.1221(5) 13.6533(4) 6.6248(3)	90 90 90	915.5 5(7)	4
[HNO <sub>3</sub> ·(3-N,X-4on)]	C <sub>16</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O·HNO <sub>3</sub>	323,38	M	I2/a	22.6755(12) 5.19010(17) 30.920(2)	90 101,09(6) 90	3750	2
[HNO <sub>3</sub> ·(3-Гер-X-4on)]	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O·HNO <sub>3</sub>	295.333	M	I2/a	12.416(2) 6.1793(8) 30.335(3)	90 101,804(10) 90	3447. 4(7)	15
[HNO <sub>3</sub> ·(3-O,X-4on)]	C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> N <sub>2</sub> O·HNO <sub>3</sub>	309.359	M	C2/c	31.718(2) 5.1682(2) 22.7132(13)	90 99,274(6) 90	3274. 6(4)	2
[HNO <sub>3</sub> ·(2,3-DMX)]	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O·HNO <sub>3</sub>	237.210	M	Pna2 <sub>1</sub>	20.8130(5) 5.8399(1) 19.7970(5)	90 90 90	2406. 24(9)	8
[HNO <sub>3</sub> ·X-4-on]	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O·HNO <sub>3</sub>	209.157	M	P21/c	5.2445(2) 10.7546(3) 16.3871(5)	89,989(2) 95,649(3) 90,005(3)	919.7 9(5)	4
[2M-X-4on·(H <sub>2</sub> O) <sub>n</sub> ]	C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> N <sub>2</sub> O·H <sub>2</sub> O	179.195	T	P-1	7.2162(8) 12.54224(9) 39.334(3)	92,118(6) 90,433(7) 101,945(7)	3474. 7(5)	15
[CuCl <sub>2</sub> ·(X-4on)]	CuCl <sub>2</sub> (C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O)	280.598	T	P-1	7.25577(14) 7.73292(18) 9.38320(16)	87.5133(16) 81.6544(15) 63.916(2)	467.7 25(19 )	2
[CoCl <sub>2</sub> ·(2,3DMX-4on)]	CoCl <sub>2</sub> (C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O)	304.038	M	C2/c	17.3244(4) 9.6490(2) 15.8346(4)	90 114.472(3) 90	2409. 17(12 )	10

В третьей главе диссертации под названием «**Структура полученных комплексов производных 2,3-алкилзамещённых хиназолин-4-онов (обсуждение результатов)**» представлены результаты рентгеноструктурного анализа (РСА) и термогравиметрического анализа (ТГА) комплексов производных 2,3-алкилзамещённых хиназолин-4-онов: одного комплекса с Co(II), одного с Cu(II), одного с Mn(II), трёх комплексов с HCl, пяти органических солей (комплексных соединений) с HNO<sub>3</sub>, а также одного гидратированного комплекса. На основе этих анализов доказана структура синтезированных комплексов, приведены данные о термической стабильности и температурах плавления новых комплексных соединений.

Молекулярная и кристаллическая структуры комплексов состава [Cu(NLH)<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub>], [MnCl<sub>4</sub>·(2,3dM-X-4on)<sub>2</sub>], [CoCl<sub>4</sub>·(2,3dM-X-4on)<sub>2</sub>] определены, проанализированы и сопоставлены методом рентгеноструктурного анализа

(РСА). Комплексные соединения обладают нейтральной и симметричной структурой. В центре инверсии расположен атом металла (Cu, Co или Mn), который координирован четырьмя хлорид-ионами; к хлорид-анионам через водородные связи присоединяются четыре протонированные молекулы лиганда. Синтезированные изоструктурные комплексные соединения кристаллизуются в моноклинной сингонии, пространственные группы —  $C2/c$  и  $P^{-1}$  (рис. 1).

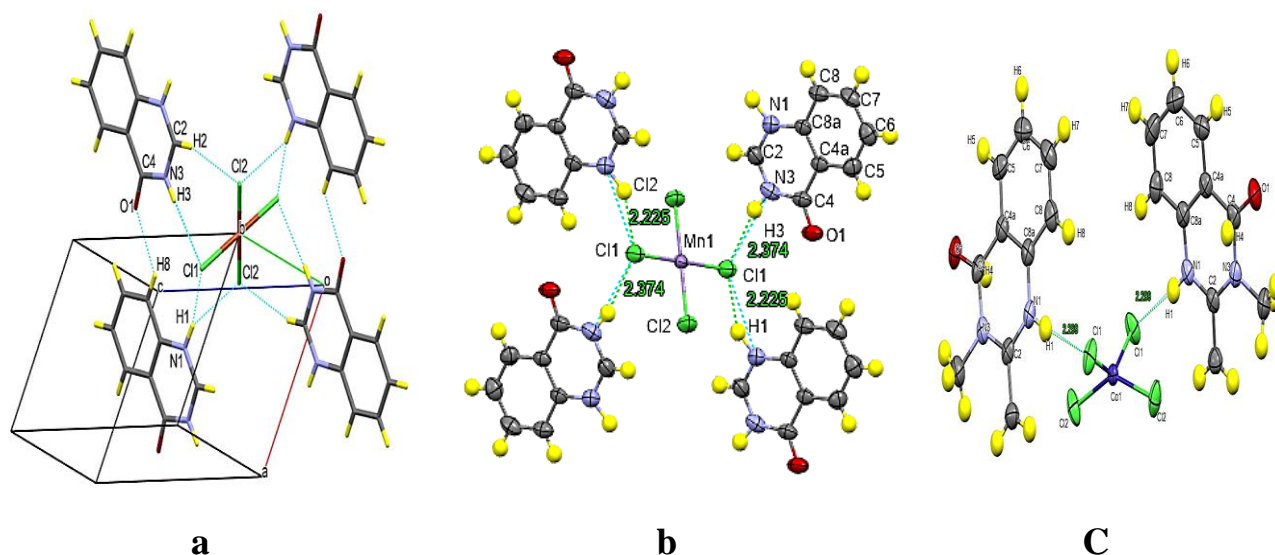


Рисунок 1. Молекулярная структура комплексных соединений:  $[Cu(NLH)_2Cl_4]$  (a),  $[MnCl_4 \cdot (2,3dM-X-4on)_2]$  (b) и  $[CoCl_4 \cdot (2,3M-X-4on)_2]$  (c).

В молекулах присутствуют донор-акцепторные связи  $MCl_4$  и водородные связи  $H \cdots Cl$ . Их пространственная структура формирует тетраэдрическую геометрию. В данных комплексных соединениях координационное число центрального атома металла стабильно равно 4. В полученных комплексах наблюдается удлинение длин связей  $M-Cl \cdots H$  в последовательности  $Cu(II) < Mn(II) < Co(II)$ . Это явление можно объяснить различиями в ионном радиусе центрального атома и особенностями его электронной конфигурации.

Полученные комплексные соединения состава  $[HCl \cdot (2M-X-4on)]$ ,  $[HNO_3 \cdot (3-N,X-4on)]$ ,  $[HNO_3 \cdot (3-N,X-4on)]$ ,  $[HNO_3 \cdot (3-GeP-X-4on)]$ ,  $[HNO_3 \cdot (3-O,X-4on)]$ ,  $[2M-X-4on \cdot (H_2O)_n]$ ,  $[HCl \cdot (2-Pen-X-4on)]$ ,  $[HNO_3 \cdot (2,3-DMX)]$ ,  $[HCl \cdot (2,3-DMX)]$  представляют собой соли, образованные производными 2,3-алкилзамещённых хиназолин-4-онов с кислотами. В этих соединениях протон от молекулы кислоты переносится на атом азота в положении 1 хиназолинового цикла. В результате образуются хиназолиний-катион и соответствующий хлорид- или нитрат-анион.

В структуре солей между анионами и катионами существуют водородные связи типа  $N-H \cdots O$  (в случае нитрата) или  $N-H \cdots Cl$  (в случае хлорида). Эти водородные связи обеспечивают стабильность кристаллической структуры и оказывают существенное влияние на термические и физико-химические свойства соединений (рис. 2).

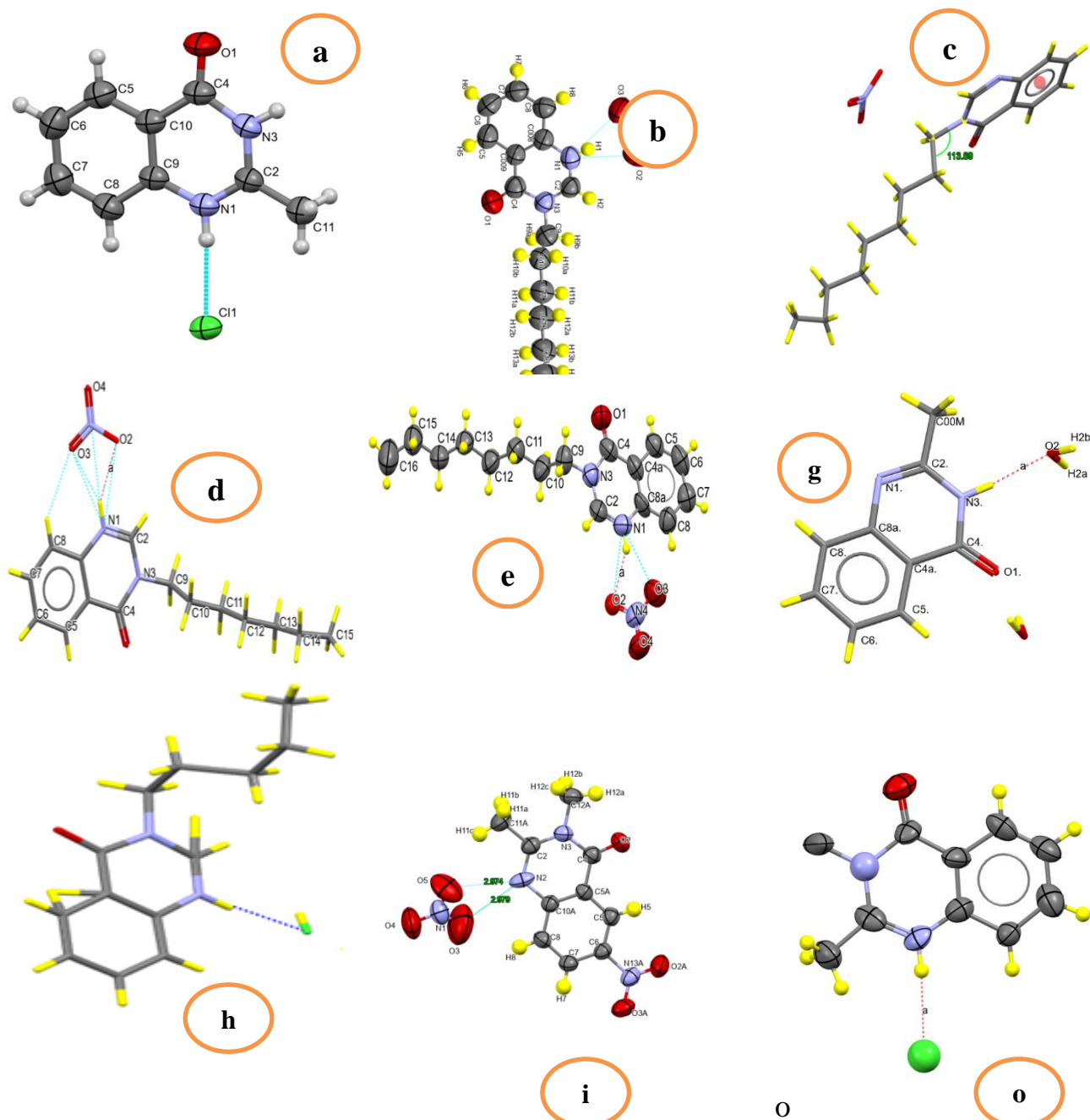
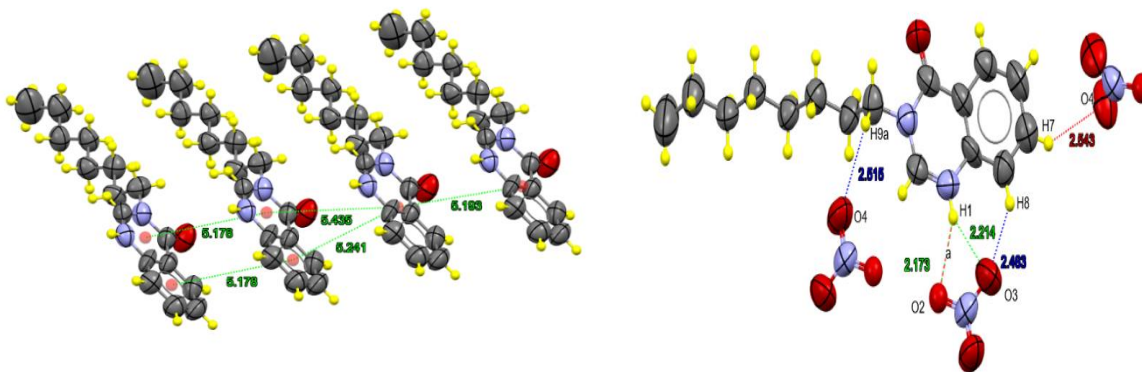


Рисунок 2. Молекулярная структура синтезированных комплексных соединений.

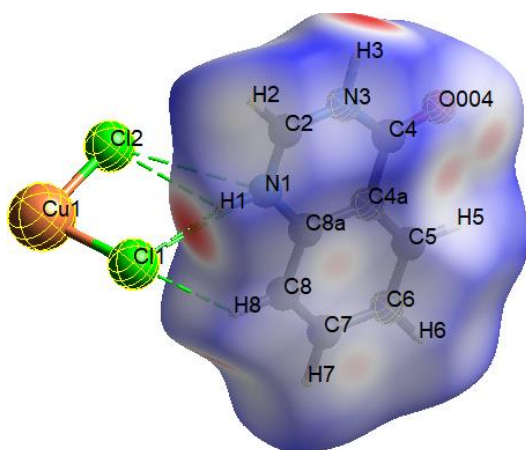
а)  $[HCl \cdot (2m-X-4on)]$ , б)  $[HNO_3 \cdot (3-N, X-4on)]$ , в)  $[HNO_3 \cdot (3-N, X-4on)]$ , д)  $[HNO_3 \cdot (3-Gep-X-4on)]$ , е)  $[HNO_3 \cdot (3-O, X-4on)]$ , г)  $[2m-X-4on \cdot (X_2O)_n]$ , з)  $[HCl \cdot (2-Pen-X-4on)]$ , и)  $[HNO_3 \cdot (2,3-DMX)]$ , о)  $[HCl \cdot (2,3-DMX)]$

На вышеуказанном рисунке 2 кристаллическая структура соединения  $[HNO_3 \cdot (3-O, X-4on)]$  относится к моноклинной сингонии, пространственная группа  $I2/a$ . Параметры элементарной ячейки:  $a = 30,359 \text{ \AA}$ ,  $b = 5,1778 \text{ \AA}$ ,  $c = 22,4124 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 101,896^\circ$ , объём  $3447,4 \text{ \AA}^3$ , плотность  $1,238 \text{ г/см}^3$ . В структуре выявлены сильные водородные связи  $N-H \cdots O$  и слабые водородные связи  $C-H \cdots O$ , которые обеспечивают стабильность структуры.  $N-H \cdots O$  связи прямолинейные и сильные,  $C-H \cdots O$  связи изогнутые и слабые. Водородные связи внутри кристаллической решётки, а также  $\pi-\pi$  взаимодействия ( $Cg1 \rightarrow Cg1$ ,  $Cg3 \rightarrow Cg1$ ) повышают стабильность структуры.



**Рисунок 3. е) Асимметричная часть кристаллической структуры соединения  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-O,X-4on})]$  и взаимные воздействия связи колец  $\text{Cg} \cdots \text{Cg}$ .**

Для описания характера межмолекулярных взаимодействий в кристаллической ячейке комплекса  $[\text{CuCl}_4(\text{X-4-on})_2]$  был проведён анализ поверхности Хиршфельда (Hirshfeld surface analysis) с использованием программы Crystal Explorer 21.5.



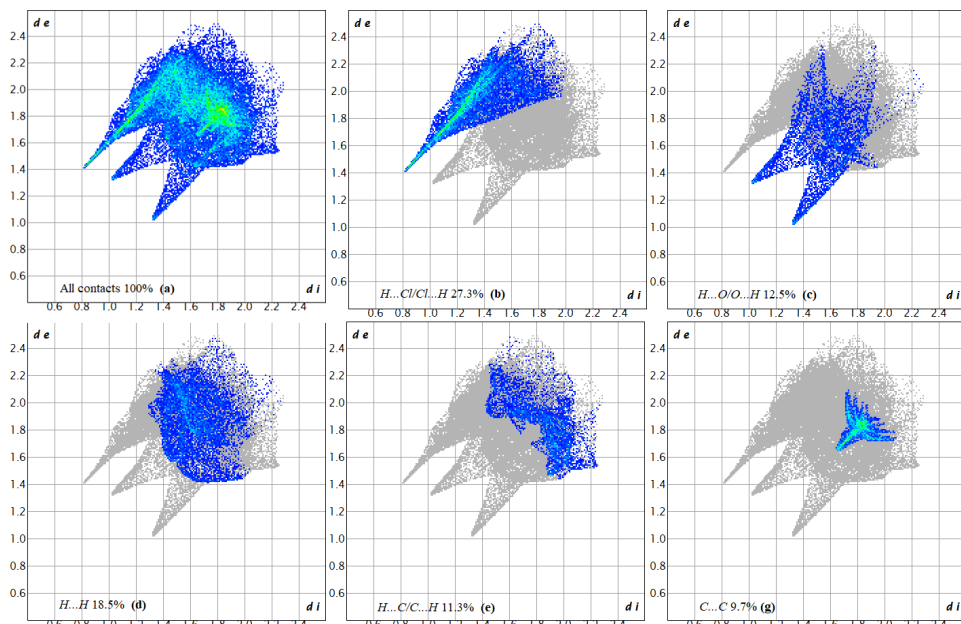
**Рисунок 4. Соединение  $[\text{CuCl}_4(\text{X-4-on})_2]$  представлено в виде трёхмерной карты поверхности Хиршфельда.**

С помощью анализа поверхности Хиршфельда можно определить поверхность взаимодействия одной молекулы в кристаллической ячейке с другими молекулами, её объём, расстояния, а также получить множество дополнительных данных, используя загруженные в программе дополнительные функции.

На основании анализа двумерных отпечатков пальцев (fingerprint plots), полученных с использованием функций  $d_e$  и  $d_i$ , которые показывают вклад отдельных взаимодействий в формирование упаковки молекул в кристалле синтезированных комплексных соединений, установлено, что основную долю взаимодействий составляют контакты  $\text{H} \cdots \text{H}$ , а также  $\text{H} \cdots \text{O} / \text{O} \cdots \text{H}$ , которые вносят наибольший вклад.

Для описания характера межмолекулярных взаимодействий был проведён анализ поверхности Хиршфельда. Результаты анализа показали следующее:

Согласно результатам рентгеноструктурного анализа, комплекс хиназолон-4-она с  $\text{CuCl}_2$  имеет эмпирическую формулу  $(\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_2\text{O})^+\text{CuCl}_4^-$ . В соединении подтверждено образование водородных связей  $\text{N} \cdots \text{H} \cdots \text{Cl}$  и  $\text{C} \cdots \text{H} \cdots \text{Cl}$ . Кроме того, в молекуле  $\text{C} \cdots \text{O} \cdots \text{Cg}$  выявлено наличие кольцевых связей. На основе анализа поверхности Хиршфельда были проанализированы  $\text{H} \cdots \text{Cl} / \text{Cl} \cdots \text{H}, \text{H} \cdots \text{O} / \text{O} \cdots \text{H}, \text{H} \cdots \text{H}, \text{H} \cdots \text{C} / \text{C} \cdots \text{H}$  и  $\text{C} \cdots \text{C}$  взаимодействия. В качестве окончательного вывода установлено, что водородные связи с участием водорода в молекуле определяют основное направление роста кристалла.



**Рисунок 5.** Двумерный график отпечатка пальца для соединения  $[\text{CuCl}_2(\text{X-4-on})_2]$  **а**, показывающий все межмолекулярные взаимодействия **(а)**,  $\text{H}\cdots\text{Cl}/\text{Cl}\cdots\text{H}$  **(б)**,  $\text{H}\cdots\text{O}/\text{O}\cdots\text{H}$  **(с)**,  $\text{H}\cdots\text{H}$  **(д)**, **(е)**  $\text{H}\cdots\text{C}/\text{C}\cdots\text{H}$ , **(г)**  $\text{C}\cdots\text{C}$  взаимодействия. (в Å) представляют собой внутреннее и внешнее ближайшие расстояния поверхности Хиршфельда.

Термический анализ, проведенный методами ТГ и ДТГ (термогравиметрический анализ), показал высокую термическую стабильность комплексного соединения  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-P, X-4on})]$ ; в соединении  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-P, X-4on})]$  термическая стабильность сохраняется до 294 °С.

Согласно результатам термогравиметрического анализа, разложение вещества происходит в три стадии.

Первая стадия осуществляется в температурном интервале 18,44–60,38 °С, при этом наблюдается небольшая потеря массы, что объясняется испарением влаги и летучих компонентов.

Вторая стадия протекает в интервале 60,38–186,27 °С и сопровождается основным эндотермическим эффектом, плавлением вещества и интенсивным разложением. На этой стадии зарегистрирована наибольшая потеря массы.

**Таблица 2**

**Анализ результатов кривых ТГА и ДТА для комплексного соединения состава  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-P, X-4on})]$**

Стадия	Температурный интервал (°С)	Пик эффекта (°С)	Природа эффекта	Наблюдаемый процесс	Потеря массы (мг)	Потеря массы (%)
I	18,44 – 60,38	60,38	Эндотермический	Испарение влаги и летучих компонентов	0,0319	1,648
II	60,38 – 186,27	186,27	Эндотермический	Плавление комплекса	1,582	103,74
III	294,42 – 601,65	—	Эндотермический (широкая область)	Постепенная деструкция органических остатков	0,086	5,639

Третья стадия протекает в температурном интервале 294,42–601,65 °С и характеризуется постепенной деструкцией органических остатков. В целом, вещество термически стабильно примерно до 60 °С, а при более высоких температурах наблюдаются сложные и многостадийные процессы разложения.

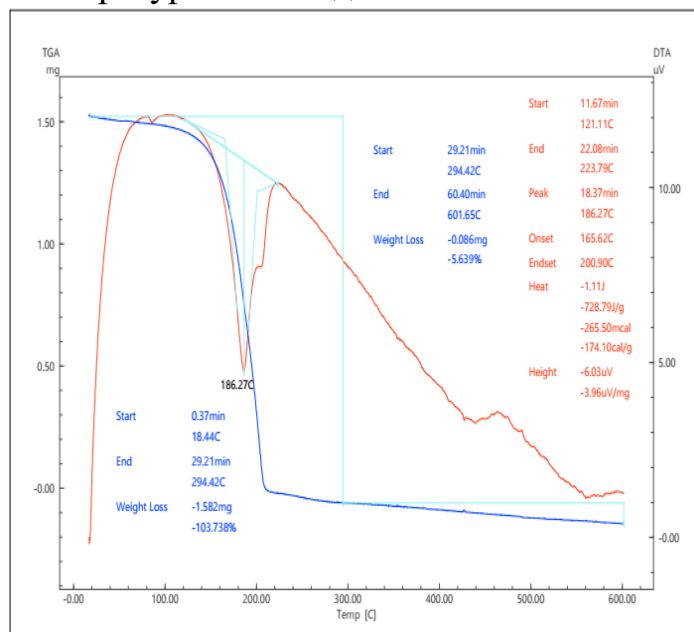


Рисунок 6. ТГТ и ДТТ анализ соединения  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-P,X-4on})]$

### Анализ ИК-спектров лиганда хиназолин-4-она и синтезированного комплексного соединения

Для изучения ИК-спектральных характеристик синтезированного металлкомплекса ИК-спектры хиназолинового лиганда и синтезированного комплекса меди(I) были записаны на ИК-Фурье спектрофотометре Shimadzu (Япония) в области 600–4000  $\text{cm}^{-1}$ . Установлено, что спектр лиганда соответствует данным, приведённым в литературе. В частности, в интервале 3300–3100  $\text{cm}^{-1}$

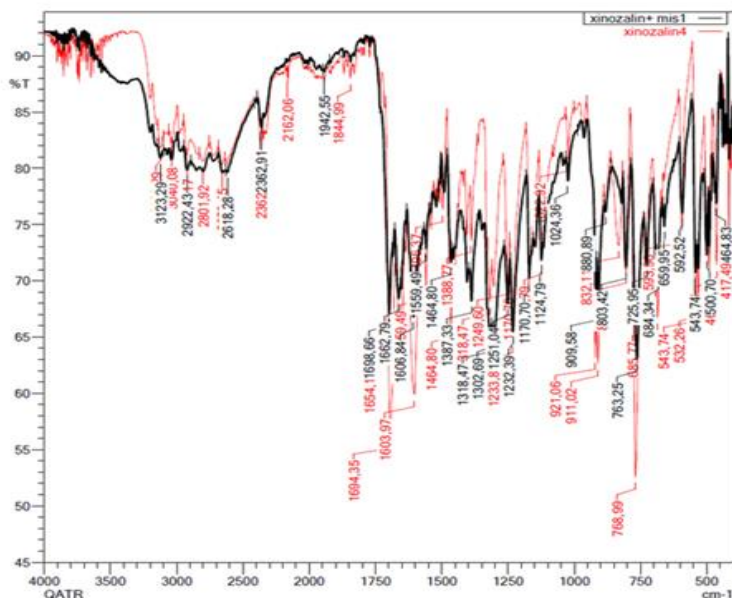
наблюдались полосы поглощения, относящиеся к колебаниям ароматических C–H и N–H.

Вблизи 3050  $\text{cm}^{-1}$  — колебания C–H, характерные для ароматического кольца, а в областях 2950–2850  $\text{cm}^{-1}$  зарегистрированы полосы поглощения алифатических групп C–H. В интервале 1650–1500  $\text{cm}^{-1}$  сильные поглощения соответствуют колебаниям C=N и C=C в хиназолиновом кольце. Кроме того, в областях 1350–1200  $\text{cm}^{-1}$  — колебания, характерные для связей C–N, а в интервале 1000–700  $\text{cm}^{-1}$  выявлены внеплоскостные колебания C–H ароматического кольца.

В ИК-спектре синтезированного комплекса наблюдались заметные сдвиги и изменения интенсивности полос поглощения, характерных для лиганда (рис. 3.9.7). В частности, сдвиг полос, относящихся к колебаниям C=N и N–H, в низкочастотную область указывает на то, что атомы азота в хиназолиновом кольце вступили в координацию с ионом меди(I). Кроме того, в низкочастотной области 600–500  $\text{cm}^{-1}$  появились новые полосы поглощения, наблюдаемые только в спектре комплекса, которые характерны для связей Cu–N и подтверждают координационное присоединение лиганда к иону металла.

Таблица 3  
Анализ ИК-спектров лиганда X-4on и комплекса состава  $[\text{CuCl}_4(\text{X-4on})_2]$ ,  $\text{cm}^{-1}$

Характеристика колебаний	$\nu(\text{NH}, \text{NH}_2)$	$\nu(\text{Ar})=\text{C}-\text{H}$	$\nu(\text{Ar})$ C=N, C=C,	$\nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2) / \delta(\text{CH}, \text{CH}_3)$
хинозалин	3300–3100	~3050	1650–1500	2950–2850
$[\text{Cu}(\text{NLH})_2\text{Cl}_2]$	3250–3080	3035	1620–1480	2950–2850



**Рисунок 8. Сравнительные ИК-спектры металлкомплекса состава  $[\text{CuCl}_2 \cdot (\text{X-4on})]$  и лиганда**

Данные сравнения показывают, что образование связи между комплексным соединением и лигандом приводит к появлению сдвигов в ИК-спектре.

Фазовые переходы полученных органических солей и металлкомплексных соединений, в частности температуры плавления, позволяют более глубоко охарактеризовать их кристаллическую структуру и природу связей. Результаты термического

анализа (DSC/TG) свидетельствуют о том, что в протонированных и гидратированных соединениях процесс плавления обычно наблюдается при более низких температурах и часто протекает одновременно с разложением.

В частности, для протонированных соединений, образованных на основе  $\text{HCl}$  и  $\text{HNO}_3$ , температуры плавления проявляются в интервале  $180\text{--}240\text{ }^\circ\text{C}$ , что объясняется относительно слабой природой ион-дипольных и водородных связей в кристаллической решётке. Особенно в гидратированных соединениях, где в кристаллической структуре участвуют молекулы воды ( $[\text{2m-X-4on} \cdot (\text{H}_2\text{O})_n]$ ), фазовые переходы начинаются при ещё более низких температурах, поскольку молекулы воды легко отщепляются под действием тепла, что приводит к разрушению кристаллической решётки.

**Таблица 4**

**Температуры плавления органических солей и металлкомплексных соединений, полученных на основе производных хиназолин-4-она**

№	Брутто-формула	Температура плавления комплекса	Термическая стабильность
1	$[\text{2m-X-4on} \cdot (\text{H}_2\text{O})_n]$	<b>86 °C</b>	200 °C
2	$[\text{HNO}_3 \cdot \text{X-4-on}]$	<b>90 °C</b>	260–265 °C
3	$[\text{HCl} \cdot (\text{2,3-DMX})]$	<b>92 °C</b>	265–270 °C
4	$[\text{HCl} \cdot (\text{2m-X-4on})]$	<b>93 °C</b>	240–250 °C
5	$[\text{HNO}_3 \cdot (\text{3-N,X-4on})]$	<b>106 °C</b>	270–275 °C
6	$[\text{HCl} \cdot (\text{2-Pen-X-4on})]$	<b>113 °C</b>	250 °C
7	$[\text{HNO}_3 \cdot (\text{3-Gep-X-4on})]$	<b>118 °C</b>	270–275 °C
8	$[\text{HNO}_3 \cdot (\text{2,3-DMX})]$	<b>122 °C</b>	255–260 °C
9	$[\text{HNO}_3 \cdot (\text{3-O,X-4on})]$	<b>124 °C</b>	260–270 °C
10	$[\text{MnCl}_2 \cdot (\text{X-4on})]$	<b>142 °C</b>	280–285 °C
11	$[\text{CoCl}_2 \cdot (\text{X-4on})]$	<b>161 °C</b>	270–275 °C
12	$[\text{CuCl}_2 \cdot (\text{X-4on})]$	<b>182 °C</b>	300–330 °C

В противоположность этому, в координационных комплексах, образованных на основе ионов Cu(II), Co(II) и Mn(II), чёткая стадия плавления наблюдается при более высоких температурах или совмещается с разложением. Для этих комплексов температуры плавления/разложения находятся в интервале 280–330 °С, что объясняется прочностью координационных связей металл–азот (M–N), плотной упаковкой кристаллической решётки, а также преобладанием ионно-ковалентного характера связей.

Также было установлено, что увеличение объёма заместителей (2,3-DMX, гептил, пентил) усиливает межмолекулярные взаимодействия в кристаллической решётке, что приводит к относительному повышению температуры плавления. Это подтверждает, что стерический фактор оказывает заметное влияние на фазовую стабильность. Была изучена растворимость полученных комплексных соединений в различных растворителях. Согласно полученным данным, соли, образованные с HCl и HNO<sub>3</sub>, в частности [HCl·(X–4он)], [HNO<sub>3</sub>·(X–4он)], а также их метил-, этил- и гептилзамещённые аналоги, проявляют хорошую или умеренную растворимость в полярных растворителях (вода, этанол, уксусная кислота, DMF, DMSO). Это объясняется наличием протонированных азотных центров и ион-дипольными взаимодействиями.

Таблица 3.12.2

**Растворимость комплексных соединений, синтезированных на основе хиназолинов, кислот и солей, в различных растворителях**

№	Соединение	Вода	Этанол	Уксусная кислота	ДМСО	DMF	Ацетон	Хлороформ <sub>м</sub>
1	[HCl·(2 <sub>м</sub> –X–4он)]	Е	Е	Е	Е	Е	Е	ОЕ
2	[HNO <sub>3</sub> ·(3–N,X–4он)]	ОЕ	ОЕ	Е	Е	Е	ЕМ	ОЕ
3	[HNO <sub>3</sub> ·(3–Gep–X–4он)]	ОЕ	ОЕ	Е	Е	Е	ЕМ	ЕМ
4	[HNO <sub>3</sub> ·(3–O,X–4он)]	ОЕ	ОЕ	Е	Е	Е	ОЕ	ОЕ
5	[HCl·(2–Pen–X–4он)]	ОЕ	ОЕ	Е	Е	Е	ОЕ	ОЕ
6	[HCl·(2,3-DMX)]	Е	ОЕ	Е	Е	Е	Е	ЕМ
7	[HNO <sub>3</sub> ·(2,3-DMX)]	Е	Е	Е	Е	Е	ОЕ	ОЕ
8	[HNO <sub>3</sub> ·X–4–он]	Е	ОЕ	Е	Е	Е	ЕМ	ЕМ
9	[2 <sub>м</sub> –X–4он·n(H <sub>2</sub> O)]	Е	ОЕ	Е	Е	Е	ЕМ	ЕМ
10	[CuCl <sub>2</sub> ·(X–4он)]	Е	Е	Е	Е	Е	ЕМ	ЕМ
11	[MnCl <sub>2</sub> ·(X–4он)]	Е	Е	Е	Е	Е	ОМ	ЕМ
12	[CoCl <sub>2</sub> ·(2,3DMX–4он)]	Е	Е	Е	Е	Е	ЕМ	ЕМ

Комплексы, полученные на основе ионов Cu(II), Co(II) и Mn(II), в частности соединения [CuCl<sub>2</sub>·(X–4он)], [CoCl<sub>2</sub>·(2,3-DMX–4он)], [MnCl<sub>2</sub>·(X–4он)], характеризуются ограниченной растворимостью: они, как правило, частично растворимы в хлороформе и растворимы в DMSO/DMF, тогда как в воде практически не растворяются.

**Биологическая активность**

В данной исследовательской работе фунгицидные свойства комплексных соединений, синтезированных на основе 2,(3)Н-алкилзамещённых хиназолинов, в отношении грибов были изучены *in vitro* на колониях **Fusarium sp.**,

**Alternaria sp.** и **Phytophthora sp.** в научной лаборатории Chemical characterization of the medicinal and endemic plants growing in Tajikistan.

В контрольном образце в отношении всех тестируемых грибов зона подавления роста не наблюдалась (0,0 мм), что подтверждает корректность условий эксперимента. Синтезированный образец F1 проявил зоны ингибирования роста в 12,0 и 8,0 мм в отношении **Fusarium sp.** и **Alternaria sp.** соответственно, однако не показал активности против **Phytophthora sp.**

Образец F2 отличался более высокой фунгицидной активностью по сравнению с F1: зоны подавления роста составили 18,0 мм для **Fusarium sp.** и 14,0 мм для **Alternaria sp.** Тем не менее, данный образец также не проявил заметной активности против **Phytophthora sp.**

Стандартный препарат показал наивысшую фунгицидную активность в отношении всех тестируемых грибов: зоны лизиса составили 32,0 мм для **Fusarium sp.**, 28,0 мм для **Alternaria sp.** и 12,0 мм для **Phytophthora sp.** Эти результаты свидетельствуют о том, что хотя активность синтезированных комплексных соединений ниже по сравнению со стандартом, они обладают заметной биологической активностью в отношении отдельных видов грибов.

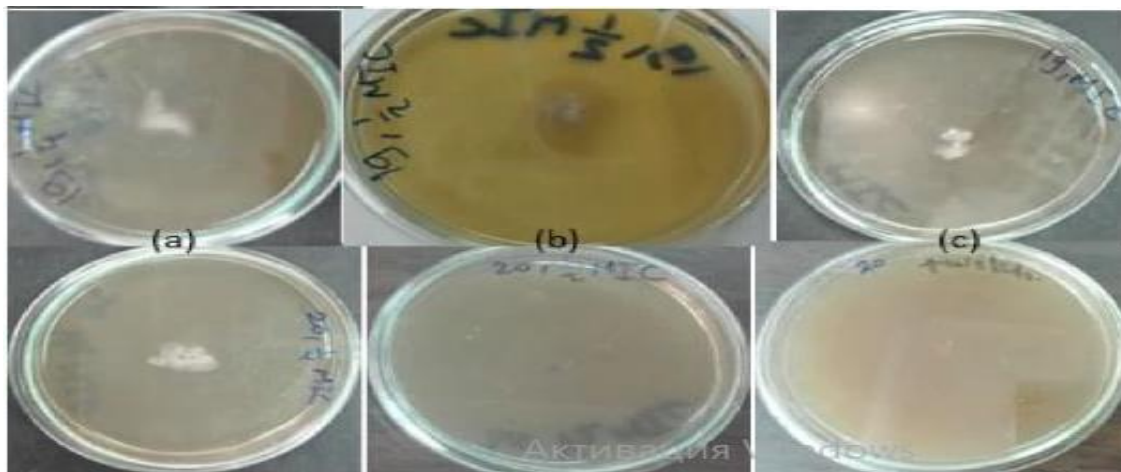
Таблица 3.12.1

Оценка фунгицидной активности синтезированных соединений в отношении грибов *Fusarium*, *Alternaria* и *Phytophthora* методом агар-диффузии (зона ингибирования роста), мм.

№	Образец	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>	<i>Phytophthora sp.</i>
1	Контроль	0,0	0,0	0,0
2	F1	12,0	8,0	0,0
3	F2	18,0	14,0	0,0
6	Стандарт	32,0	28,0	12,0

Полученные результаты показывают, что фунгицидная активность комплексных соединений F1–[HCl·(2,3-DMX)] и F2–[HNO<sub>3</sub>·X-4-on] непосредственно связана с их химическим составом и природой центрального иона. В частности, более высокая активность, наблюдаемая у образца F2, объясняется усилением координационной связи между центральным ионом и лигандом, а также более эффективным взаимодействием молекулы с клеточной стенкой грибов.

В целом, комплексные соединения, синтезированные на основе соляной кислоты, проявили умеренную фунгицидную активность в отношении грибов *Fusarium sp.* и *Alternaria sp.*, что свидетельствует о целесообразности дальнейшего изучения данных соединений как биологически активных веществ в последующих исследованиях.



**Рисунок 9. Фунгицидная активность комплексных соединений, синтезированных на основе соляной кислоты, в отношении грибов *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.* и *Phytophthora sp.* (метод агар-диффузии).**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые на основе 2(3)-алкилзамещённых хиназолинов были синтезированы новые комплексные соединения на основе ионов Cu(II), Co(II) и Mn(II), а также выращены их монокристаллы. Состав, кристаллическая структура и физико-химические свойства синтезированных комплексов были установлены и проанализированы с использованием методов РСА, ИК-спектроскопии и термического анализа (TG, DTA). Кроме того, кристаллографические данные комплексных соединений состава  $[\text{CoCl}_4 \cdot (2,3\text{M-X-4on})_2]$ ,  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-O,X-4on})]$ ,  $[\text{HNO}_3 \cdot \text{X-4-on}]$ ,  $[\text{HCl} \cdot (2,3\text{-DMX})]$ ,  $[\text{HNO}_3 \cdot (3\text{-N,X-4on})]$ ,  $[\text{CuCl}_4 \cdot (\text{X-4on})_2]$ ,  $[\text{HNO}_3 \cdot (2,3\text{-DMX})]$  были депонированы в Cambridge Crystallographic Data Centre с присвоением депозитных номеров 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695 и 2349187 соответственно.

2. Термическая устойчивость полученных комплексных соединений была изучена методами TG и DTA. Установлено, что по мере усиления водородных связей термическая стабильность возрастает в ряду  $[\text{CoCl}_4 \cdot (2,3\text{M-X-4on})_2] < [\text{MnCl}_4 \cdot (2,3\text{M-X-4on})_2] < [\text{CuCl}_4 \cdot (\text{X-4on})_2]$ , на основании чего была составлена соответствующая шкала устойчивости.

3. Анализ кристаллических структур показал, что, согласно результатам анализа поверхности Хиршфельда, основной вклад в кристаллизацию молекул вносят взаимодействия  $\text{O} \cdots \text{N}/\text{N} \cdots \text{O}$ ,  $\text{H} \cdots \text{N}$  и  $\text{C} \cdots \text{N}/\text{N} \cdots \text{C}$ . Установлено, что комплексы Cu(II) и нитратные комплексы обладают более плотной кристаллической упаковкой и повышенной стабильностью. Оценка межмолекулярных взаимодействий по анализу поверхности Хиршфельда была выполнена с использованием программного пакета CrystalExplorer 17.5.

4. Кристаллические структуры и анализ поверхности Хиршфельда комплексов  $[\text{CoCl}_4 \cdot (2,3\text{M-X-4on})_2]$ ,  $[\text{MnCl}_4 \cdot (2,3\text{M-X-4on})_2]$  и  $[\text{CuCl}_4 \cdot (\text{X-4on})_2]$  показали, что их устойчивость обеспечивается координацией металл-лиганд и наличием коротких межмолекулярных контактов. Во всех комплексах центральный атом металла образует тетраэдрическую координацию с ионами

Cl<sup>-</sup>. В зависимости от природы металла ([MnCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] → [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4on)<sub>2</sub>] → [CuCl<sub>4</sub>·(X-4on)<sub>2</sub>]) длины связей M–Cl сокращаются, а кристаллическая структура уплотняется. Особенно в комплексе Cu(II) увеличивается число коротких контактов Cl<sup>-</sup>···H и O···H. Согласно анализу поверхности Хиршфельда, во всех комплексах преобладают контакты H···H, однако доля контактов H···Cl и H···O возрастает в комплексах Co(II) и Cu(II).

5. Нитратные и хлоридные комплексы производных 2(3)-алкилзамещённых хиназолинов ([HCl·(2,3-DMX)] и [HNO<sub>3</sub>·X-4-on]) в виде 0,09% растворов были испытаны в научной лаборатории «**Chemical characterization of the medicinal and endemic plants growing in Tajikistan**» в рамках цифрового грантового проекта (Grant No: SAM202203). Полученные результаты показали возможность синтеза новых высокоэффективных фунгицидных препаратов против патогенных грибов.

**THE SCIENTIFIC DEGREE-AWARDING SCIENTIFIC COUNCIL  
BEARING NUMBER DSc.03/2025.27.12.K/T.12.05 UNDER THE TERMIZ  
STATE UNIVERSITY**

---

**NAMANGAN STATE UNIVERSITY**

**DAVLATBOEV MUZAFFAR**

**SYNTHESIS, X-RAY AND THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF  
ORGANIC SALTS AND d-METALS COMPLEXES BASED ON  
QUINAZOLIN-4-ONE AND ITS 2(H,METHYL)-3-ALKYL-SUBSTITUTED  
DERIVATIVES.**

**02.00.01 – Noorganic chemistry**

**ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD) DISSERTATION IN  
CHEMICAL SCIENCES**

**Termiz - 2026**

The theme of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in chemical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministers of Higher Education, Science and Innovation of the republic of Uzbekistan under the number B2025.2.PhD/K966.

The dissertation has been prepared at the Namangan State University.  
The abstract of dissertation in three language (Uzbek, English, Russian (resume)) is available online [www.icsu.uz](http://www.icsu.uz) and on the website of "ZiyoNet" information-education portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Scientific supervisor:** **Sattarov To'likin**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Official opponents:** **Mukumova Gulvar**  
Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor

**Razzokova Surayyo**  
Doctor of Philosophy in Chemical Sciences, Associate Professor

**Leading organization:** **Institute of General and Inorganic Chemistry**

The defense will take place on "25" 04 2026 at "10<sup>00</sup>" at the meeting of the Scientific Council for the Awarding of Sciences Degres DSc.03/2025.27.12.K/T.12.05 at Termez State University at the address: 190111, Termez, district, pos. Barkamol Avlod, 43 tel: (+99876) 221-74-55; (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@umail.uz](mailto:termizdu@umail.uz)

The dissertation can be viewed at the Information Resource Center of the Termez state university (registered with the number 374). Address: (190111, Termez city, Barkamol Avlod street, 43th building, phone: (+99876) 221-74-55))

The abstract of the dissertation was sent out "10" 04 2026.  
(distribution protocol № 5 date "9" 04 2026).



**I.Umbarov**  
Chairman of the Academic Council  
Awarding the Scientific Degdees  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Sh.Kasimov**  
Secretary of the Academic Council  
Awarding the Scientific Degdees  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**G.Muqumova**  
Chair of the Scintify Seminar  
At the Academic Council  
Awarding the Scientific Degdees  
Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor

## INTRODUCTION (Annotation of the Doctor of Philosophy (PhD) Dissertation)

**The aim of the research:** To synthesize d-metal complex compounds based on 2(3)-alkyl substituted quinazolines, and to determine their crystal and molecular structure, and physico-chemical properties.

**The objects of the research:** quinazolin-4-one and its 2(H,methyl) -3-alkyl substituted derivatives, Co(II), Cu(II), Mn(II) salts, solutions of HCl, HNO<sub>3</sub> acids at various concentrations, as well as fungi such as Fusarium, Alternaria, Phytophthora;

**The scientific novelty of the research is as follows:** consists of the following:

- For the first time, 3 new metallocomplex compounds of quinazoline with Cu(II), Co(II), Mn(II) metal cations, and 8 new organic salts with chloride and nitrate acids have been synthesized, and corresponding deposit numbers 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187 have been obtained from the Cambridge Crystallographic Data Center;

- The composition, structure, and physico-chemical properties of the obtained complex compounds and organic salts were analyzed using XRD, IR-spectroscopy, thermogravimetric analysis (TGA), differential thermal analysis (DTA); it was determined using Mercury, PLATON, SHELXS, SHELXL software that the obtained metallocomplexes exhibit tetrahedral spatial configurations;

- When Hirshfeld surface analyses of complex compounds obtained based on Cu(II), Co(II), Mn(II) cations of quinazolin-4-one and its 2(H,methyl) -3-alkyl substituted derivatives were studied using CrystalExplorer 17.5 software, it was proven that the majority of interactions occur between H···H and O···H/O···H bonds;

- The biological activity of the synthesized new organic salts with composition [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·X-4-one] against fungi such as Fusarium, Alternaria, Phytophthora was determined using the In-vitro method.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained on the crystal structure of complex compounds formed by quinazolin-4-one and its 2(H,methyl) -3-alkyl substituted derivatives with Co(II), Cu(II), and Mn(II) metals, chloride and nitrate acids:

- Complex compounds with composition [CoCl<sub>4</sub>·(2,3M-X-4one)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4one)], [HNO<sub>3</sub>·X-4-one], [HCl·(2,3-DMX)], [HNO<sub>3</sub>·(3-N,X-4one)], [HNO<sub>3</sub>·(3-O,X-4one)], [CuCl<sub>4</sub>·(X-4one)<sub>2</sub>], [HNO<sub>3</sub>·(2,3-DMX)] were included in the Cambridge Crystallographic Data Center (CCDC) ((The Cambridge Structural Database, <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>; CCDC deposit numbers: 2515307, 2503067, 2502790, 2502576, 2391475, 2479539, 2469695, 2349187). As a result, it allows you to use it to determine the physicochemical and geometric parameters of other similar compounds;

Complexation of quinazolin-4-one and its 2(H,CH<sub>3</sub>)-3-alkyl substituted derivatives with d-metals was used in the digital grant project “Chemical characterization of the medicinal and endemic plants growing in Tajikistan” (Grant No: CAM202203) in the scientific laboratory of Tajikistan (Reference of the China-Tajikistan Natural Products Innovation Center). As a result, it was possible to synthesize new drugs with highly effective fungicidal properties against pathogenic fungi.

The data obtained from the crystal structure of the synthesized complex compound were used to study the spatial structure of selected quinazolone, benzimidazole, benzoxazole and other heterocyclic compounds and analyze intermolecular interactions in the crystal during the implementation of the basic fundamental project on the topic “Scientific foundations of the targeted use of natural and synthetic organic compounds in the creation of biologically active agents for agricultural and medical needs” carried out at the Department of Organic Synthesis and Plant Protection of the Institute of Chemistry of Plant Substances of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. (Reference of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan dated September 11, 2025 No. 4/1255-2195). As a result, it was possible to fully prove the chemical structure of new complexes of these compounds with metals.

**The volume and structure of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of used literature, and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

**I bo'lim (I part; I часть)**

1. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Hakimov M., Yaqubov U., Rejapova M. 2-Metilxinazon-4-on ning akva kompleks sintezi va kristall tuzilishi // Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi – 2022. – Maxsus son. – B. 84–87. (02.00.00; №18).

2. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Yakubov U.M., Zulpanov F.A., Tojiboev A.G'. Structure of the complex of copper chloride (II) quinazolone-4-one // *Uzbek Chemical Journal*. – 2024. – Vol. 6. – P. 70–73. (02.00.00; №6).

3. Davlatboyev M.O., Zulpanov F.A., Ashurov J.M., Sattarov T.A. The organic salt synthesis and crystal structure analysis based on quinazoline derivative // *Science and Education in Karakalpakstan*. – 2024. – P. 192–197. – ISSN 2181-9203. (02.00.00; №16).

4. Davlatboyev M., Allabergenova S., Zulpanov F., Yakubov U., Tojiboev A., Sattarov T. Crystal structure and Hirshfeld surface analysis of 2-methylquinazolin-4(3H)-one hydrochloride // *Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online*. – 2025. – Vol. E81. – P. 144–147. №3 SCOPUS. CiteScore- 1.2, 2025 SJR- 0.197

5. Davlatboyev M., Zulpanov F., Ashurov J., Ne'matullayeva M., Parpiyeva R., Sattarov T. Synthesis and crystal structure analysis of the supermolecular compound of quinazoline-4-one with nitric acid // *Universum: химия и биология*. – 2026. – Vol. 10(136). – P. 4–8. 02.00.00; №2

**II bo'lim (II part; II часть)**

6. Davlatboyev M., Sattarov T., Yaqubov U., Ashurov J. Хиназolon-4-оннинг марганец (II) хлориди тузи билан ҳосил қилган комплексининг кристалл тузилиши // *Замонавий физик-кимёвий тадқиқот усулларининг илмий ва ишлаб чиқариш соҳасидаги интеграцияси, конференция материаллари*. Toshkent, 2022. P. 72.

7. Davlatboyev M., Sattarov T., Rejapova M., Abdurahimov A. Метилхиназолин-4(3х)-он гидрохлоридининг рентген таҳлили // *Биоорганик кимyo fani muammolari (akademik O.S. Sodiqov хотирасига бағ'ishlangan) X Respublika yosh kimyogarlari ilmiy-amaliy anjumani*. Namangan, 2022. P. 86–87.

8. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Yaqubov U.M., Ashurov J.M., Rejapova M.T. Xinazolon-4-on nitro kompleksining sintezi va rentgen strukturaviy tahlili // *Koordinatsion birikmalar kimyosining hozirgi zamon muammolari, konferensiya materiallari*. Buxoro, 2022. P. 224–227.

9. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Yaqubov U.M., Dehqonova Sh. Metilhinazon-4-onning akva kompleks hosil qilishida dimetilsulfoksid (DMSO) erituvchisining ta'siri // *Kimyo texnologiya, kimyo va oziq-ovqat sanoatidagi muammolar hamda ularni bartaraf etish yo'llari, xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari*. Namangan, 2022. P. 43–46.

10. Davlatboyev M., Sattarov T. Metal-organik komplekslar // Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Institut umumiy va noorganik kimyo, O‘zR FA. Toshkent, 2022. P. 93–95.

11. Davlatboyev M., Davlatboyeva Z. Xinozalon tutgan dorivor vositalari // Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Institut umumiy va noorganik kimyo, O‘zR FA. Toshkent, 2022. P. 93–95.

12. Davlatboyev M., Sattarov T., Yakubov U. Crystal structure of 2-ethylhinazolon-4-one and 2-butylhinazolon-4-one // Інноваційні напрями розвитку хімії, I xalqaro ilmiy konferensiya. 2024. P. 40.

12. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Yakubov U.M., Zulpanov F.A. 6-Nitroxinazolon-4-onning nitrat kislota bilan hosil qilgan tuzining strukturasi // Bioorganik kimyo fani muammolari, XI Respublika yosh kimyogarlilar ilmiy-amaliy konferensiyasi. Namangan, 2024. P. 196–197.

14. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Yakubov U.M., Zulpanov F.A. 2-Pentilhinazolon-4-on gidrokloridining sintezi va kristall tuzilishi tahlili // Oziq-ovqat xavfsizligi: global va milliy muammolar, VI xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Samarqand: SamDU, 2024. P. 902.

15. Davlatboyev M.O., Sattarov T.A., Tojiboev A.G., Zulpanov F.A., Akramova D.Sh. 6-Nitrohinazolon-4-onning nitrat kislota bilan hosil qilgan tuzining strukturasi // Fizikaning zamonaviy muammolari va rivojlanish istiqbollari, Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Namangan, 2024. P. 196–197.

Avtoreferatning o‘zbek, rus va ingliz (rezyume) tillaridagi nusxalari  
“Surxondaryo ilm va fan” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 7.04.2026-yil.  
Ofset bosma qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
“Times New Roman” garniturasini. Ofset bosma usuli.  
Shartli b.t. 3,5. Adadi 80 nusxa. Buyurtma № 19.

Termiz davlat universiteti nashr-matbaa markazida chop etildi.  
Manzil: Termiz shahri, Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.