

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 RAQAMLI ILMY KENGASH**

---

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI**

**MIRZAYEVA FERUZA DJUMAYEVNA**

**TARKIBIDA KOBALT VA NIKEL BO'LGAN YANGI AVLOD  
FTALOSIANIN BIRIKMALARINI SINTEZ QILISH HAMDA ULAR  
ASOSIDA PIGMENTLAR OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB  
CHIQISH**

**02.00.14 - Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi**

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

**Termiz-2025**

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

**Mirzayeva Feruza Djumayevna**

Tarkibida kobalt va nikel bo‘lgan yangi avlod ftalosianin birikmalarini sintez qilish hamda ular asosida pigmentlar olish texnologiyasini ishlab chiqish.....3

**Мирзаева Феруза Джумаевна**

Синтез кобальт- и никелсодержащих фталоцианиновых соединений нового поколения и разработка технологии получения пигментов на их основе.....21

**Mirzayeva Feruza Djumayevna**

Synthesis of new generation cobalt- and nickel-containing phthalocyanine compounds and development of technology for obtaining pigments based on them.....41

**E‘lon qilingan ilmiy ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works.....44

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 RAQAMLI ILMY KENGASH**

---

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI**

**MIRZAYEVA FERUZA DJUMAYEVNA**

**TARKIBIDA KOBALT VA NIKEL BO'LGAN YANGI AVLOD  
FTALOSIANIN BIRIKMALARINI SINTEZ QILISH HAMDA ULAR  
ASOSIDA PIGMENTLAR OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB  
CHIQISH**

**02.00.14 - Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi**

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

**Termiz-2025**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.3.PHD/T5837 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Termiz davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferenti uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezюме)) ilmiy kengash sahifasida ([www.terduz](http://www.terduz)) va «ZiyoNeta» axborot ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbarlar:

Umbarov Ibragim Amonovich  
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Qiyomov Sharifjon Nozimovich  
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Jumayeva Zulxamora Ergashevna  
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetatchi tashkilot:

Qarshi davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat universiteti huzuridagi DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 raqamli ilmiy kengashning «29» XII 2025-yil soat 9<sup>00</sup> daqiqa 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@gmail.uz](mailto:termizdu@gmail.uz)

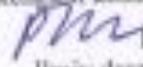
Dissertatsiya bilan Termiz davlat universitetining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№ \_\_\_ raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termizdu@gmail.uz](mailto:termizdu@gmail.uz)

Dissertatsiya avtoreferenti 2025-yil «16» XII kuni tarqatildi.  
(2021-yil «16» XII daqiqa 29 raqamli reyestr bayonotmasi).



  
Sh.A. Kadirova  
Ilmiy darajalar beruvchi  
ilmiy kengash raisi, k.f.d., prof.

  
Sh.A. Kasimov  
Ilmiy darajalar beruvchi  
ilmiy kengash kotibi, k.f.d., prof.

  
R.V. Aliqulov  
Ilmiy darajalar beruvchi  
ilmiy kengash qoshidagi  
ilmiy seminar raisi, k.f.d., prof.

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

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Hozirgi kunda dunyoda metall saqlovchi ftalosianin pigmentlariga bo'lgan talab jadal ravishda ortib bormoqda. Turli sanoat tarmoqlarida tashqi muhit ta'siriga bardoshliligi, rang barqarorligi va tuzilish mustahkamligi tufayli qoplamalar, polimer materiallar, elektronika hamda matbaa sohalarida keng qo'llaniladi. Shunga ko'ra, sanoat miqiyosida bunday pigmentlarni olishning maqbul, iqtisodiy samarador va ekologik xavfsiz texnologiyalarini joriy etish, pigmentlarning  $\alpha$  va  $\beta$  modifikasiya turlarini boshqarish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini aniq talab va yo'nalishlarga muvofiq ravishda shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda ftalosianin asosidagi pigmentlarning xossalarini yaxshilash va ulardan samarali foydalanish borasida ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, ftalosianin pigmentlari sintez jarayonini soddalashtirish va havfsiz usullarini ishlab chiqish, ftalosianin pigmentlarini suvda va erituvchilarda eriydigan yangi turlarini yaratish, ftalosianin pigmentlarini ishlab chiqarish hajmini oshirish, ftalosianin pigmentlarini antikorroziyon, statik va dinamik mustahkamlik xossalarini maqsadli o'zgartira oladigan yangi tarkibini topish va qo'llash sohalarini kengaytirishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda kimyo sanoatini modernizatsiya qilish bo'yicha ilmiy-texnik ishlar rivojlantirilmoqda, jumladan, import qilinayotgan mahsulotlar o'rnini bosuvchi mahalliy xomashyolar asosida yangi turdagi mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Ushbu yo'nalishda amalga oshirilayotgan me'yoriy tadbirlar asosida ma'lum natijalarga, ayniqsa ftalosianin pigmentlari ishtirokida polimer, to'qimachilik va lok-bo'yoq materiallarini, shuningdek, ko'p komponentli va funksiyali lok-bo'yoq qorlamalarini yaratish bo'yicha ma'lum ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasida "mutlaqo yangi turdagi mahsulotlar va texnologiyalarni ishlab chiqarishni o'zlashtirish, shu asosda tashqi va ichki bozorlarda raqobatbardosh mahalliy mahsulotlarni ishlab chiqarishni ta'minlash" ga qaratilgan muhim vazifalari belgilangan. 2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "mahalliy xomashyo va ikkilamchi resurslardan import o'rnini bosuvchi mahsulotlar olish texnologiyalarini yaratish"<sup>1</sup> ga yo'naltirilgan muhim vazifalar belgilangan. Bu borada mahalliy xomashyolar asosida kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) pigmentlari ishlab chiqarish uchun iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza texnologiyalarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son 2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoni, 2017-yil 7-fevraldagi 2017-2022-yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi

---

1 O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmon.

PQ-4947-son, 2022-yil 28-son PQ-3236-son qarorlari, 2017-2021-yillarda kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi to'g'risida"gi 2021-yil 23-avgustdagi "O'zbekiston Respublikasining kimyo sanoatini jadal rivojlantirish to'g'risida" gi, 2018-yil 25-oktabrdagi PQ-3983-son qarori va mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII "Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishlariga muvofiq bajarilgan.

**Muammoni o'rganilganlik darajasi.** Tarkibida organik birikmalar tutgan ftalosianin pigmentlarini olish va sintezini rivojlantirish bo'yicha keng ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

Shu jumladan rus olimlar , Kudrevich S.V., Stepaniyan A.A., Bernashevskiy N.V., Kuligina Z.P., Isak A.D., Shaposhnikov G.P., Belogoroxov I.A., Golubchikov O.A., Larionov A.V., Sayfullin P.O., Zuyev K.V., Xromov A.V. Xorijlik olimlar, Ishikawa N., Iino T., Cox J.J., Bayliss S.M., Jones T.S., Meer M., Freer W., Hanack M., Schlettwein D., Zimcik P., Erk P., Barrett P.A. Respublikamizda Djalilov A.T., Mahsumov A.G., Tillayev A.T., Ixtiyorova G.A. Fayziyev J.B va boshqa olimlar ilmiy tadqiqot ishlari olib borishgan.

Ilmiy izlanishlari natijasida ushbu olimlar tomonidan pigmentlar olishning turli usullari, ularni olish jarayonlariga turli xil texnologik omillarning ta'siri, mahalliy xomashyolar va sanoat mahsulotlari asosida sintez qilish taklif qilingan, shuningdek, sintez qilingan birikmalarni polimer mahsulotlarga fotostablizatorlar, qurilish materiallari sanoatida lok-bo'yoq qoplamalari, to'qimachilik sanoati mahsulotlariga bo'yoq sifatida ishlatish tavsiya etilgan.

Hozirda mahalliy xomashyolar va sanoat mahsulotlari asosida yangi, samarali va arzon ftalosianin pigmentlarning turlarini kengaytirish maqsadida faol funksional guruhlarni o'z ichiga olgan birikmalar bilan modifikasiyalash, ishlab chiqarishning samarali texnologiyalarini yaratish hamda amaliyotda qo'llash bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

**Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Termiz davlat universiteti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining OT-F7-34 "Kompleks hosil qiluvchi polifunksional ionitlar sintezi va ular yordamida ba'zi d-metallarni ajratishning nazariy asoslari" (2017-2020 yy), MU-F3-201910142 "Minerallashgan quvur, fitting, panel, pol qoplamalari ishlab chiqishning innovasion texnologiyasini yaratish" (2020-2022 yy) mavzulardagi fundamental va amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** ftal angidrid, karbamid va metal tuzlari asosida ftalosianin birikmalarini sintez qilish hamda ftalosianinli organik pigmentlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat

**Tadqiqotning vazifalari:**

ftal angidrid, karbamid, metall tuzlari va katalizatorlar ishtirokida ftalosianinlarning kompleks birikmalarini sintez qilish usullarini ishlab chiqish;

sintez qilingan kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) kompleks birikmalardan pigmentlar olish hamda tarkibi, tuzilishi va xossalarini fizik-kimyoviy usullar yordamida aniqlash;

olingan pigmentlarni GOST 6220-76 talablariga muvofiqligini aniqlash va baholash;

olingan kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) pigmentlarni  $\alpha$  va  $\beta$  modifikasiyaga o'tish mexanizmlarini aniqlash;

tarkibida kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) pigmentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish va texnik-iqtisodiy asoslash.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida ftal angidrid, karbamid, metall tuzlari, katalizatorlar, tarkibida kobalt va nikel tutgan yangi organik ftalosianin pigmentlari olingan.

**Tadqiqotning predmeti** sifatida kobalt va nikel tutgan birikmalar asosida yangi turdagi ftalosianin pigmentlarini olish jarayonining maqbul sharoitlarini aniqlash, olingan ftalosianin pigmentlari asosidagi lok-bo'yoq mahsulotlarining fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish, olingan ftalosianin pigmentlarini lok-bo'yoq mahsulotlariga qo'llash tashkil etilgan.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqotlar natijasida olingan moddalarning tuzilishi va xossalarini tadqiq etishning zamonaviy usullari, jumladan, fizik-mexanik usullar, infraqizil spektroskopiya (IQ-spektroskopiya), diffirensial termogravimetriya (DTG), skanerlovchi elektron mikroskopiya, element tahlil (SEM), elektron paramagnit rezonans (EPR), yadroviy magnit rezonans (YaMR) va boshqa usullardan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

ftal angidrid, karbamid, metal tuzlari va katalizator asosida termik va fotokimyoviy barqaror, yangi tarkibli organik pigmentlar sintez qilingan;

organik ftalosianin birikmalarini sintez qililishda reaksiya tezligi hamda unumining katalizatorga bog'liqligi va yangi tarkibli magniyli katalizator yordamida reaksiyaning maqbul haroratini 250°C dan 200°C ga pasayishi aniqlangan;

olingan tarkibida kobalt (II) va nikel (II) ionlari bo'lgan metallorganik ftalosianin pigmentlari qo'llanilgan polimer hamda lok bo'yoq mahsulotlarining termik barqarorligi, antikorrozion, statik va dinamik mustahkamligining ortishi isbotlangan;

sintez qilingan tarkibida kobalt va nikel saqlagan ftalosianin birikmalar asosida yuqori rang intensivligiga ega pigmentlar tayyorlashda 90% li sulfat kislota bilan ishlov berish va 5% li natriy karbonat eritmasi bilan neytrallash yordamida GOST-6220-76 talablariga mos pigmentlar olingan;

ftal angidrid, karbamid, metal tuzlari va katalizator asosida ftalosianinli organik pigmentlar olishning iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza texnologiyasi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

ftal angidrid, karbamid, metall tuzlari va katalizatorlar ishtirokida rangdorlik xossalari yaxshilangan kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) sintez qilingan va sintez jarayonining maqbul sharoitlari aniqlangan.

yangi tarkibli kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc)lar olishning iqtisodiy jihatdan samarali hamda ekologik toza texnologiyasi ishlab chiqilgan;

yangi turdagi kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) birikmalari asosida atmosfera, agressiv tashqi muhitlarga chidamli organik pigmentlar olish hamda ularni lok-bo'yoq qoplamalariga qo'llash texnologiyasi ishlab chiqilgan;

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** sintez qilingan yangi organik pigmentlarning strukturasi va xossalarini infraqizil spektroskopiya (IQ), termogravimetrik, differensial termik (LABSYS EVO STA derivatograf), skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), elektron paramagnit rezonans (EPR), yadroviy magnit rezonans (YAMR) kabi fizik-kimyoviy tahlil qilishning zamonaviy usullarini qo'llash natijalari bilan aniqlangan, shuningdek, olingan natijalarni qiyosiy tahlil asosida mahalliy ishlab chiqarish amaliyotiga mosligi bilan izohlanadi.

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

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati ftal anhidrid, karbamid, metall tuzlari va katalizatorlar asosida metal kompleks tarkibga ega ftalosianinli organik pigmentlar olish, shuningdek, ularning strukturaviy tuzilish va fizik kimyoviy xossalarini aniqlash, kristall modifikatsiyasi, elektron xossalari hamda termik barqarorlik darajasi EPR, IQ tahlillari yordamida o'rganilib, ularning  $\alpha$ - $\beta$  modifikatsion o'tishlari va kompleks halqaning buzilmaganligi, sintez jarayonining maqbul sharoitlari o'rganilib, reaksiya haroratini pasaytirish va hosil bo'ladigan ftalosianinli organik pigmentlar tarkibiy tuzilmasining barqarorligini hamda iqtisodiy samarador ishlab chiqarish toza ekologik texnologiyasining ilmiy asosi yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati kobalt (CoPc) va nikel (NiPc) ftalosianinli organik pigmentlar lok-bo'yoq sanoatida qo'llash uchun yuqori barqarorlikka ega ftalosianin pigmentlari qo'shilgan qoplamalar, fotostablizatorlar himoya va bezak xossalari takomillashgan materiallar olish, nafaqat rang mustahkamliligi ultrabinafsha nurlar tasiriga chidamliligi, yuqori sirt degradatsiyasiga qarshi turish qobiliyati, issiqlikka barqarorlik, himoya xossaalarining faolligi ularni qo'llashda xususiyatlarini yaxshilash, ekologik toza kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda, energiya tejankor va iqtisodiy samaradorlik jihatdan foydali mahsulotlar olishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi:** Tarkibida kobalt va nikel saqlovchi yangi ftalosianin pigmentlarini olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

sintez qilingan kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianinlar (NiPc)lari bo'lgan organik pigmentlar "MARK FORMELE IT" MCHJ O'zbekiston-Belorussiya qo'shma korxonasida pigmentlar olishda amaliyotga joriy qilingan ("MARK FORMELE IT" MCHJ O'zbekiston-Belorussiya qo'shma korxonasining 2025-yil 22-iyuldagi 41/4-son ma'lumotnomasi) Natijada, kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) pigmentlari asosida PF-115 markali emalning yorqin rangli namunalarini olish imkonini bergan;

kobalt ftalosianin (CoPc) va nikel ftalosianin (NiPc) pigmentlarini olish texnologiyasi “MARK FORMELE IT” MCHJ O‘zbekiston-Belorussiya qo‘shma korxonasiida lok-bo‘yoq qoplamalar olishda amaliyotga joriy qilingan (“MARK FORMELE IT” MCHJ O‘zbekiston-Belorussiya qo‘shma korxonasiining 2025-yil - iyuldagi 41/4-son ma‘lumotnomasi) Natijada, import o‘rnini bosuvchi yuqori sifatli kobalt va nikel saqllovchi ftalotsianin pigmentlarini mahalliy mahsulot sifatida qo‘llash imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari 12 ta konferensiyada, shundan 4 ta xalqaro va 8 ta Respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinishi:** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 20 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasiining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 ta maqola, shundan, 3 ta Respublika va 5 ta xorijiy jurnallarda da nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati, ilovalardan iborat bo‘lib, hajmi 106 betni tashkil etgan.

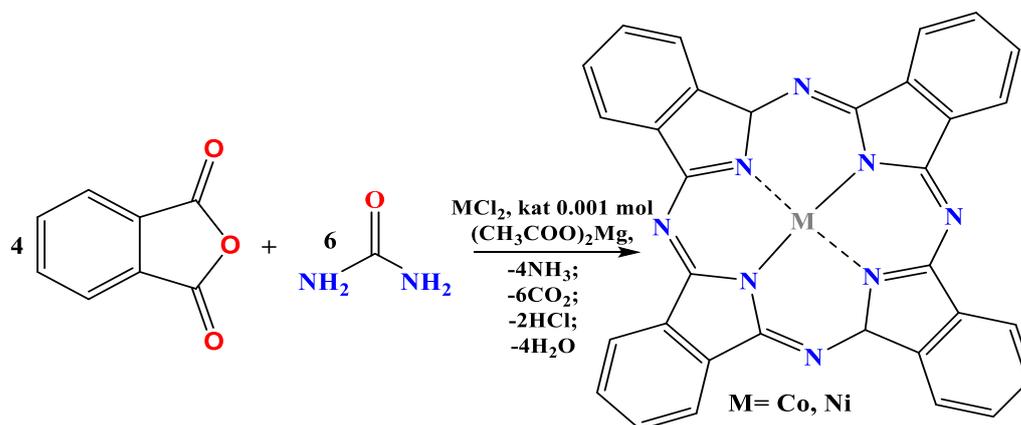
## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, maqsad va vazifalar, tadqiqot ob‘yektlari va predmetlari berilgan, tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustivor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, ilmiy yangilik va amaliy natijalar bayon etilgan, sintez natijasida olingan natijalarning ishonchligi isbotlangan, nazariy va amaliy ahamiyat ochib berilgan, bajarilgan tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etish istiqbollari bo‘yicha xulosa qilingan hamda chop etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan

Dissertatsiyaning **“Ftalosianinlar kimyosi va ularning yuqori samarali pigmentlar sifatidagi istiqbollari”** deb nomlangan birinchi bobida adabiyotlar sharhi berilgan bo‘lib, unda metal kompleksli ftalosianin birikmalari sintez qilishning yangicha zamonaviy holati strukturasiining fizik-kimyoviy tahlillari va rivojlanish istiqbollariiga bag‘ishlangan ishlar tahlil qilingan. Tarkibida kobalt va nikel tutgan ftalosianin pigmentlarining olish usullari, ularning fizik-kimyoviy xossalari, ishlatilishi muhokama qilingan va bu izlanish istiqbolli yo‘nalishlardan biri ekanligi yoritilgan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot obykti va tadqiqot usullari, kobalt va nikel asosidagi ftalosianin pigmentlarini sintez jarayonlari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot uchun olingan kobalt va nikel ftalosianin pigmentlari 200 °C haroratda 2 soat davomida sintez qilindi.

Olingan natijalar kobalt ftalosianin pigmentining sintez qilish uchun boshlang‘ich reaktivlarning nisbati 1:1,5:0,25:0,015 bo‘lganda va harorat 200 °C da, unum 86,4 % ga teng ekanligi ma‘lum bo‘ldi. Bu natijalar CoPc sintezi uchun maqbul sharoit ekanligi aniqlandi. (1-jadval)



**1-rasm. Metall ftalosianinlarning olinishi**

**1-jadval**

**Kobalt (CoPc) ftalosianin pigmenti uchun olingan boshlang'ich reaktivlar nisbati va haroratning pigmentlar unumiga ta'siri**

№	FA:Kar:CoCl <sub>2</sub> :Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> *4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω, %	№	FA:Kar:CoCl <sub>2</sub> :Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω, %
1	1:0,5:0,25:0,015	150	22,3	9	1:1,5: 0,25:0,015	150	66,3
2		175	26,7	10		175	78,6
3		200	29,7	11		200	86,4
4		225	27,2	12		225	80,4
5	1:1,0: 0,25:0,015	150	44,6	13	1:2,0: 0,25:0,015	150	68,3
6		175	57,3	14		175	79,9
7		200	62,8	15		200	84,4
8		225	54,7	16		225	78,6

**2-jadval.**

**Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentini turli konsentratsiyali H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da eritish natijalari**

№	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> konsentratsiyasi, %	Eritilgan modda holati	Tashqi ko'rinishi	Taxminiy modifikatsiya
1	60	Qisman erigan	Qizg'ish-ko'k	α/β aralash
2	70	Yaxshi eritilgan	Ko'k	α/β aralash
3	80	To'liq eritilgan	Tiniq ko'k	α/β aralash β ning % miqdori ko'p
4	90	Katta miqdorda eritilgan	Tiniq to'q ko'k	β

Shunday qilib, sulfat kislotaning konsentratsiyasi 80–90 % oralig'ida bo'lganida CoPc pigmentining termik, kimyoviy va struktur barqaror β-modifikatsiyasiga o'tadi. Bu o'z navbatida, pigmentning ko'rsatkichlari va amaliy qo'llanish sohalarida muhim ahamiyatga ega. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, qizdirish usulida olingan CoPc ancha yaxshi natija berdi, 90 % li konsentratsiyaga ega sulfat kislotada eritish jarayonini olib borish maqsadga muvofiqdir. Olingan CoPc pigmenti qaysi modifikatsiyaga mansubligini aniqlash haqida sintez jarayonini o'rganishda ma'lumotga ega bo'ldik (2-jadval).

**3-jadval.****Sintez qilingan kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentini turli xil haroratlarda sinovi**

№	Sinov uchun olingan pigmentlar va kislota konsentratsiyasi neytrallash foizi	Boshlanish Harorat°C	Tugash Harorat°C	Kuzatilgan o'zgarishlar
1	CoPc-60-5%	160	280	Oq tutun
2	CoPc-70-5%	180	250	Oq tutun
3	CoPc-80-5%	200	210	Oq tutun
4	CoPc-90-5%	250	250	O'zgarishsiz

Qizdirish usulida olingan kobalt saqlovchi ftalosianin 4 xil 1) 60 % 2) 70 % 3) 80 % 4) 90 % li konsentratsiyaga ega sulfat kislota bilan eritib pigmentlar olindi va olingan pigmentlar turli xil haroratlarda sinab ko'rildi.

**4-jadval.****Nikel ftalosianin (NiPc) pigmenti uchun olingan boshlang'ich reaktivlar nisbati va haroratning pigmentlar unumiga ta'siri**

№	FA:Kar: NiCl <sub>2</sub> : Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω,%	№	FA:Kar: NiCl <sub>2</sub> : Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω,%
1	1:0,5:0,25:0,015	150	21,1	9	1:1,5: 0,25:0,015	150	65,1
2		175	25,6	10		175	77,4
3		200	28,8	11		200	85,3
4		225	26,1	12		225	79,2
5	1:1,0: 0,25:0,015	150	43,3	13	1:2,0: 0,25:0,015	150	67,1
6		175	55,1	14		175	78,8
7		200	61,7	15		200	83,3
8		225	53,3	16		225	76,3

Olingan natijalar nikel ftalosianin pigmentining sintez qilish uchun boshlang'ich reaktivlarning nisbati 1:1,5:0,25:0,015 bo'lgandava harorat 200 °C da, unum 85,3 % ga teng ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu natijalar NiPc sintezi uchun maqbul sharoit ekanligi aniqlandi(4-jadval).

**5-jadval.****Nikel ftalosianin(NiPc) pigmentini turli konsentratsiyali sulfat kislotada eritish natijalari**

№	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %, konsentratsiyasi,	Eritilgan modda holati	Tashqi ko'rinishi	Taxminiy modifikatsiya
1	60	Qisman erigan	Qizg'ish-ko'k	α/β aralash
2	70	Yaxshi erigan	Ko'k	α/β aralash
3	80	To'liq erigan	Tiniq ko'k	β asosiy, α qoldiqlari
4	90	To'liq va barqaror erigan	Tiniq to'q ko'k	β

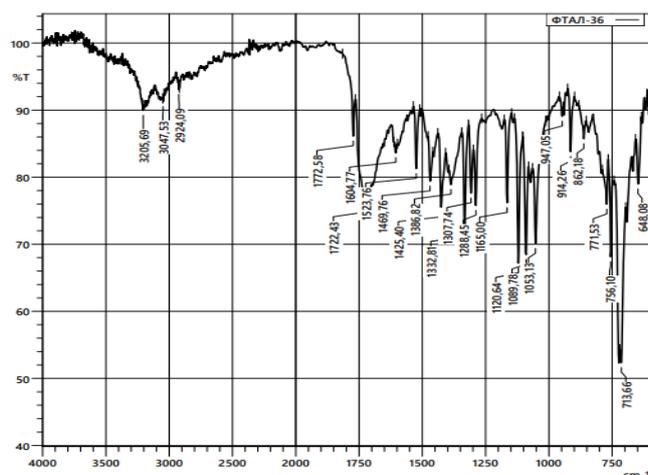
Hozirgi paytda ftalosianinlarning β modifikatsiyasiga talab ko'proq bo'lmoqda. Aniq natijalardan biri α/β aralash modifikatsiya saqlangani beqaror, β modifikatsiya ancha barqaror.

Qizdirish usulida olingan kobalt saqllovchi ftalosianin 4 xil 1) 60 % 2) 70 % 3) 80 % 4) 90 % li konsentrasiyaga ega sulfat kislota bilan eritib pigmentlar olindi va olingan pigmentlar turli xil haroratlarda sinab ko‘rildi.

### 6-jadval

#### Sintez qilingan nikel ftalosianin (NiPc) pigmentini turli xil haroratlarda sinovi

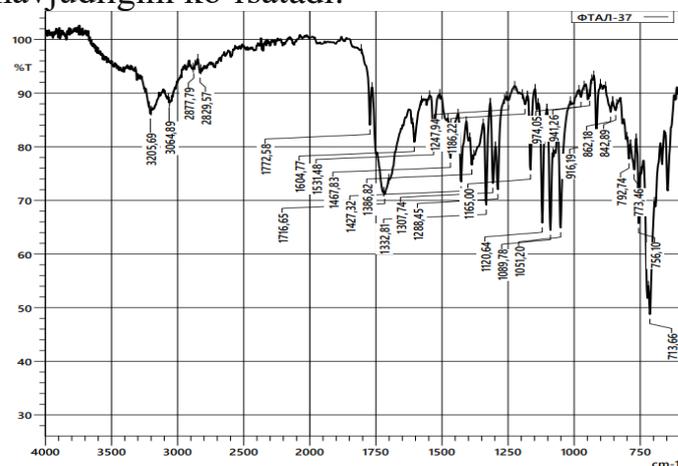
No	NiPc namunalari (kislota va neytrallash foizi)	Boshlanish harorati (°C)	Tugash harorati (°C)	Kuzatilgan o‘zgarishlar
1	NiPc-60-5%	160	280	Oq tutun, termodestruksiya
2	NiPc-70-5%	180	250	Oq tutun, qisman destruksiya
3	NiPc-80-5%	200	210	Kam oq tutun, barqarorlashish
4	NiPc-90-5%	250	250	O‘zgarish kuzatilmadi, barqaror



2-rasm. Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentini IQ spektr tahlili.

Dissertatsiyaning **“Kobalt va nikel ftalosianin pigmentlarining tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi”** deb nomlangan uchinchi bobida Infraqizil spektroskopiya (IQ) natijalari asosida pigment molekulasi asosida pigment molekulasi markaziy ftalosianin halqasi va kobalt  $Co^{2+}$  ion va nikel  $Ni^{2+}$  ion bilan bog‘langan azot atomlari o‘rtasidagi xususiy valent tebranish cho‘qqilari aniqlandi.

1165–1120  $sm^{-1}$  oraliqdagi diapazonda ftalosianin (Pc) halqasi uchun xos bo‘lgan tekislikda C–H va C–N terbanishlari uchun mos keladi. Bu holat pigment strukturasi qavatli  $\pi$ -sistemi yaxshi shakllanganini isbotlaydi. 941–914  $sm^{-1}$  atrofida xarakterli yutilish sohalari esa markaziy metall kation  $Co^{2+}$  va makrosiklning to‘rtta azot atomi o‘rtasidagi koordinatsiya bog‘ining mavjudligini ko‘rsatadi.

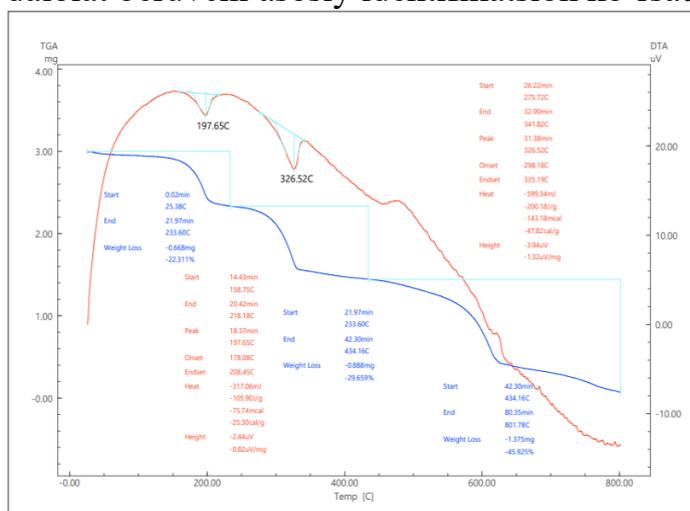


3-rasm. Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentini IQ spektri

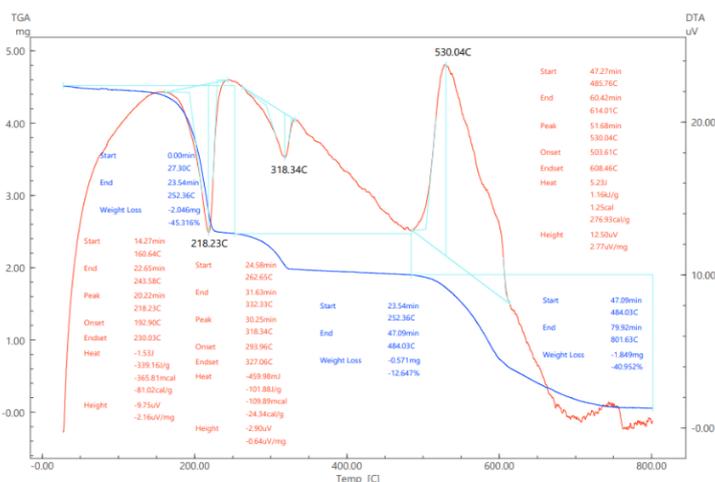
Ftalosianin pigmentning asosiy makrosikl skeletini ya‘ni to‘rt pirrol halqani tasdiqlovchi kuchli yutilish sohalari 1604–1500  $sm^{-1}$  oraliqda o‘zini namoyon qiladi. Bu signallar ftalosianin halqasidagi kon‘yugasiyalangan tizimlar C=C va C=N bog‘lariga taalluqli bo‘lib, moddaning elektron va optik xususiyatlari barqaror shakllanganidan

dalolat beradi. 1386–1333  $\text{sm}^{-1}$  diapazonida kuzatilgan kuchli yutilish sohalari pirrol tabiatli C–N bog‘lari va halqaning umumiy deformatsion terbanishlariga tegishli bo‘lib, makrosiklning yaxlitligi va simmetriyasi yuqori darajada saqlanganini ko‘rsatadi.

NiPc ftalosianin pigmentida 1604–1500  $\text{sm}^{-1}$  diapazonidagi kuchli signallar makrosiklning asosiy C=C va C=N bog‘lariga tegishli bo‘lib, tuzilishning  $\pi$ -sistemi bir xil va barqaror shakllanganini ko‘rsatadi. 1288–1165  $\text{sm}^{-1}$  oraliqdagi kuchli signallar C–N va C–C bog‘larining tekislik ichidagi terbanishlariga mos kelib, pigmentning  $\pi$ -kon‘yug Q‘asiyalangan tuzilishi mustahkamligini tasdiqladi. 1120–1050  $\text{sm}^{-1}$  atrofidagi signallar C–N–C va C–C bog‘lariga tegishli valent va deformatsion terbanishlarga xos. 944–915  $\text{sm}^{-1}$  diapazonidagi xarakterli signallar esa markaziy nikel kationi bilan azot atomlari o‘rtasidagi koordinasiya bog‘larini tasdiqladi. Bu holat pigmentning to‘liq metall ligand makrosikl shakllanganidan dalolat beruvchi asosiy identifikatsion ko‘rsatkich hisoblanadi.



**4-rasm. Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmenti termogravimetrik (TGA) va differensial termik tahlili (DTA).**



**5-rasm. Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentining derivatogrammasi.**

25,38–233,60 °C oralig‘ida kechadi unda asosiy massaning 22,311 % yo‘qoladi. 2-parchalanish 233,60–434,16°C da amalga oshadi, bunda massaning 29,659 %

TGA (termogravimetrik tahlil) usulida olib borilgan termik tahlil pigmentning yuqori haroratga nisbatan barqarorligini ko‘rsatdi;  $\beta$ -modifikatsiyadagi namunalar 250°C gacha termik o‘zgarishsiz saqlangan.

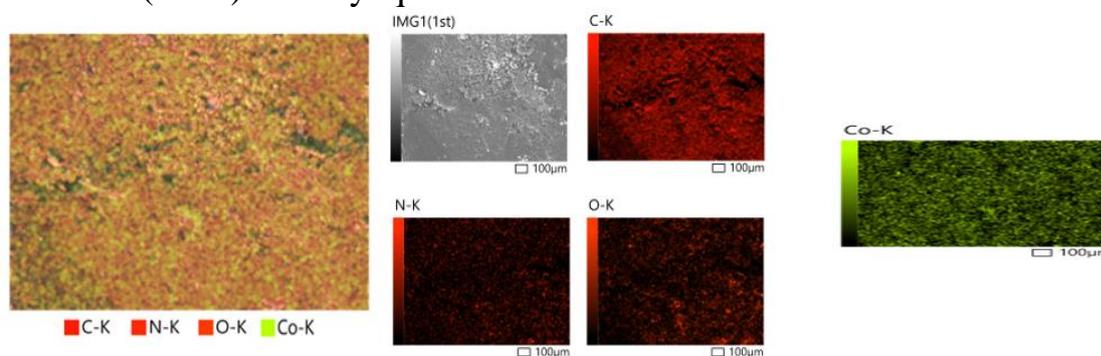
Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmenti namunasining termik tahlili uchun, 3.00 mg modda olindi. Termogravimetrik analiz egri chizig‘i (TGA) (1-egri chiziq) tahlili shuni ko‘rsatadiki, TGA egri chizig‘i kobalt ftalosianin (CoPc) pigmenti asosan 3 ta intensiv parchalanadigan harorat oralig‘ida amalga oshadi. 1-parchalanadigan oraliq 25,38–233,60°C haroratga, 2-parchalanadigan oraliq 233,60–434,16 °C haroratga, 3-parchalanadigan oraliq esa 434,16–801,78 °C haroratga mos keladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, asosiy massa yo‘qolishi 1-parchalanishda

yoʻqoladi. 3- parchalanish 434,16-801,78°C da amalga oshadi, bunda massaning 45,925 % yoʻqoladi.

DTA egri chizigʻida 218,23°C , 318,34°C lar oraligʻida ikkita endotermik effekt va 530,04°C bitta ekzotermik effekt aniqlandi. TGA egri chizigʻi oraligʻida 3ta intensiv parchalanadigan harorat amalga oshadi. 1-parchalanadigan oraliq, 27,30-252,36°C haroratlarda sodir boʻldi va 2,046 mg modda yoki 45,316% massa yoʻqotildi. 2-parchalanadigan oraliq 252,36–484,03°C haroratlarda kuzatildi va 0,571 mg modda yoki 12,647% massa yoʻqotganligini aniqlandi. 3-parchalanadigan oraliq 484,03-801,63 haroratlarda sodir boʻldi 1,849 mg modda yoki 40,952% massa yoʻqotilganligi aniqlandi. 27,30– 801,63°C harorat intervalida massaning umumiy kamayishi 4,466 mg modda yoki 98,915% massa yoʻqotilganligini aniqlandi, bunga 79,92 daqiqa vaqt saflandi.

Tadqiqotlar natijasida CoPc va NiPc pigmentlarining skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) tahlili yuqori vakuum ostida olib borildi.



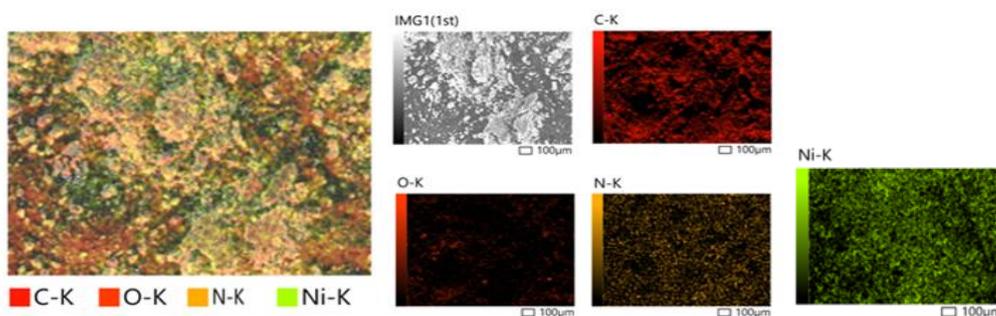
**6-rasm. Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentining skanerlovchi elektron mikroskopda koʻrinishi.**

CoPc pigment kristallarining gʻovakligi yuqori ekanligi va qoʻshimcha moddalarning yoʻqligi pigmentning intensivligini oshiradi. CoPc pigmentining SEM dagi element analiz tahlilidan koʻrinib turibdiki, CoPc kompleks birikmasining tarkibidagi barcha elementlar borligi aniqlandi. Bu haqiqatda, kobalt ftalosianin CoPc pigmentining kompleks hosil boʻlganini anglatadi.

**7-jadval.**

**Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentining element analiz tahlili**

Element	C	O	N	Co
Massa%	67,02	3,16	19,54	10,28
Atom%	85,85	12,78	9,72	1,32



**7-rasm. Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentining SEM analizi.**

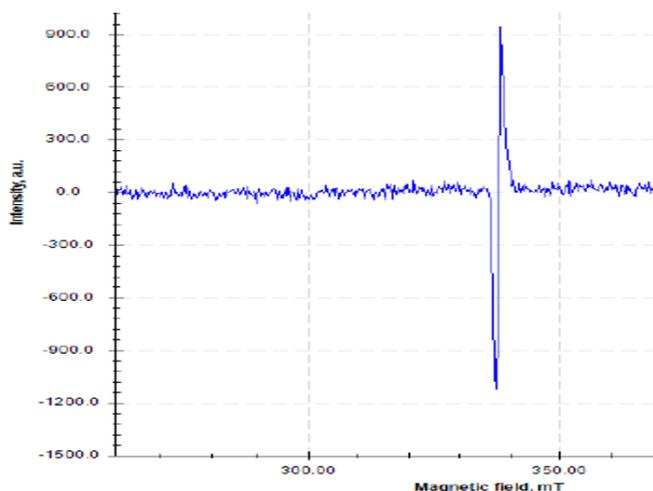
Bu pigmentda uglerod strukturasi bilan bogʻlangan metall ionlari va organik moddalar oʻzaro taʼsirda boʻlib, uning turli sohalardagi qoʻllanilishiga yoʻl ochadi. Nikelning mavjudligi, ayniqsa, uni oksidlash reaksiyalari va elektrokimyoviy sensorlar uchun samarali katalizatorga aylantiradi.

**8-jadval.**

**Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentining element analiz tahlili massa va atom foizda**

Element	C	O	N	Ni
Massa%	67,05	3,17	19,55	10,24
Atom%	85,85	12,78	9,72	1,32

Shu bilan birga, elektron paramagnit rezonans (EPR) spektroskopiya natijalarida markaziy kobalt  $\text{Co}^{2+}$  ioniga xos paramagnit signallar kuzatildi, bu esa kompleksning magnit xususiyatlariga va elektron konfiguratsiyasiga oid maʼlumotlarni aniqlash imkonini beradi. Nikel  $\text{Ni}^{2+}$  ionida esa elektron paramagnit rezonans (EPR) spektroskopiya kuzatilmaydi, chunki nikel  $\text{Ni}^{2+}$  ionida diamagnitlik xususiyati kuzatiladi.



**8-rasm. Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentining EPR spektri.**

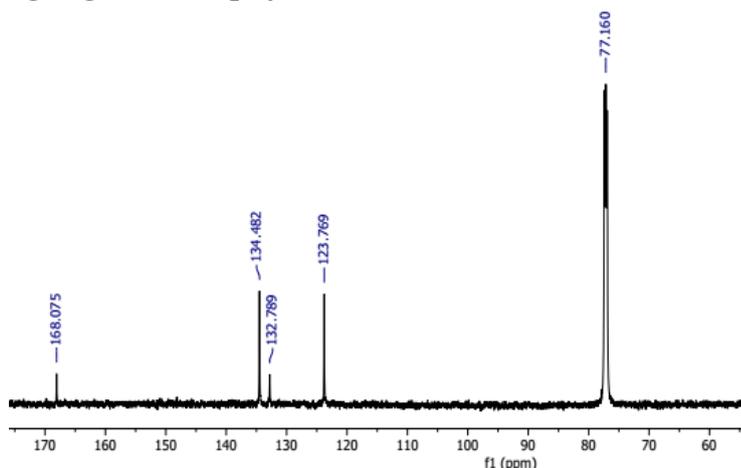
CoPc ftalosianin pigmentidagi markaziy kobalt  $\text{Co}^{2+}$  ionining paramagnit xususiyatlarini aniqlash maqsadida, EPR spektroskopiya tahlili oʻtkazildi. Spekrda magnit maydoni 300–450 mT oraligʻida oʻzgartirildi. Spekrda taxminan 336 mT nuqtada kuchli va aniq signal qayd etildi, paramagnit markaz mavjudligini koʻrsatadi. Signalning yuqori intensivligi va toʻgʻri simmetriyasi  $\text{Co}^{2+}$  ionining elektron konfiguratsiyasidagi barqarorlikni tasdiqlaydi. g-faktor (spekr ostida

keltirilgan) taxminan  $g \approx 2.00(1,996)$  boʻlib, bu tipik  $\text{Co}^{2+}$  ioniga xos boʻlgan qiymatdir va ftalosianin halqasi bilan kuchli koordinatsiyalanganligini anglatadi. EPR signali kobalt CoPc ftalosianin pigmentidagi  $\text{Co}^{2+}$  ionining paramagnit tabiatini, yaʼni elektron spin holatining mavjudligini va uning kristallik muhit bilan oʻzaro taʼsirini tasdiqlaydi.

Yadroviy magnit rezonans YaMR spektroskopiya tahlilida  $^1\text{H}$  va  $^{13}\text{C}$  YaMR spektroskopiya metal ftalosianinlar halqalariga tegishli boʻlgan signallar qayd etildi, bu esa moddalarning simmetrik strukturaga ega ekanini koʻrsatadi.

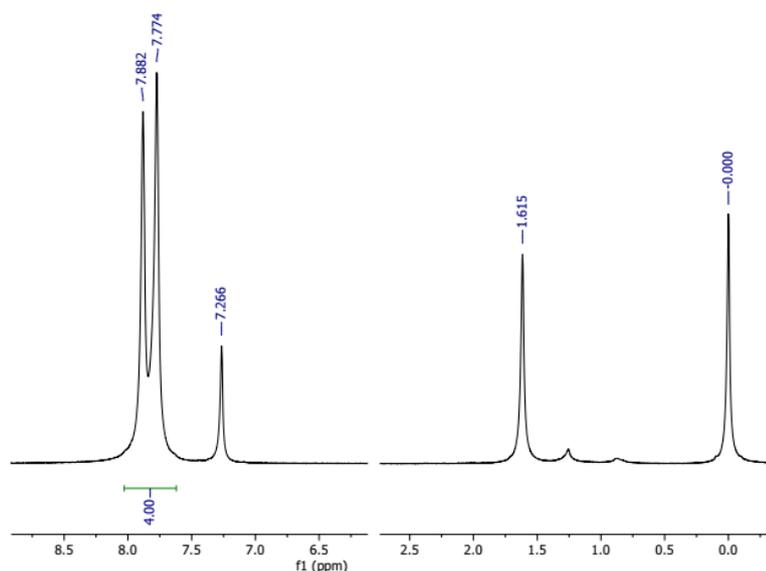
Pigmentning aromatik tabiatli makrosiklik tuzilishi toʻliq shakllanganini koʻrsatdi. Spekrda asosiy signallar  $\delta$  110-160 ppm oraligʻida qayd etildi, bu esa aromatik uglerod atomlariga tegishli boʻlib,  $\pi$ -konyugatsiyalangan tizimning barqarorligini tasdiqlaydi. Shuningdek,  $\delta$ -134.9 ppm va  $\delta$ -128.7-122.8 ppm diapazonidagi signallar izoindol fragmentlari va Pc halqasidagi turli aromatik uglerod muhitlariga tegishli. Ushbu signallar turli magnit muhitlardagi

uglerodlarning mavjudligini ko'rsatib, makrosiklning yuqori simmetriyaga egaligini tasdiqlaydi.



**9-rasm. Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmentining  $^{13}\text{C}$  YAMR spektri**

signallar C-N bog'langan aromatik uglerodlarga tegishli bo'lib, markaziy kobalt ioni bilan koordinasiya hosil qilgan azot atomlari bilan bog'liq muhitni aks ettiradi. Bu holat pigmentning makrosiklik tabiati va to'liq metallanish amalga oshganidan dalolat beruvchi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Shuningdek,  $\delta$ -134.9 ppm va  $\delta$ -128.7-122.8 ppm diapazonidagi signallar izoindol fragmentlari va Pc halqasidagi turli aromatik uglerod muhitlariga tegishli.



**10-rasm. Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentining  $^1\text{H}$  YAMR spektri.**

Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentining  $^{13}\text{C}$  YAMR spektri (150 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) natijalari uning aromatik tabiatli makrosiklik tuzilishi barqaror shakllanganini ko'rsatdi. Spekrda asosiy signallar  $\delta$  110–160 ppm oraliqda qayd etildi, bu esa Pc halqasiga xos aromatik uglerod muhitlarining mavjudligini anglatadi. Spekrda  $\delta$  168.0 ppm da zaif signal aniqlandi, u C=O tabiatli uglerodlarga mos kelib, asosiy tuzilishga xos emas, balki reaksiya jarayonidan qolgan ftalimid tabiatli modda ekanini ko'rsatadi.

CoPc pigmentining  $^{13}\text{C}$  YAMR spektri (150 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) natijalari pigmentning aromatik tabiatli makrosiklik tuzilishi to'liq shakllanganini ko'rsatdi. Spekrda asosiy signallar  $\delta$  110-160 ppm oraliqda qayd etildi, bu esa aromatik uglerod atomlariga tegishli bo'lib,  $\pi$ -konyugasiyalangan tizimning barqarorligini

tasdiqlaydi. Spekrda  $\delta$  -146 ppm atrofida aniqlangan

signallar C-N bog'langan aromatik uglerodlarga tegishli bo'lib, markaziy kobalt ioni bilan koordinasiya hosil qilgan azot atomlari bilan bog'liq muhitni aks ettiradi. Bu holat pigmentning makrosiklik tabiati va to'liq metallanish amalga oshganidan dalolat beruvchi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Shuningdek,  $\delta$ -134.9 ppm va  $\delta$ -128.7-122.8 ppm diapazonidagi signallar izoindol fragmentlari va Pc halqasidagi turli aromatik uglerod muhitlariga tegishli.

Nikel ftalosianin (NiPc) pigmentining  $^1\text{H}$  YAMR spektri (600 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ) natijalari uning tuzilishi barqaror shakllanganini ko'rsatdi. Spekrda asosiy signallar aromatik diapazonda kuzatildi. Xususan,  $\delta$  7.88–7.74 ppm oraliqdagi tor va kuchli signallar pigmentning makrosiklidagi aromatik protonlarga tegishli bo'lib,  $\pi$ -kon'yugasiyalangan tizim yaxlit va simmetriyali holda shakllanganini anglatadi.

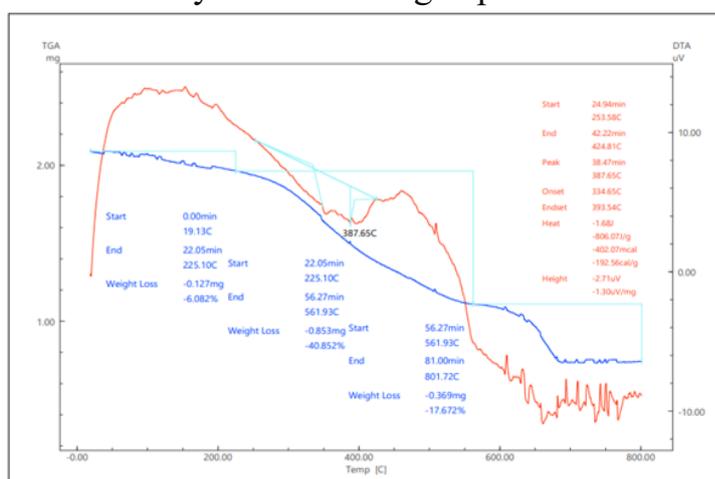


**A** **B** **D**  
**11-rasm. A- CoPc PF-115 emali. B- NiPc PF-115 emali. D-import PF-115.**

Tayyorlangan PF-115 alkid emalining retsepturasi pigment-bog'lovchi tizimning barqarorligini ta'minlaydi, dispersiyaning yuqori darajada birxil bo'lishi, hamda nihoyasida rang berish qobiliyati va nur/harorat ta'siriga chidamliligi ta'minlanadi.

Sintez qilingan kobalt ftalosianin (CoPc) pigmenti asosida tayyorlangan PF-115 turidagi ko'k va moviy rangli emallar bir qator me'yoriy hujjatlar, jumladan, GOST 896-69, 8420-74, 17537-72, 6589-74, 8784-75, 19007-73, 6806-73, 4765-73, 5233-89, 51140-98 va

9.403-80 bo'yicha talab etilgan parametrlar asosida sinovdan o'tkazildi.



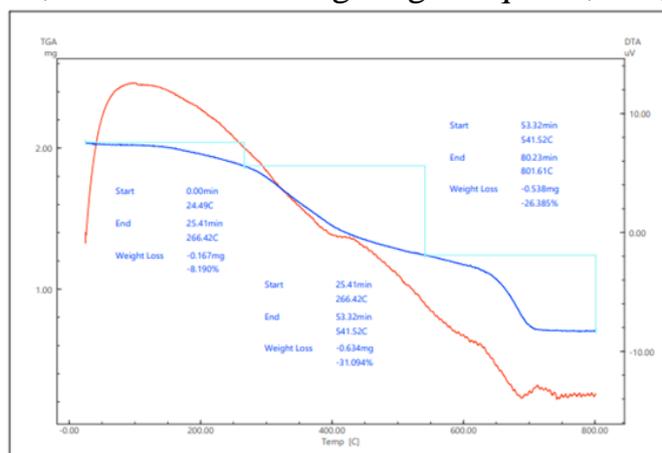
**12-rasm Kobalt ftalosianin (CoPc) pigmenti qo'shilgan alkid emal PF-115 namunasining derivatogrammasi**

CoPc pigmenti qo'shilgan alkid emal PF-115 namunasining derivatogrammasi keltirilgan bo'lib, u 2 ta egri chiziqdan iborat. Derivatogramma DTA egri chizig'ida endotermik kuzatilmadi 387,65 °Cda bitta egzotermik effekt aniqlandi. Termogravimetriya TGA egri chizig'ining tahlili shuni ko'rsatadiki, TGA egri chizig'ida 3 ta intensiv parchalanadigan harorat oralig'ida amalga oshadi. 1-

parchalanadigan oraliq 19,13-225,10 °C harorat oralig'ida sodir bo'ldi 0,127 mg yoki 6,082 % massa yo'qotildi. 2-parchalanadigan oraliq 225,10-561,93 °C haroratlarda kuzatildi 0,853mg yoki 40,852 % massa yo'qotganligini aniqlandi. 3-parchalanadigan oraliq 561,93-801,72 °C harorat oralig'ida sodir bo'ldi 0,369 mg yoki 17,672 % massa yo'qotildi. 19,13-801,72 °C harorat intervalida massaning umumiy kamayishi 1,349 mg yoki 64,606 % ni tashkil etganligi aniqlandi, bunga 81 daqiqa vaqt sarflandi.

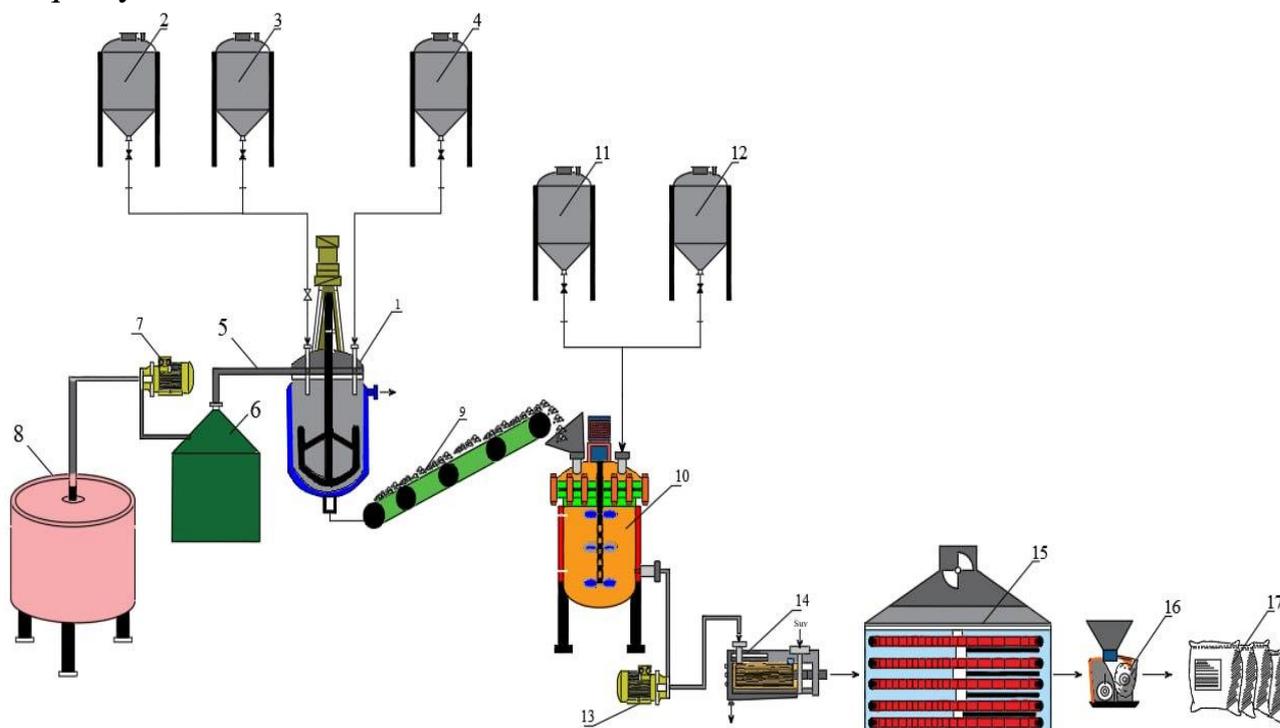
NiPc pigmenti qo'shilgan alkid emal PF-115 namunasining derivatogrammasi keltirilgan bo'lib, u 2 ta egri chiziqdan iborat. Derivatogramma DTA egri chizig'ida endotermik va egzotermik effekt ko'zatilmadi. Termogravimetriya TGA egri chizig'ining tahlili shuni ko'rsatadiki, TGA egri chizig'ida 3ta intensiv parchalanadigan harorat oralig'ida amalga oshadi. 1-parchalanadigan oraliq 24,49-266,42 °C harorat oralig'ida sodir bo'ldi 0,167 mg yoki 8,190 % massa yo'qotildi. 2-parchalanadigan oraliq 266,42-541,52 °C haroratlarda kuzatildi 0,634 mg yoki 31,094 % massa yo'qotganligini aniqlandi. 3-parchalanadigan oraliq 541,52-801,61 °C harorat oralig'ida sodir bo'ldi 0,538 mg yoki 26,385 % massa yo'qotildi

24,49–801,61 °C harorat intervalida massaning umumiy kamayishi 1,339 mg yoki 65,669 % ni tashkil etganligi aniqlandi, bunga 80,23 daqiqa vaqt sarflandi.



**13-rasm. Nikel ftalosianin (NiPc) pigmenti qo‘shilgan alkid emal PF-115 namunasining derivatogrammasi**

mumkinligi ishlab chiqarish jarayonini soddalashtiradi hamda iqtisodiy jihatdan maqbul yechim hisoblanadi.



1–Sintez reaktori; 2- Ftal anhidrid uchun sig‘im; 3 –Metal tuzlari uchun sig‘im; 4–Karbamid uchun sig‘im; 5-Gaz chiqish nayi; 6-ftalamid uchun sig‘im; 7 –Nasos; 8 –suvli idish; 9 –lenta; 10- Kislotalik va ishqorli ishlov berish reaktori; 11 –Sulfat kislota uchun sig‘im; 12- Natriy karbonat uchun sig‘im; 13- nasos; 14-Filtr; 15-Quritish pechi; 16-Maydalagich; 17-tayyor mahsulot.

**14-rasm. Kobalt va nikel ftalosianin pigmentlari ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.**

Ftalosianin pigmentlarini sintez qilish jarayoni past haroratda qizdirish usulida, texnologiya talablariga muvofiq ravishda soddalashtirilgan tartibda tashkil

etilgan. Bu yondashuv reaksiyani optimal sharoitlarda olib borish, energiya sarfini qisqartirish va mahsulot sifatini barqaror ravishda ta'minlash imkoniyatini beradi. Kobalt va nikel saqlovchi pigmentlarni olish bo'yicha ishlab chiqilgan texnologik jarayonning umumiy sxemasi 14-rasmda keltirilgan. Taklif etilayotgan texnologiya sanoat miqyosida amaliyotga joriy etish uchun maqbul bo'lib, uning samaradorligi yuqori, xarajatlari kam va mahsulot sifati barqaror hisoblanadi.

### 9-jadval

#### 1 tonna CoPc pigmenti ishlab chiqarish uchun xom ashyo narxi

№	CoPc pigmenti	Xom ashyo narxi 1 kg uchun, so'm	1 tonna pigmen ichidagi, xom ashyo, kg	1 tonna pigmen narxi (1000 kg)
1	Ftal anhidrid	31950	350,73	11205823,5
2	Karbamid	3000	701,42	2104260
3	Kobalt xlorid	350000	70,15	24500000
4	Magniy atsetat	1090308	4	4361232
5	Ortoborat kislota	35000	5	175000
6	Sulfat kislota	3200	1116	3571200
Jami				45 917 515

### 10-jadval

#### Sintez qilingan kobal CoPc pigmentining tan narxi

№	Nomi	O'lchov birligi	Miqdori	1 kg mahsulot narxi, so'm	Umumiy miqdor, so'm
1	CoPc	Kg	1000	56748,375	56748375
Jami					56748375

11-jadvalda chetdan import qilinadigan kobalt ftalosianin (CoPc) O'zbekistondagi 1 kg tayyor pigmentning narxi 88746 so'mga teng ekanligi keltirildi.

### 11-jadval

#### Chet eldan import qilinayotgan CoPc pigmentining tan narxi

№	Nomi	O'lchov birligi	Miqdori	1 kg mahsulot narxi, so'm	Umumiy miqdor, so'm
1	CoPc	kg	1000	88746	88746000
Jami					88746000

Tarkibida metall saqlagan yangi ftalosianin pigmentlarini olish texnologiyasini bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida: "MARK FORMELE.IT" O'ZBEKISTON-BELORUSSIYA MCHJ O'ZBEKISTON-BELORUSSIYA qo'shma korxonasi 2025-yil 22-iyuldagi 41/4-son ma'lumotnomasi asosida yuqori sifatli ftalosianin pigmentlari import o'rnini bosuvchi mahalliy mahsulot sifatida qo'llaniladi.

## XULOSALAR

1. Ftalangidrid, karbamid, metall tuzlari va katalizator ishtirokida yuqori unumli kobalt hamda nikel ftalosianin pigmentlar olishning maqbul sharoitlari aniqlandi, shu bilan birgalikda sintez qilish jarayonlarining texnologiyasi ishlab chiqildi.

2. Tarkibida kobalt va nikel bo'lgan ftalosianin pigmentlariga yuqori konsentrasiyalı sulfat kislota orqali ishlov berilib, pigmentlarning  $\beta$  kristall modifikasiyasini maqsadli ravishda hosil qilindi shu bilan birgalikda GOST 6220-76 talablariga to'liq javob berishi isbotlandi.

3. Sintez qilingan kobalt hamda nikel ftalosianin organik pigmentlarining struktura tuzilishi SEM, EPR, IQ- va YaMRspektroskopiya usullari yordamida taklif etildi.

4. Sintez qilingan metal saqlagan organik pigmentlarining rang barqarorligi, yuqori haroratga va turli kimyoviy vositalarga barqarorligi pigment tayyorlash jarayonidagi sulfat kislota konsentratsiyasi bilan bevosita bog'liq ekanligi aniqlandi, hamda termogravimetrik va differensial termik tahlillar asosida izohlandi.

5. Sintez qilingan yangi tarkibli pigmentlar turli xil rangdagi PF-115 emaliga standart talablariga asoslangan holda ГOCT 6465-76 bo'yicha sinovlardan muvafaqiyatli o'tdi hamda pigment qo'shib tayorlangan PF-115 emalini asosan metal va yog'och materiallar yuzasini muhofaza qilish uchun maqsadga muvofiq qoplama sifatida ishlatish tavsiya etildi.

6. CoPc va NiPc ftalosianin tarkibli organik pigmentlari olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida "MARK FORMELE.IT" MCHJ O'ZBEKISTON-BELORUSSIYA qo'shma korxonasida lok-bo'yoq qoplamalar olishda amaliyotga joriy qilingan ("MARK FORMELE.IT" MCHJ O'ZBEKISTON-BELORUSSIYA qo'shma korxonasining 2025-yil 22-iyuldagi 41/4-son ma'lumotnomasi). Natijada yuqori sifatli organik pigmentlar import o'rnini bosuvchi mahalliy mahsulot sifatida qo'llash imkonini beradi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/31.01.2023.К/Т.78.01 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТЕРМЕЗСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МИРЗАЕВА ФЕРУЗА ДЖУМАЕВНА**

**СИНТЕЗ КОБАЛЬТ- И НИКЕЛСОДЕРЖАЩИХ  
ФТАЛОЦИАНИНОВЫХ СОЕДИНЕНИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ И  
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТОВ НА ИХ  
ОСНОВЕ**

**02.00.14-Технология органических веществ и материалы на их основе**

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

**Термез–2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером В2025.3.PhD/T5837.

Диссертация выполнена в Термезском государственном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета [www.ziyoNet.uz](http://www.ziyoNet.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу [www.ziyoNet.uz](http://www.ziyoNet.uz).

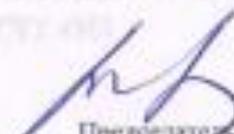
Научные руководители:	Узбаров Ибрагим Амоневич доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Каймов Шарифжон Нозимович доктор технических наук, старший научный сотрудник Жумаева Зулхунор Эргашевна кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Каршинский государственный университет

Защита диссертации состоится **29** <sup>юв</sup>            2025 г. в **9<sup>00</sup>** часов на заседании Ученого совета DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 при Термезском государственном университете по адресу: 190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол акад. 43. Тел.: (+99876)221-74-55, факс: (+99876)221-71-17, e-mail: [icrmiduni@mail.uz](mailto:icrmiduni@mail.uz)

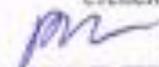
Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре в Термезском государственном университете за №            с которой можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол акад. 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876)221-71-17, e-mail: [icrmiduni@mail.uz](mailto:icrmiduni@mail.uz)).

Автореферат диссертации разослан **16** <sup>кн</sup>            2025 года.  
(Протокол рассылки № **24** от **16** <sup>кн</sup>            2025 года).



  
**Ш.А.Кадирова**  
Председатель научного совета  
по присуждению ученой степени,  
д.х.н., проф.

  
**Ш.А.Касимов**  
Секретарь ученого совета  
по присуждению учёных  
степеней, д.х.н., проф.

  
**Р.В.Адишулов**  
Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.х.н., проф.

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

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В настоящее время в мире стремительно растет спрос на металлосодержащие фталоцианиновые пигменты. Благодаря устойчивости к воздействию внешней среды, стабильности цвета и прочности структуры, они широко используются в различных отраслях промышленности, таких как покрытия, полимерные материалы, электроника и полиграфия. Соответственно, важное значение имеет внедрение оптимальных, экономически эффективных и экологически безопасных технологий получения таких пигментов в промышленных масштабах, управление типами  $\alpha$  и  $\beta$  модификаций пигментов, формирование их физико-химических свойств в соответствии с конкретными требованиями и направлениями.

В мире проводятся научные исследования по улучшению свойств пигментов на основе фталоцианина и их эффективному использованию. В связи с этим особое внимание уделяется упрощению процесса синтеза фталоцианиновых пигментов и разработке безопасных методов, созданию новых видов фталоцианиновых пигментов, растворимых в воде и растворителях, увеличению объемов производства фталоцианиновых пигментов, поиску и расширению областей применения новых составов, способных целенаправленно изменять антикоррозионные, статические и динамические прочностные свойства фталоцианиновых пигментов.

В нашей Республике развиваются научно-технические работы, направленные на модернизацию химической промышленности, в том числе на производство новых видов продукции на основе местного сырья, заменяющих импортируемые товары. На основе нормативных мероприятий, проводимых в этом направлении, достигаются определенные научные и практические результаты, особенно по созданию полимерных, текстильных и лакокрасочных материалов, а также многокомпонентных и функциональных лакокрасочных составов с участием фталоцианиновых пигментов. В “Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан” определены важные задачи, направленные на “освоение производства совершенно новых видов продукции и технологий, обеспечение на этой основе производства конкурентоспособной отечественной продукции на внешнем и внутреннем рынках”. “В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы”<sup>2</sup> определены важные задачи, направленные на “создание технологий получения импортозамещающей продукции из местного сырья и вторичных ресурсов”. В связи с этим разработка экономически эффективных и экологически чистых технологий производства кобальтового фталоцианина (CoPc) и никелевого фталоцианина (NiPc) на основе местного сырья имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики

---

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Постановлении № ПҚ-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017–2022 годы», Постановлении № ПҚ-3236 от 28 января 2022 года, № ПҚ-3983 от 25 октября 2018 года, а также Постановлении № от 23 августа 2021 года «О форсированном развитии химической промышленности Республики Узбекистан в 2017–2021 годах», и других нормативно-правовых актах, регулирующих данную деятельность, служат основой для реализации поставленных задач.

**Соответствие исследований приоритетам развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** По получению и развитию синтеза фталоцианиновых пигментов, содержащих органические соединения, были проведены обширные научно-исследовательские работы. В частности, среди российских учёных можно отметить Кудревича С.В., Степаняна А.А., Бернашевского Н.В., Кулыгину З.П., Исака А.Д., Шапошникову Г.П., Белогорохова И.А., Голубчикова О.А., Ларионова А.В., Сайфуллина П.О., Зуева К.В., Хромова А.В.; среди зарубежных исследователей — Исикаву Н., Иино Т., Кокса J.J., Бэйлисса S.M., Джонса T.S., Меера М., Фрира W., Ханака М., Шлеттвайна D., Зимчика Р., Эрка Р., Барретта Р.А. В Республике Узбекистан научные исследования проводили Джалилов А.Т., Махсумов А.Г., Тиллаев А.Т., Ихтиярова Г.А., Файзиев Ж.Б. и другие учёные.

В результате их научных изысканий были предложены различные методы получения пигментов, изучено влияние технологических факторов на процессы их синтеза, а также разработаны подходы к получению на основе местного сырья и промышленных продуктов. Кроме того, синтезированные соединения были рекомендованы в качестве фотостабилизаторов для полимерных материалов, лакокрасочных покрытий в строительной индустрии и красителей для продукции текстильной промышленности.

В настоящее время в целях расширения ассортимента новых, эффективных и доступных фталоцианиновых пигментов на основе местного сырья и промышленных продуктов ведутся исследования по модификации соединений, содержащих активные функциональные группы, разработке эффективных технологий производства и их практическому применению.

**Связь диссертационного исследования с научными планами высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Термезского государственного университета по фундаментальному проекту OT-F7-34 «Синтез полифункциональных ионитов, образующих комплексы, и теоретические основы разделения некоторых d-металлов с их помощью» (2017–2020 гг.), а также прикладному проекту MU-F3-201910142 «Создание инновационной технологии производства минерализованных труб, фитингов, панелей и напольных

покрытий» (2020–2022 гг.).

**Целью исследования** является синтез фталоцианиновых соединений на основе фталевого ангидрида, мочевины и солей металлов, а также разработка технологии получения фталоцианинсодержащих органических пигментов.

**Задачи исследования:**

разработка методов синтеза комплексных соединений фталоцианинов в присутствии фталевого ангидрида, мочевины, солей металлов и катализаторов;

получение пигментов из синтезированных комплексных соединений фталоцианина кобальта (CoPc) и никеля (NiPc) и определение их состава, структуры и свойств физико-химическими методами;

определение и оценка соответствия полученных пигментов требованиям ГОСТ 6220-76;

определение механизмов перехода полученных пигментов кобальта фталоцианина (CoPc) и никеля фталоцианина (NiPc) в  $\alpha$  и  $\beta$  модификации;

разработка и технико-экономическое обоснование технологии получения пигментов фталоцианина кобальта (CoPc) и никеля (NiPc).

**Объектом исследования** являются фталевый ангидрид, карбамид, соли металлов и катализаторов, были получены новые органические фталоцианиновые пигменты, содержащие кобальт и никель.

**Предмет исследования.** Были определены оптимальные условия процесса получения новых типов фталоцианиновых пигментов на основе соединений, содержащих кобальт и никель; изучены физико-химические свойства лакокрасочных материалов, изготовленных на основе полученных фталоцианиновых пигментов; а также организовано их применение в составе лакокрасочной продукции.

**Методы исследования.** Использованы современные методы исследования структуры и свойств веществ, полученных в результате исследований, в том числе физико-механические методы, инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия), дифференциальная термогравиметрия (ДТГ), сканирующая электронная микроскопия, элементный анализ (СЭМ), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и другие методы.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

На основе фталевого ангидрида, мочевины, солей металлов и катализатора были синтезированы термо- и фотохимически стабильные органические пигменты нового состава;

Определена зависимость скорости реакции и выхода от катализатора при синтезе органических фталоцианиновых соединений, а также снижение оптимальной температуры реакции с 250°C до 200°C при использовании нового магниевого катализатора;

Доказано повышение термической стабильности, антикоррозионной, статической и динамической прочности полимерных и лаковых изделий при использовании полученных металлоорганических фталоцианиновых пигментов, содержащих ионы кобальта (II) и никеля (II);

При приготовлении пигментов с высокой интенсивностью окраски на основе синтезированных фталоцианиновых соединений, содержащих кобальт и никель, были получены пигменты, отвечающие требованиям ГОСТ-6220-76, путем обработки 90% серной кислотой и нейтрализации 5% раствором карбоната натрия;

Разработана экономически эффективная и экологически чистая технология получения фталоцианиновых органических пигментов на основе фталевого ангидрида, мочевины, солей металлов и катализатора.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

в присутствии фталевого ангидрида, карбамида, солей металлов и катализаторов были синтезированы кобальтфталоцианин (CoPc) и никельфталоцианин (NiPc) с улучшенными красящими свойствами, при этом определены оптимальные условия синтеза;

разработана экономически эффективная и экологически чистая технология получения новых типов кобальтфталоцианина (CoPc) и никельфталоцианина (NiPc);

на основе новых соединений кобальтфталоцианина (CoPc) и никельфталоцианина (NiPc) создана технология получения органических пигментов, устойчивых к атмосферным и агрессивным воздействиям внешней среды, а также их применение в составе лакокрасочных покрытий.

**Достоверность результатов исследования** обосновывается определением структура и свойства синтезированных новых органических пигментов с использованием современных физико-химических методов анализа, таких как инфракрасная спектроскопия (ИК), термогравиметрический и дифференциально-термический анализ (дериватограф LABSYS EVO STA), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), полученные результаты также интерпретированы на основе сравнительного анализа с учётом их соответствия практике местного производства.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что с помощью ЭПР и ИК-спектроскопии были изучены производство фталоцианиновых органических пигментов металлокомплексного состава на основе фталевого ангидрида, мочевины, солей металлов и катализаторов, а также определены их структурная структура и физико-химические свойства, кристаллическая модификация, электронные свойства и термическая стабильность; исследованы их  $\alpha$ - $\beta$ -модифицирующие переходы и целостность комплексного кольца; изучены оптимальные условия процесса синтеза, снижена температура реакции и установлена стабильность структурной структуры получаемых фталоцианиновых органических пигментов; создана научная основа для экономически эффективного производства экологически чистой технологии.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что органические пигменты на основе фталоцианина кобальта (CoPc) и никеля (NiPc) используются в лакокрасочной промышленности для получения покрытий с высокостабильными фталоцианиновыми пигментами, фотостабилизаторами и материалами с улучшенными защитными и декоративными свойствами, не только с точки зрения стойкости цвета, устойчивости к ультрафиолетовому излучению, способности противостоять сильной поверхностной деградации, термостойкости и активности защитных свойств, но и в производстве экологически чистых композитных материалов, энергосберегающих и экономически выгодных продуктов.

**Внедрение результатов исследования.** синтезированные органические пигменты кобальтфталоцианина (CoPc) и никельфталоцианина (NiPc) внедрены в практику получения пигментов на совместном предприятии «MARK FORMELE.IT» ООО Узбекистан-Беларусь (Справка «MARK FORMELE.IT» ООО СП Узбекистан-Беларусь № 41/4 от 22 июля 2025 года). В результате удалось получить ярко окрашенные образцы эмали марки PF-115 на основе пигментов кобальтфталоцианина (CoPc) и никельфталоцианина (NiPc);

технология получения пигментов кобальтфталоцианина (CoPc) и никельфталоцианина (NiPc) внедрена в практику получения лакокрасочных покрытий на совместном предприятии «MARK FORMELE.IT» ООО Узбекистан-Беларусь («MARK FORMELE.IT» ООО СП Узбекистан-Беларусь справка № 41/4 от 22 июля 2025 года). В результате обеспечено применение импортозамещающих высококачественных фталоцианиновых пигментов, содержащих кобальт и никель, в качестве отечественной продукции.

**Аппробация результатов исследования.** Результаты исследований были представлены и обсуждены на 12, в том числе 4 международных и 8 Республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 20 научных работ, из них 8 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание степени доктора философии (PhD), включая 3 статьи в республиканских и 5 статей в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Состав диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 106 страниц.

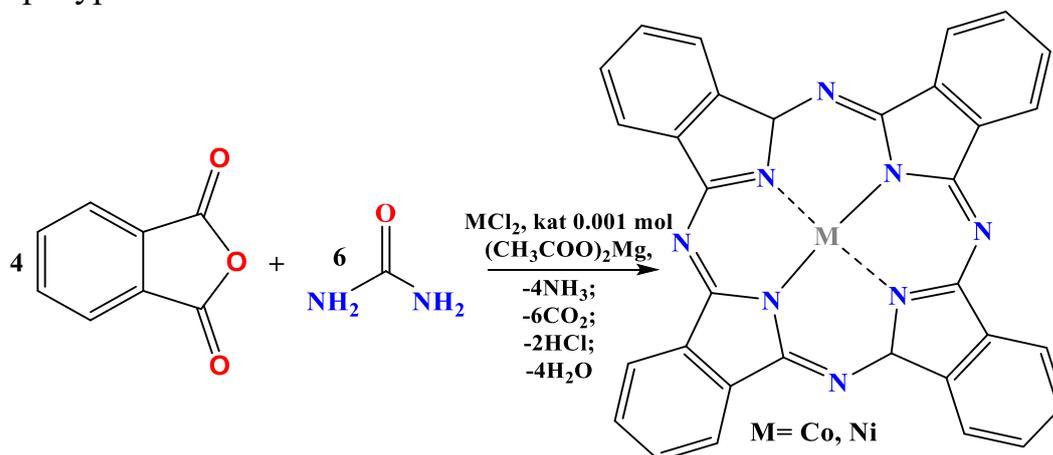
## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**В введении** диссертации обоснованы актуальность и необходимость выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, показано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Изложены научная новизна и практические результаты исследования, доказана достоверность полученных в ходе синтеза данных,

раскрыто теоретическое и практическое значение работы, сделаны выводы о перспективах внедрения полученных результатов в практику, а также приведены сведения о публикациях автора и структуре диссертации.

**В первой главе** диссертации под названием «**Химия фталоцианинов и перспективы их применения в качестве высокоэффективных пигментов**» представлен обзор литературы, в котором проанализированы современные исследования, посвящённые синтезу металлокомплексных соединений фталоцианина, их физико-химическому анализу и перспективам развития. Рассмотрены методы получения фталоцианиновых пигментов, содержащих кобальт и никель, их физико-химические свойства и области применения, показано, что данный напрямок является одним из перспективных.

**Во второй главе** диссертации под названием «**Объект и методы исследования. Процессы синтеза фталоцианиновых пигментов на основе кобальта и никеля**» описаны объекты исследования и применённые методы. Фталоцианиновые пигменты кобальта и никеля были синтезированы при температуре 200°C в течение 2 часов.



**Рис 1. Получение металлосодержащих фталоцианинов.**

**Таблица 1.**  
**Влияние соотношения исходных реагентов и температуры на выход пигмента кобальтфталоцианина (CoPc)**

№	FA:Kar:CoCl <sub>2</sub> :Mg(C H <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> *4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω, %	№	FA:Kar:CoCl <sub>2</sub> :Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω, %
1	1:0,5:0,25:0,015	150	22,3	9	1:1,5: 0,25:0,015	150	66,3
2		175	26,7	10		175	78,6
3		200	29,7	11		200	86,4
4		225	27,2	12		225	80,4
5	1:1,0: 0,25:0,015	150	44,6	13	1:2,0: 0,25:0,015	150	68,3
6		175	57,3	14		175	79,9
7		200	62,8	15		200	84,4
8		225	54,7	16		225	78,6

Установлено, что при соотношении исходных реагентов 1:1,5:0,25:0,015 и температуре 200°C выход кобальт фталоцианинового пигмента составляет

86,4 %. Эти результаты показывают, что данные условия являются оптимальными для синтеза CoPc (Таблица 1).

Таким образом, при концентрации серной кислоты в диапазоне 80–90 % пигмент CoPc переходит в термически, химически и структурно стабильную  $\beta$ -модификацию. Это, в свою очередь, имеет важное значение для характеристик пигмента и его практического применения. Полученные результаты показали, что пигмент CoPc, полученный методом нагревания, демонстрирует значительно лучшие показатели; проведение процесса растворения в 90 %-ной серной кислоте является наиболее целесообразным. В ходе изучения процесса синтеза были получены данные, позволяющие определить, к какой модификации относится полученный пигмент CoPc (Таблица 2).

**Таблица 2.**

**Результаты растворения пигмента кобальтфталоцианина (CoPc) в серной кислоте различной концентрации**

№	Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	Состояние растворённого вещества	Внешний вид	Предполагаемая модификация
1	60	Частично растворён	Красновато-синий	Смесь $\alpha/\beta$
2	70	Хорошо растворён	Синий	Смесь $\alpha/\beta$
3	80	Полностью растворён	Прозрачно-синий	Смесь $\alpha/\beta$ с преобладанием $\beta$
4	90	Растворён в большом количестве	Прозрачно-тёмно-синий	$\beta$

**Таблица 3.**

**Испытание синтезированного пигмента кобальтфталоцианина (CoPc) при различных температурах**

№	Пигмент и концентрация кислоты, % нейтрализации	Начальная температура, °C	Конечная температура, °C	Наблюдаемые изменения
1	CoPc-60-5%	160	280	Белый дым
2	CoPc-70-5%	180	250	Белый дым
3	CoPc-80-5%	200	210	Белый дым
4	CoPc-90-5%	250	250	Без изменений

Пигмент кобальтфталоцианина, полученный методом нагревания, был растворён в серной кислоте четырёх различных концентраций (60 %, 70 %, 80 % и 90 %) и испытан при разных температурах.

Установлено, что при соотношении исходных реагентов 1:1,5:0,25:0,015 и температуре 200 °C выход никельфталоцианинового пигмента составляет 83,4 %. Эти результаты показывают, что данные условия являются оптимальными для синтеза NiPc.

Таблица 4.

**Влияние соотношения исходных реагентов и температуры на выход пигмента никель фталоцианина (NiPc)**

№	FA:Kar: NiCl <sub>2</sub> : Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω,%	№	FA:Kar: NiCl <sub>2</sub> : Mg(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	T, °C	ω,%
1	1:0,5:0,25:0,015	150	21,1	9	1:1,5: 0,25:0,015	150	65,1
2		175	25,6	10		175	77,4
3		200	28,8	11		200	85,3
4		225	26,1	12		225	79,2
5	1:1,0: 0,25:0,015	150	43,3	13	1:2,0: 0,25:0,015	150	67,1
6		175	55,1	14		175	78,8
7		200	61,7	15		200	83,3
8		225	53,3	16		225	76,3

Таблица 5.

**Результаты растворения пигмента никельфталоцианина (NiPc) в серной кислоте различной концентрации**

№	Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	Состояние растворённого вещества	Внешний вид	Предполагаемая модификация
1	60	Частично растворён	Красновато-синий	Смесь α/β
2	70	Хорошо растворён	Синий	Смесь α/β
3	80	Полностью растворён	Прозрачно-синий	β — основная, остатки α
4	90	Полностью и стабильно растворён	Прозрачно-тёмно-синий	β

В настоящее время β-модификация фталоцианинов считается наиболее востребованной. Согласно полученным результатам, α/β-смешанная модификация является нестабильной, тогда как β-модификация обладает значительно большей устойчивостью.

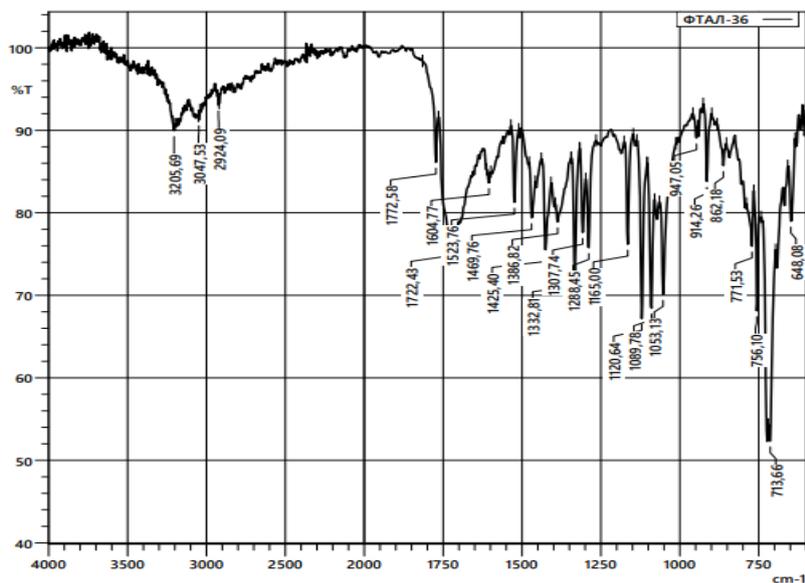
Таблица 6.

**Испытание синтезированного пигмента никельфталоцианина (NiPc) при различных температурах**

№	Образец NiPc (кислота и степень нейтрализации)	Начальная температура, °C	Конечная температура, °C	Наблюдаемые изменения
1	NiPc-60-5%	160	280	Белый дым, термодеструкция
2	NiPc-70-5%	180	250	Белый дым, частичная деструкция
3	NiPc-80-5%	200	210	Слабый дым, стабилизация
4	NiPc-90-5%	250	250	Без изменений, стабильный

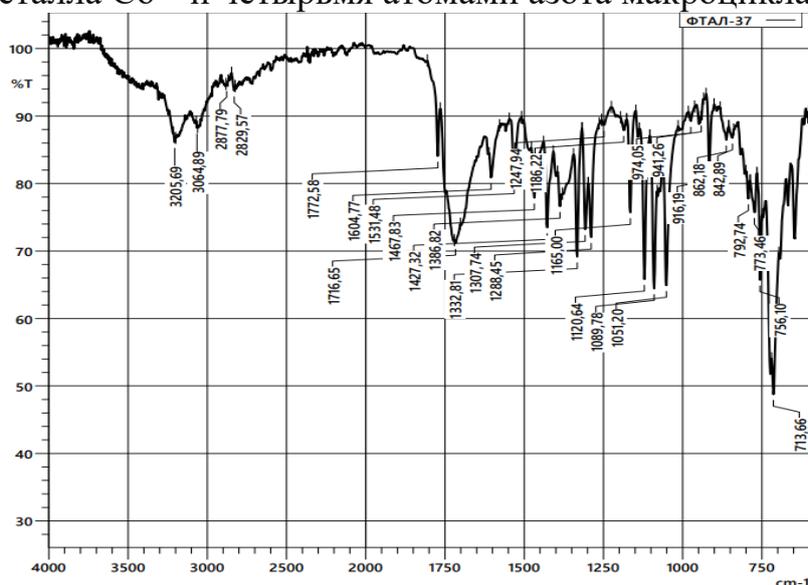
Фталоцианин никеля, полученный методом нагревания, растворялся в серной кислоте четырёх различных концентраций (60 %, 70 %, 80 %, 90 %) и подвергался термическим испытаниям.

В третьей главе диссертации под названием «Результаты исследований пигментов кобальт- и никельфталоцианина и их обсуждение» на основе данных инфракрасной спектроскопии (ИК) были определены характерные полосы валентных колебаний, соответствующие связям между центральным ионом  $\text{Co}^{2+}$  или  $\text{Ni}^{2+}$  и атомами азота фталоцианинового



**Рис. 2. Анализ ИК-спектра пигмента фталоцианина кобальта (CoPc).**

указывают на наличие координационной связи между центральным катионом металла  $\text{Co}^{2+}$  и четырьмя атомами азота макроцикла.



**Рис. 3. ИК-спектр пигмента фталоцианина никеля (NiPc)**

фталоцианиновом кольце, что свидетельствует о стабильном формировании электронных и оптических свойств вещества. Интенсивные полосы поглощения, наблюдаемые в диапазоне  $1386\text{--}1333\text{ см}^{-1}$ , приписываются

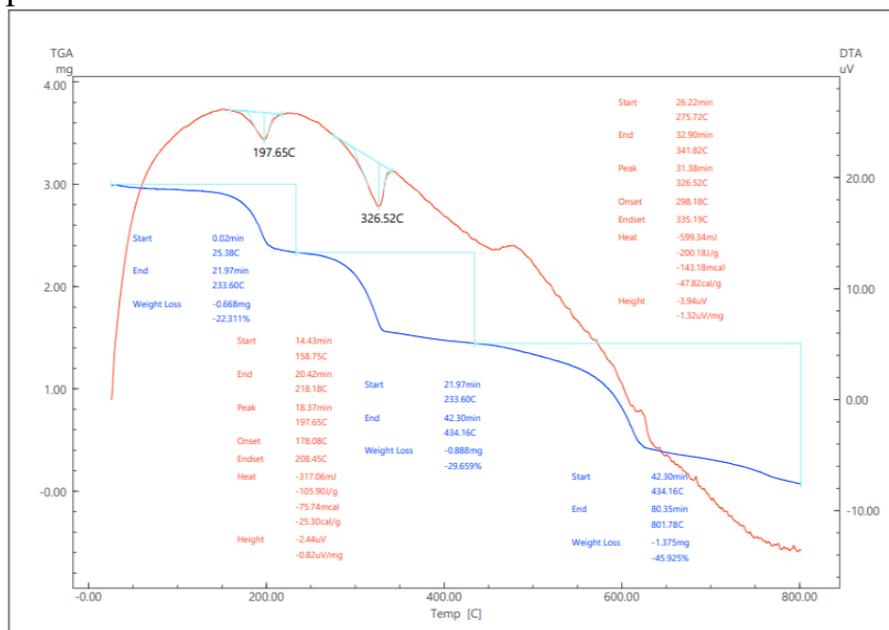
к кольцу. Диапазон  $1165\text{--}1120\text{ см}^{-1}$  соответствует колебаниям связей  $\text{C}\text{--}\text{H}$  и  $\text{C}\text{--}\text{N}$  в плоскости, характерным для фталоцианинового (Pc) кольца. Это доказывает, что слоистая  $\pi$ -система структуры пигмента хорошо сформирована. Характерные полосы поглощения около  $941\text{--}914\text{ см}^{-1}$

Интенсивные полосы поглощения, подтверждающие основной скелет макроцикла фталоцианинового пигмента, т. е. четыре пиррольных кольца, появляются в диапазоне  $1604\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ . Эти сигналы относятся к сопряженным системам связей  $\text{C}=\text{C}$  и  $\text{C}=\text{N}$  во

пиррольным связям C–N и общим деформационным колебаниям кольца, что указывает на высокую сохранность целостности и симметрии макроцикла.

В пигменте фталоцианине NiPc интенсивные сигналы в диапазоне 1604–1500  $\text{cm}^{-1}$  относятся к основным связям C=C и C=N макроцикла, что свидетельствует о том, что  $\pi$ -система структуры сформирована равномерно и стабильно. Сильные сигналы в диапазоне 1288–1165  $\text{cm}^{-1}$  соответствуют внутриплоскостным колебаниям связей C–N и C–C, что подтверждает устойчивость  $\pi$ -сопряженной структуры пигмента. Сигналы около 1120–1050  $\text{cm}^{-1}$  характерны для валентных и деформационных колебаний связей C–N–C и C–C. Характерные сигналы в диапазоне 944–915  $\text{cm}^{-1}$  подтверждают наличие координационных связей между центральным катионом никеля и атомами азота. Это основной идентификационный признак, указывающий на образование полностью металлизированного макроцикла пигмента. Термический анализ методом ТГА (термогравиметрический анализ) показал устойчивость пигмента к высоким температурам; образцы в  $\beta$ -модификации хранились без термических изменений до 250 °C.

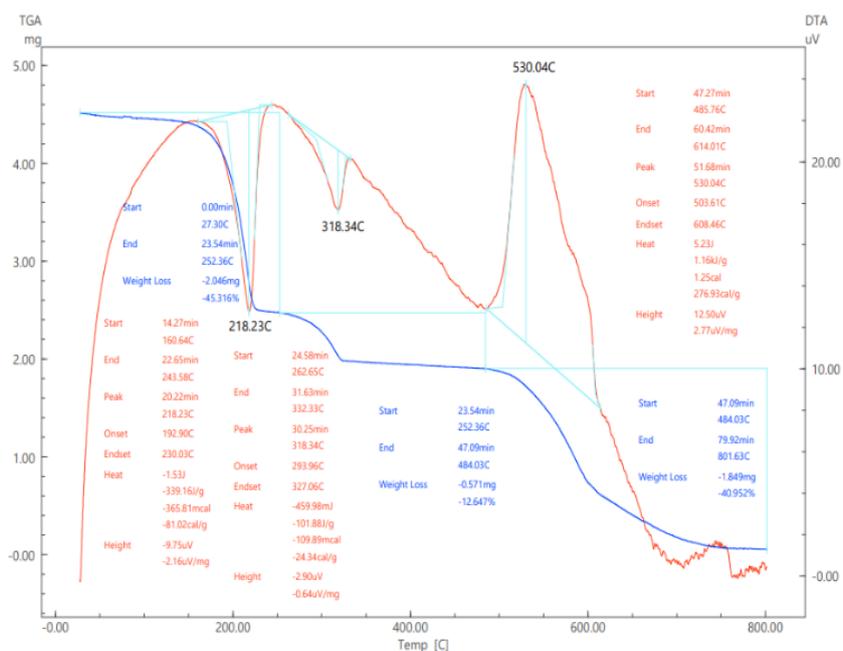
Для термического анализа образца пигмента кобальт фталоцианина (CoPc) было взято 3,00 мг вещества. Анализ термогравиметрической кривой (ТГА, кривая 1) показал, что разложение пигмента кобальтфталоцианина (CoPc) происходит в трёх основных температурных интервалах интенсивного разложения.



**Рис. 4. Термогравиметрический (ТГА) и дифференциальный термический анализ (ДТА) пигмента фталоцианина кобальта (CoPc).**

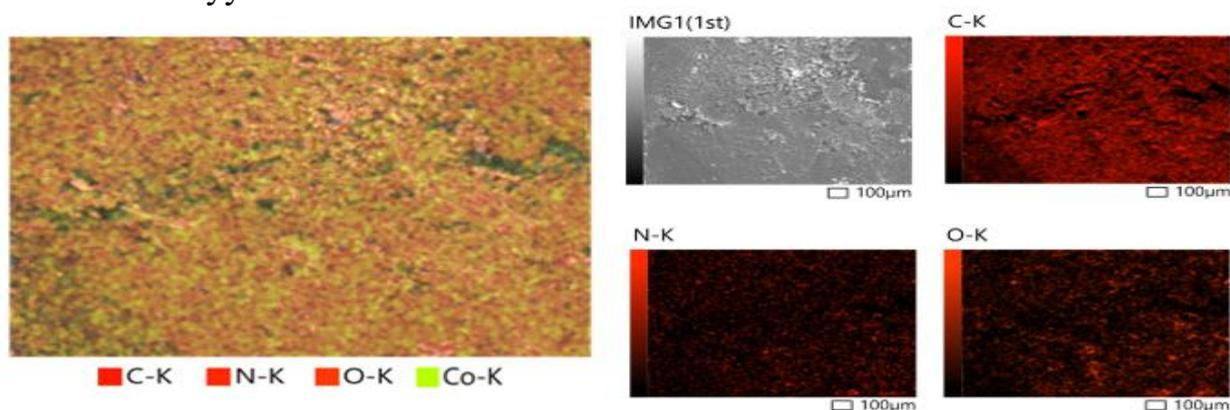
Первый интервал разложения соответствует температуре 25,38–233,60 °C, второй - 233,60–434,16 °C, третий - 434,16–801,78 °C. Результаты анализа показывают, что потеря массы наблюдается в первом интервале — при 25,38–233,60 °C, где теряется 22,311 % массы. Во втором интервале (233,60–434,16 °C) потеря массы составляет 29,659 %, а в третьем интервале (434,16–801,78 °C) - 45,925 % массы

На кривой ДТА зафиксированы два эндотермических эффекта в диапазоне температур от 218,23 до 318,34 °C, а также один экзотермический эффект при 530,04 °C.



**Рис. 5. Дериватограмма пигмента фталоцианина никеля (NiPc).**

до 484,03 °С, при этом было потеряно 0,571 мг вещества или 12,647 % массы. Третий интервал разложения наблюдался в диапазоне температур от 484,03 до 801,63 °С, при этом было потеряно 1,849 мг вещества или 40,952% массы. Общая потеря массы в диапазоне температур 27,30–801,63 °С составила 4,466 мг вещества или 98,915% потери массы, что заняло 79,92 минуты. В результате исследования был проведен анализ пигментов CoPc и NiPc с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) в условиях высокого вакуума.



**Рис. 6. Изображение пигмента фталоцианина кобальта (CoPc), полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа.**

Высокая пористость кристаллов пигмента CoPc и отсутствие добавок увеличивают интенсивность пигмента. Элементный анализ пигмента CoPc в сканирующем электронном микроскопе показывает наличие всех элементов, входящих в состав комплексного соединения CoPc. Это означает, что фталоцианин кобальта фактически является комплексным соединением пигмента CoPc.

На кривой ТГА наблюдались три интенсивные температуры разложения. Первый интервал разложения наблюдался в диапазоне температур от 27,30 до 252,36 °С, при этом было потеряно 2,046 мг вещества или 45,316% массы.

Второй интервал разложения наблюдался в диапазоне температур от 252,36

Таблица 7.

## Элементный анализ пигмента фталоцианина кобальта (CoPc)

Элемент	C	O	N	Co
Масса%	67,02	3,16	19,54	10,28
Атом%	85,85	12,78	9,72	1,32

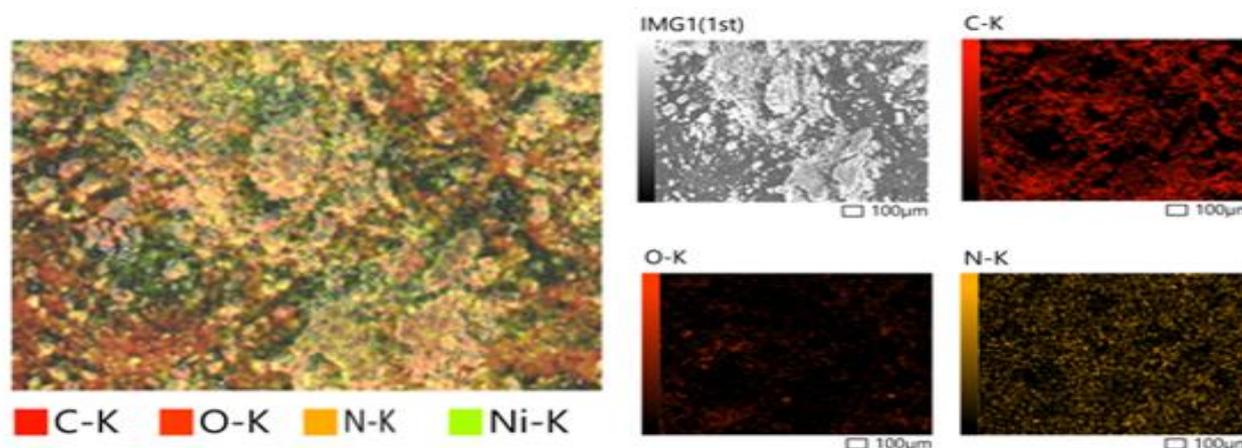


Рис. 7. Анализ пигмента фталоцианина никеля (NiPc) с помощью СЭМ.

В этом пигменте происходит взаимодействие ионов металлов и органических веществ, связанных с углеродной структурой, что открывает возможности его применения в различных областях. Наличие никеля, в частности, делает его эффективным катализатором окислительных реакций и электрохимических сенсоров.

Таблица 8.

## Элементный анализ пигмента фталоцианина никеля (NiPc) в массовых и атомных процентах

Элемент	C	O	N	Ni
Масса%	67,05	3,17	19,55	10,24
Атом%	85,85	12,78	9,72	1,32

При этом результаты спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) показали наличие парамагнитных сигналов, характерных для центрального иона кобальта ( $Co^{2+}$ ), что позволяет получить информацию о магнитных свойствах и электронной конфигурации комплекса.

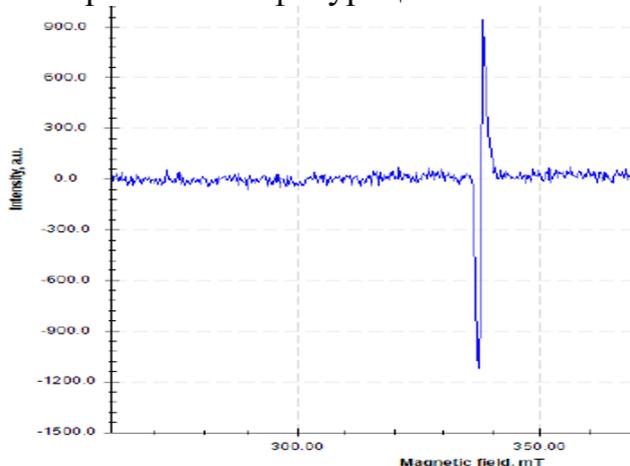


Рис. 8. Спектр ЭПР пигмента фталоцианина кобальта (CoPc).

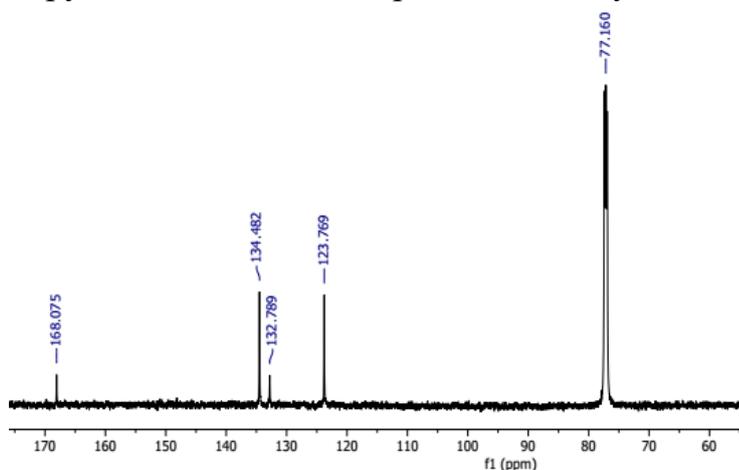
Однако для иона никеля ( $Ni^{2+}$ ) результаты спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) не наблюдаются, поскольку ион никеля ( $Ni^{2+}$ ) проявляет диамагнитные свойства.

Для определения парамагнитных свойств центрального иона кобальта  $Co^{2+}$  в пигменте фталоцианина кобальта CoPc был проведен анализ методом ЭПР-спектроскопии. Магнитное поле в спектре изменялось в

диапазоне 300–450 мТл. В спектре был зарегистрирован интенсивный и четкий сигнал в точке около 336 мТл, что указывает на наличие парамагнитного центра. Высокая интенсивность и правильная симметрия сигнала подтверждают стабильность электронной конфигурации иона  $\text{Co}^{2+}$ . G-фактор (указанный под спектром) составляет приблизительно  $g \approx 2,00(1,996)$ , что является значением, характерным для типичного иона  $\text{Co}^{2+}$ , и указывает на прочную координацию с фталоцианиновым кольцом. Сигнал ЭПР подтверждает парамагнитную природу иона  $\text{Co}^{2+}$  в пигменте фталоцианина кобальта  $\text{CoPc}$ , т.е. наличие электронного спинового состояния и его взаимодействие с кристаллическим окружением..

Анализ методом спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) выявил сигналы, принадлежащие кольцам фталоцианинов металлов  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР, что указывает на симметричную структуру соединений.

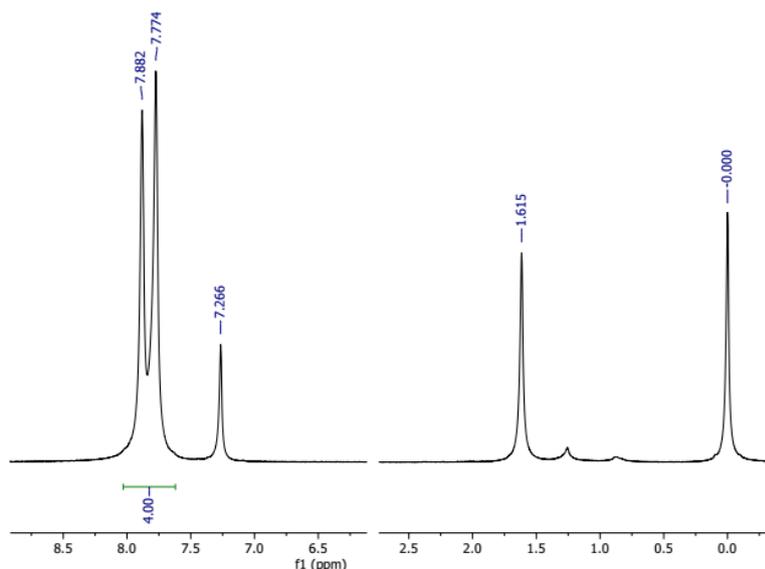
Макроциклическая структура пигмента, имеющая ароматическую природу, полностью сформирована. Основные сигналы в спектре зарегистрированы в диапазоне  $\delta$  110–160 м.д. и принадлежат ароматическим атомам углерода, что подтверждает устойчивость  $\pi$ -сопряженной системы. Также сигналы в диапазонах  $\delta$ -134,9 м.д. и  $\delta$ -128,7–122,8 м.д. принадлежат изоиндольным фрагментам и различным ароматическим атомам углерода в кольце  $\text{Pc}$ . Эти сигналы указывают на наличие атомов углерода в различных магнитных окружениях, что подтверждает высокую симметрию макроцикла.



**Рис. 9. Спектр  $^{13}\text{C}$  YAMR пигмента фталоцианина кобальта ( $\text{CoPc}$ )**

Результаты  $^{13}\text{C}$  YAMR спектра (150 МГц,  $\text{CDCl}_3$ ) пигмента  $\text{CoPc}$  показали, что макроциклическая структура пигмента полностью сформирована. Основные сигналы в спектре зарегистрированы в диапазоне  $\delta$  110-160 м.д., которые принадлежат ароматическим атомам углерода, подтверждая стабильность  $\pi$ -сопряженной системы. Сигналы,

обнаруженные в спектре около  $\delta$  -146 м.д., принадлежат ароматическим атомам углерода в связи C-N, отражая окружение, связанное с атомами азота, координированными с центральными ионами кобальта. Это важный показатель, указывающий на макроциклическую природу пигмента и полное металлизирование. Кроме того, сигналы в диапазоне  $\delta$  -134,9 м.д. и  $\delta$  -128,7-122,8 м.д. принадлежат изоиндольным фрагментам и различным ароматическим углеродным окружениям в кольце  $\text{Pc}$ . Результаты анализа спектра  $^1\text{H}$  YAMR (600 МГц,  $\text{CDCl}_3$ ) пигмента фталоцианина никеля ( $\text{NiPc}$ ) показали, что его структура сформирована стабильно.



**Рис. 10. Спектр  $^1\text{H}$  ЯМР пигмента фталоцианина никеля (NiPc) .**

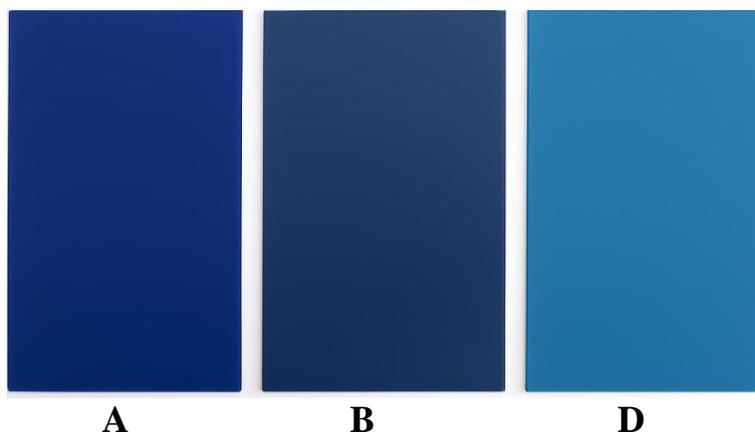
Основные сигналы в спектре наблюдаются в ароматической области. В частности, узкие и интенсивные сигналы в области  $\delta$  7,88–7,74 м.д. принадлежат ароматическим протонам макроцикла пигмента, что свидетельствует о полном и симметричном формировании  $\pi$ -сопряженной системы.

Результаты  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектра (150 МГц,  $\text{CDCl}_3$ ) пигмента фталоцианина

никеля (NiPc) показали, что его макроциклическая структура ароматического характера устойчиво сформирована.

Основные сигналы в спектре зарегистрированы в диапазоне  $\delta$  110–160 м.д., что свидетельствует о наличии ароматического углеродного окружения, характерного для кольца Pс.

Слабый сигнал был обнаружен в спектре при  $\delta$  168,0 м.д., что соответствует углеродам связи C=O, что указывает на то, что он не характерен для основной структуры, а представляет собой фталимидоподобное вещество, остающееся от процесса реакции. Рецептура полученной алкидной эмали ПФ-115 обеспечивает стабильность системы пигмент-связующее, высокую однородность дисперсии и, в конечном итоге, обеспечивает колеровочность и устойчивость к воздействию света и температуры.

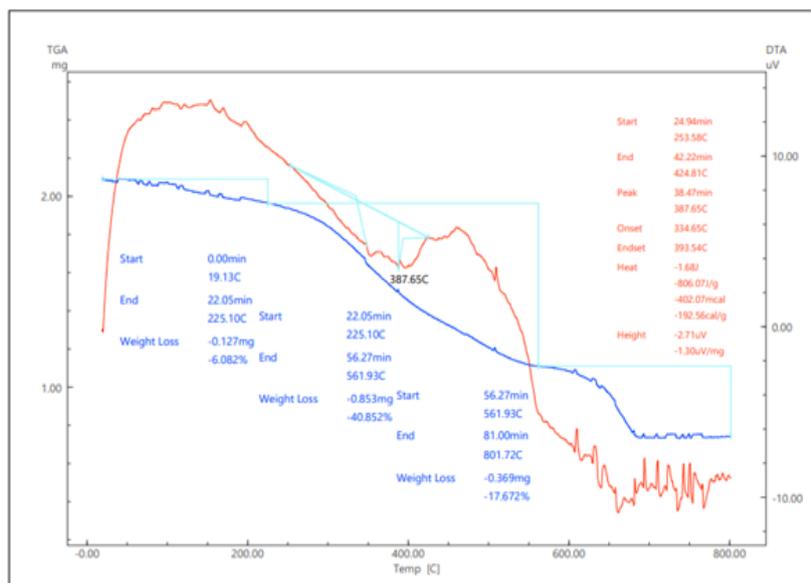


**Рис. 11. А – эмаль ПФ-115 на основе CoPc. В – эмаль ПФ-115 на основе NiPc. D – импортная эмаль ПФ-115.**

Синие и голубые эмали типа ПФ-115, приготовленные на основе синтезированного пигмента фталоцианина кобальта (ФЦК), были испытаны на соответствие показателям, установленным рядом нормативных документов, в том числе ГОСТ 896-69, 8420-74, 17537-72, 6589-74, 8784-75, 19007-73, 6806-73, 4765-73, 5233-89, 51140-98 и 9.403-80.

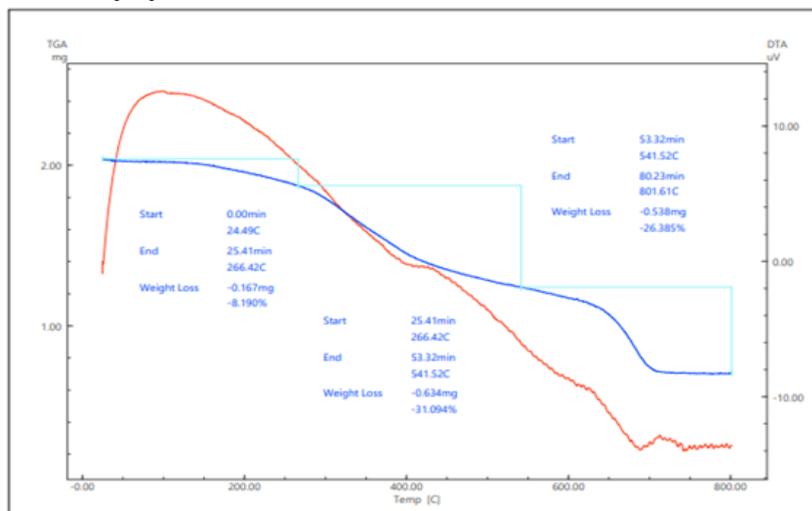
Представлена дериватограмма образца алкидной эмали ПФ-115 с добавлением пигмента CoPc, состоящая из 2 кривых. На дериватограмме

видно, что на кривой ДТА эндотермический эффект не наблюдается, а экзотермический эффект зафиксирован при температуре 387,65°C.



**Рис. 12. Дериватограмма образца алкидной эмали ПФ-115 с добавлением пигмента фталоцианина кобальта (CoPc)**

225,10–561,93°C, с потерей массы 0,853 мг или 40,852%. Третья стадия разложения протекала в диапазоне температур 561,93–801,72°C с потерей массы 0,369 мг или 17,672%. Общая потеря массы в диапазоне температур 19,13–801,72°C составила 1,349 мг или 64,606%, время разложения составило 81 минуту.



**Рис. 13. Дериватограмма образца алкидной эмали ПФ-115 с добавлением пигмента фталоцианина никеля (NiPc)**

интервале температур происходит 3 интенсивных разложения. 1-й интервал разложения наблюдался в интервале температур 24,49-266,42 °C, с потерей массы 0,167 мг или 8,190%. 2-й интервал разложения наблюдался в интервале температур 266,42-541,52 °C, с потерей массы 0,634 мг или

Анализ термогравиметрической кривой ТГА показывает, что на кривой ТГА в интервале температур протекают 3 интенсивных разложения. Первый интервал разложения приходится на интервал температур 19,13–225,10°C, с потерей массы 0,127 мг или 6,082%. Второй интервал разложения наблюдается в интервале температур

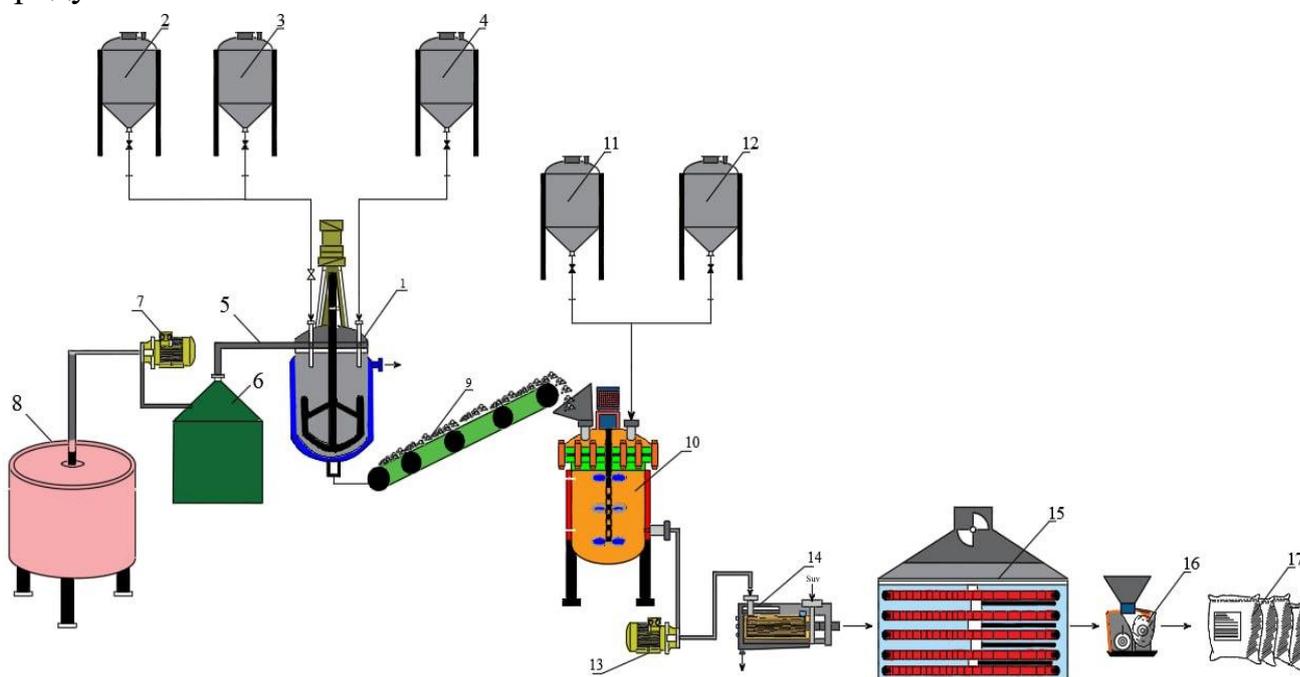
Представлена дериватограмма образца алкидной эмали ПФ-115 с пигментом NiPc, состоящая из 2 кривых. На дериватограмме не выявлено эндотермических и экзотермических эффектов на кривой ДТА.

Анализ термогравиметрической кривой ТГА показывает, что на кривой ТГА в

31,094%. 3-й интервал разложения происходил в интервале температур 541,52-801,61 °С. Было потеряно 0,538 мг или 26,385% массы. Общая потеря массы в диапазоне температур 24,49–801,61 °С составила 1,339 мг или 65,669%, что заняло 80,23 минуты.

Основным преимуществом технологического решения, предложенного в четвертой главе диссертации «Технико-экономическая эффективность и технологическая схема производства кобальт- и никельсодержащих фталоцианиновых пигментов», является возможность осуществления процесса производства в непрерывном режиме, что позволяет организовать технологический процесс с высокой эффективностью.

Возможность изготовления реакторов из стандартных материалов упрощает производственный процесс и является экономически выгодным решением. Процесс синтеза фталоцианиновых пигментов организован по упрощенной схеме в соответствии с требованиями технологии с использованием метода низкотемпературного нагрева. Такой подход позволяет проводить реакцию в оптимальных условиях, снижает энергозатраты и обеспечивает стабильное качество продукта. Общая схема разработанного технологического процесса получения кобальт- и никельсодержащих пигментов представлена на рисунке 14. Предлагаемая технология пригодна для промышленного внедрения, отличается высокой производительностью, низкой себестоимостью и стабильным качеством продукта.



1–Реактор для синтеза; 2–Емкость для фталевого ангидрида; 3–Емкость для солей металлов; 4–Емкость для мочевины; 5–Газоотводная труба; 6–Емкость для фталамида; 7–Насос; 8–Бак для воды; 9–Транспортёр; 10–Реактор для кислотно-щелочной обработки; 11–Емкость для серной кислоты; 12–Емкость для карбоната натрия; 13–Насос; 14–Фильтр; 15–Сушильная печь; 16–Дробилка; 17–Готовый продукт.

**Рис. 14. Технологическая схема производства пигментов фталоцианинов кобальта и никеля.**

**Таблица 9**

**Цена на сырье для производства 1 тонны пигмента CoPc**

№	Пигмент CoPc	Цена сырья за 1 кг, сум	Сырье в 1 тонне пигмента, кг	Цена 1 тонны пигмента (1000 кг)
1	Фталевый ангидрид	31950	350,73	11205823,5
2	Мочевина	3000	701,42	2104260
3	Хлорид кобальта	350000	70,15	24500000
4	Ацетат магния	1090308	4	4361232
5	Ортоборная кислота	35000	5	175000
6	Серная кислота	3200	1116	3571200
Итого:				45 917 515

**Таблица 10**

**Цена на синтезированный кобальтовый пигмент CoPc**

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена 1 кг продукта, сум	Общая сумма, сумов
1	CoPc	кг	1000	56748,375	56748375
Итого					56748375

**Таблица 11**

**Цена импортного пигмента CoPc**

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена 1 кг продукта, сум	Общая сумма, сумов
1	CoPc	Кг	1000	88746	88746000
Итого					88746000

На основе полученных научных результатов по технологии получения новых металлсодержащих фталоцианиновых пигментов: ООО «МАРК ФОРМЕЛЕ.ИТ» УЗБЕКИСТАН-БЕЛАРУСЬ Совместное предприятие УЗБЕКИСТАН-БЕЛАРУСЬ, регистрационный номер № 41/4 от 22 июля 2025 г., высококачественные фталоцианиновые пигменты используются в качестве отечественной импортозамещающей продукции.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определены оптимальные условия получения высоковыходных фталоцианиновых пигментов кобальта и никеля в присутствии фталевого ангидрида, мочевины, солей металлов и катализатора, а также разработана технология синтеза.

2. Фталоцианиновые пигменты, содержащие кобальт и никель, были обработаны концентрированной серной кислотой, в результате чего целенаправленно получена  $\beta$ -кристаллическая модификация пигментов. Одновременно было доказано, что полученные пигменты полностью соответствуют требованиям ГОСТ 6220-76.

3. С использованием методов СЭМ, ЭПР, ИК и ЯМР-спектроскопии предложена структура синтезированных органических фталоцианиновых пигментов кобальта и никеля.

4. Установлено, что интенсивность окраски, термическая и химическая стабильность синтезированных органических пигментов напрямую зависят от концентрации серной кислоты, что также подтверждено данными термогравиметрического и дифференциально-термического анализов.

5. Синтезированные пигменты новых составов успешно прошли испытания по ГОСТ 6220-76, основанные на требованиях к эмали ПФ-115 различных цветов, и рекомендовано использовать эмаль ПФ-115, приготовленную с добавлением пигментов, в качестве подходящего покрытия, преимущественно для защиты поверхности металлических и деревянных материалов.

6. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения органических пигментов, содержащих фталоцианины  $\text{CoPc}$  и  $\text{NiPc}$ , она внедрена в производство лакокрасочных покрытий на узбекско-белорусском совместном предприятии ООО «МАРК ФОРМЭЛЕ.ИТ» (Справка №41/4 узбекско-белорусского совместного предприятия ООО «МАРК ФОРМЭЛЕ.ИТ» от 22.07.2025 г.). В результате получены высококачественные органические пигменты, позволяющие использовать продукцию местного производства в качестве импортозамещающей.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 FOR THE AWARD  
OF ACADEMIC DEGREES UNDER TERMEZ STATE UNIVERSITY**

---

**TERMEZ STATE UNIVERSITY**

**MIRZAYEVA FERUZA DJUMAYEVNA**

**SYNTHESIS OF NEW GENERATION COBALT- AND NICKEL-  
CONTAINING PHTHALOCYANINE COMPOUNDS AND  
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING PIGMENTS  
BASED ON THEM**

**02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them**

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

**Termez – 2025**

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation with registration numbers of B2025.3.PhD/T5837.

The dissertation has been prepared at the Termez State University.

The abstract of dissertation in three (uzbek, russian, english (resume)) is available online [www.terstu.uz](http://www.terstu.uz) and on the website of «ZiynNet» information-educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

Scientific adviser:	Umbarov Ibragim Amirovich Doctor of Technical Sciences, Professor
Official opponents:	Qiyomov Sharifjon Nozimovich Doctor of Technical Sciences, Senior State Employee Jumayeva Zalkhumor Ergashevna Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Leading organization:	Karshi State University

The defense of the thesis will take place " 29 " XII 2025 at " 9<sup>00</sup> " hours at a meeting of the One-time Scientific Council based on Scientific Council No. DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 at Termez State University at the address: 190111, Surkhandarya region, Termez, st. Barkamol Avlod, 43. Tel.: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [scrmicda@mail.uz](mailto:scrmicda@mail.uz).

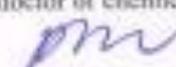
The thesis is registered at the Information Resource Center of Termez State University under No. \_\_\_\_\_, which can be found at the IRC (190111, Surkhandarya region, Termez, Barkamol Avlod St., 43. Tel.: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: [termi@du@mail.uz](mailto:termi@du@mail.uz)).

The abstract of the dissertation was sent out " 16 " XII 2025.  
(Protokol at the register No. 28 dated " 16 " XII 2025).



  
Sh.A. Kadirova  
Chairman of the once-only Scientific council  
for awarding of the scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, prof.

  
Sh.A. Kasimov  
Scientific secretary of the once-only Scientific council  
for awarding the scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, prof.

  
R.V. Aliqulov  
Chairman of the Scientific seminar  
under the once-only Scientific council  
for awarding scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, prof.

## **INTRODUCTION (abstract of doctor of Philosophy (PhD))**

**The aim of the research** is to synthesize phthalocyanine compounds based on phthalic anhydride and urea, and to develop a technology for producing phthalocyanine-based organic pigments.

**The object of the research** phthalic anhydride, urea, metal salts, catalysts, and newly synthesized organic phthalocyanine pigments containing cobalt and nickel were used as research objects.

**The scientific novelty of the research** is as follows

Thermally and photochemically stable organic pigments of new composition were synthesized based on phthalic anhydride, urea, metal salts and a catalyst;

The dependence of the reaction rate and yield on the catalyst in the synthesis of organic phthalocyanine compounds and the reduction of the optimal reaction temperature from 250°C to 200°C using a new magnesium catalyst were determined;

The increase in thermal stability, anticorrosion, static and dynamic strength of polymer and varnish products using the obtained metalorganic phthalocyanine pigments containing cobalt (II) and nickel (II) ions was proven;

In the preparation of pigments with high color intensity based on the synthesized phthalocyanine compounds containing cobalt and nickel, pigments meeting the requirements of GOST-6220-76 were obtained by treatment with 90% sulfuric acid and neutralization with 5% sodium carbonate solution;

An economically efficient and environmentally friendly technology for obtaining phthalocyanine organic pigments based on phthalic anhydride, urea, metal salts and a catalyst was developed.

**Implementation of the research results:** Based on the scientific results obtained from the development of the technology for synthesizing new cobalt- and nickel-containing phthalocyanine pigments:

The synthesized cobalt phthalocyanine (CoPc) and nickel phthalocyanine (NiPc) organic pigments were implemented in pigment production at the “MARK FORMELE.IT” LLC Uzbekistan–Belarus Joint Venture (reference No. 41/4, July 2025). As a result, bright-colored samples of PF-115 enamel based on CoPc and NiPc pigments were successfully produced.

The technology for obtaining cobalt phthalocyanine (CoPc) and nickel phthalocyanine (NiPc) pigments was implemented in paint and coating production at the “MARK FORMELE.IT” Uzbekistan–Belarus Joint Venture (reference No. 41/4, July 2025). Consequently, this allowed the replacement of imported high-quality cobalt- and nickel-based phthalocyanine pigments with locally produced alternatives.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices, and has a total volume of 106 pages.

## **E'lon qilingan ilmiy ishlar ro'yxati**

### **Список опубликованных работ**

#### **List of published works**

#### **I bo'lim (I часть; I part)**

1. Mirzaeva F.Dzh., Turaev Kh.Kh., Umbarov I.A., Djalilov A.T., J.B. Fayziev J.B., Nomozov A.K. Preparation and research of nickel phthalocyanine pigment based on magnesium-boron catalyst //Kimya Problemleri. – 2025. – Т. 23. – №. 3. – С. 592-603. <https://doi:10.32737/2221-8688-2025-4-592-603>. № 3. **Scopus**, CiteScore – 1.1. 2024.

2. Mirzaeva F.Dzh. Turaev Kh.Kh., Umbarov I.A., Djalilov A.T., J.B. Fayziev J.B., The Synthesis and physicochemical analysis of bimetallphthaltocyanine pigment based on bivalent metals: Synthesis and physicochemical analysis of bimetallphthaltocyanine pigment based on bivalent metals //Indian Journal of Chemistry (IJC). – 2025. – Т. 64. – №. 9. – С. 881-887. <https://doi:10.56042/ijc.v64i9.12778>. № 3. **Scopus**, CiteScore – 0.7. 2024.

3. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Файзиев Ж.Б. ИК спектр И Дифференциальный Термический Анализ Цинк Фталоцианинового Пигмента На Основе Оксиды Цинка// International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology – 2022. – Р. 69-76

4. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х. Х., Умбаров И.А., Файзиев Ж. Б. Мис фталоцианинни модификациялаш ҳамда уларнинг ИҚ спектр ива термик таҳлили // Eurasian Journal of Academic Research. – 2022 – Р. 391-395.

5. Мирзаева Ф. Д. и др. ИК-спектр и термический анализ синтезированного пигмента фталоцианина натрия //Universum – 2023. С. 13-17. (02.00.00 №1)

6. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Джалилов А.Т., Файзиев Ж.Б Polimer uchun stabilizator natriy ftalotsianin pigmentining sintezi va fizik va kimyoviy tahlili // Namangan davlat ilmiy axborotnomasi. – 2023. – Р. 78-83. (02.00.00 №18)

7. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Джалилов А.Т., Файзиев Ж.Б. Dervatogram analyses of alkid enamel PF-115 saample with cobalt magnetsium preservative phtalocyanine pigment //Qoraqolpog'iston, Sciyence and Education in Karakalpakstan. – 2025. – Р. 207-210. (ОАК Rayosatining 2023 yil 28 fevraldagi 333/5-son qarori)

8. Мирзаева Ф.Дж.,Тураев Х.Х.,Умбаров И.А., Файзиев Ж.Б. Полимер учун стабилизатор натрий фталоцианин пигментининг ИҚ спектр таҳлили ва термогравметрик дифференциал термик таҳлили //Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar – 2025. Р. 368-373 (ОАК Rayosatining 2021-yil 31-martdagi 295/6-son qarori)

#### **II бўлим (II часть; II part)**

9. Mirzayeva F.Dj., Djalilov A.T., Umbarov I.A., Fayziyev J.B. Ftalosianinlarning tarixi va asosiy xususiyatlari //“Kimyo texnologiya, kimyo va oziq-ovqat sanoatidagi muammolar hamda ularni bartaraf etish yo'llari”

mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to'plami Namangan – 2022. – В.24-27.

10. Мирзаева Ф.Дж., Умбаров И.А., Файзиев Ж.Б. Рух фталоцианиннинг электрон ютилиш спектри //“Координацион бирикмалар кимёсининг ҳозирги замон муаммолари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция Бухоро – 2022. – В. 325-326.

11. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Бекназаров Ҳ.С., Файзиев Ж.Б. Получение металлофталоцианинов и анализ ИК-спектра //“Новые композиционные материалы: получение в различных отраслях промышленности” Республиканская научно-техническая конференция. Тошкент – 2022. – С. 125-126.

12. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Файзиев Ж.Б. Фталоцианин пигментларини модификациялаш усуллари //“Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами, 1-қисм. Термиз – 2022. – В. 21-22

13. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Файзиев Ж.Б. Мис-калций сақловчи фталоцианин пигментини сульфат кислотада эритиш ва олинган маҳсулотни ИҚ спектр таҳлили //“Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами, 1-қисм. Термиз – 2022. – В. 21-22.

14. Файзиев Ж. Б., Мирзаева Ф. Дж., Тожиқулов М. Э. Карбамид аддукти асосидаги мис-калций сақловчи янги фталоцианин пигментини олиниши ва ИҚ спектрини таҳлил қилиш //“Инновационные технологии переработки минерального и сырья химической, металлургической, нефте химической отраслей и производства строительных материалов” О‘zFA UNKI Тошкент – 2022. – С. 20-21.

15. Файзиев Ж. Б., Мирзаева Ф. Дж., Тожиқулов М. Э. Карбамид аддукти асосидаги мис-калций сақловчи янги фталоцианин пигментини динамик термовграмметрик таҳлили //“Инновационные технологии переработки минерального и сырья химической, металлургической, нефте химической отраслей и производства строительных материалов” О‘zFA UNKI Тошкент – 2022. – В. 21-22.

16. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Файзиев Ж.Б. Рух фталоцианин тадқиқоти //“Ўзбекистон Миллий университетининг 105 йиллигига бағишланган аналитик кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги халқаро профессор ўқитувчилар ва ёш олимлар иштирокидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Тошкент – 2023. – В. 325-326.

17. Мирзаева Ф. Дж., Файзиев Ж.Б. Магний катализатор иштирокида олинган рух фталоцианин пигментининг ИҚ спектри таҳлили //“Табиий фанлар соҳасидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар” халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами Тошкент – 2024. – В. 269-271.

18. Mirzayeva F.Dj., Turayev X.X., Umbarov I.A., Djalilov A.T., Fayziyev J.B. Natriy ftalotsianin pigmentining IQ spektr tahlili //“Termiz .Kimyo biokimyoning dolzarb muammolari”Xalqaro ishtirok bilan respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to‘plami. Termiz – 2024. – B. 66-68.

19. Мирзаева Ф.Дж., Тураев Х.Х., Умбаров И.А., Джалилов А.Т., Файзиев Ж.Б. ПФ-115 эмалини стандарт талаб бўйича таққослаш ва сувли дисперсион бўёқнинг тайёрланиши //“Маҳаллий хом ашёлар асосида инновацион қурилиш материалларини ишлаб чиқариш”халқаро илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. Тошкент – 2024. – В. 53-57.

20. To‘rayev.X.X., Umbarov I.A., Djalilov A. T., Fayziyev J.B., Tojiqulov M.E. Derivatogram analysis of alkyd enamel PF-115 sample made based on cobalt-magnesium preservative phthalocyanine pigment// XII.Международный Беремжановский съезд по химии и химической технологии Сборник тезисов. 4-6. «КазНУ им. ал-Фараби», Алмата НАО – 2024. – С. 186.

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

Bosishga ruxsat etildi: 16.12.2025-yil.  
Ofset bosma qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60x84 1/16  
“Times New Roman” garniturasini. Ofset bosma usuli.  
Shartli b.t. 2,8. Adadi 80 nusxa. Buyurtma № 220.

---

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

