

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

GULBOYEVA DILAFRUZ RUZIBOYEVNA

**SANOAT CHIQINDI SUVLARIDAN Cu(II) VA Zn(II) IONLARINI BA'ZI
AZOT TUTGAN REAGENTLAR YORDAMIDA SORBSION-
SPEKTROSKOPIK ANIQLASH**

11.00.05 – Atrof muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish

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

Toshkent – 2025

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

Gulboeva Dilafruz Ruziboevna

Sanoat chiqindi suvlaridan Cu(II) va Zn(II) ionlarini ba’zi azot tutgan reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash.....3

Гулбоева Дилафруз Рузибоевна

Сорбцион-спектроскопическое определение ионов меди и цинка в промышленных сточных водах с помощью некоторых азотсодержащих реагентов21

Gulbaeva Dilafruz Ruziboevna

Sorption spectroscopic determination of copper and zinc ions in industrial wastewater with the help of some nitrogen-containing reagents.....39

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....43

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

GULBOYEVA DILAFRUZ RUZIBOYEVNA

**SANOAT CHIQINDI SUVLARIDAN Cu(II) VA Zn(II) IONLARINI BA'ZI
AZOT TUTGAN REAGENTLAR YORDAMIDA SORBSION-
SPEKTROSKOPIK ANIQLASH**

11.00.05 – Atrof muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish

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

Toshkent – 2025

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.PhD/K665 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Qarshi Davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tktiti.uz) va «ZiyoNet» axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Smanova Zulayho Asanaliyevna
kimyo fanlari doktori., professor

Rasmiy opponentlar:

Muxamedov Qobuljon Gofurovich
texnika fanlari doktori., professor

Aliyeva Muqaddas Tuychiyevna
kimyo fanlari doktori., dotsent

Yetakchi tashkilot:

Termiz davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil "2" iyul soat 9⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 111116, Toshkent tumani, Ibrat MFY., Sho'robozor. Tel.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot institutining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№ 2025/13 raqami bilan ro'yxatga olingan Manzil: 111116, Toshkent tumani, Ibrat MFY., Sho'robozor. Tel.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «_12_» iyun kuni tarqatildi.

(2025-yil «_12_» iyundagi 2025/13 raqamli reestr bayonnomasi).



Djalilov A.T.
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi,
k.f.d., prof., akademik

Qiyomov Sh.N.
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash kotibi,
t.f.d., k.i.x.

Beknazarov H.S.
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, t.f.d., prof.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda, so‘nggi yillarda sanoat chiqindilari va oqava suvlarini tozalash uchun samarali texnologiyalarga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Shu sababli, reagentlarni immobillash, sanoat chiqindi suvlaridan Cu(II) va Zn(II) ionlarini ba’zi azot tutgan reagentlar yordamida iqtisodiy samarador sorbsion-spektroskopik aniqlash, hamda mavjud usullarini optimallashtirishga katta e’tibor qaratilmoqda.

Jahonda kimyo sanoati mahsulotlarini ishlab chiqarishning rivojlanishi bilan sanoat chiqindilari va oqava suvlarini tozalash bo‘yicha ko‘plab ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada organik reagentlarni immobillash asosida yangi sorbentlar olish, ular yordamida metallarni eritmalaridan kompleks hosil qiluvchi sorbsion usullar yordamida ajratish, sorbsiya jarayonida hosil bo‘lgan kompleks birikmalarning tarkibi, tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash, sintez jarayoni texnologiyasini ishlab chiqish hamda mahsulotlar olishning iqtisodiy samaradorligini asoslash muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda kimyo sanoati mahsulotlarini ishlab chiqarishda, xususan, eritmalar tarkibidan metallarni tanlab ajratib olishda hamda sanoat chiqindi suvlarini zararli metallardan tozalash uchun qo‘llaniladigan sorbentlarni olish bo‘yicha ma’lum ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida «iqtisodiyotga innovatsiyalarni keng joriy qilish, sanoat korxonalarini va ilm-fan muassasalarining kooperatsiya aloqalarini rivojlantirish, mis va ruxni chuqur qayta ishlash evaziga yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulot turlarini ko‘paytirish»¹ bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada, organik reagentlarni immobillash asosida tanlovchan sorbentlar olish va ular yordamida d-metallar sorbsiyasida hosil bo‘ladigan kompleks birikmalarni tadqiq etish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” Farmoni, 2018-yil 25-oktabrdagi PQ-3983-son “O‘zbekiston Respublikasi kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, 2019- yil 3-apreldagi PQ-4265-son “Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarorlari ijrosini ta’minlashda hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. “Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Sanoat chiqindilari va oqava suvlaridan Cu(II) va Zn(II) ionlarini ba’zi azot tutgan reagentlar yordamida

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60 «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida» farmoni

sorbsion-spektroskopik aniqlash, organik reagentlarni immobillash asosida olinadigan mahsulotlarni o'rganish bo'yicha chet elda E.Horwitz, M.Dietz, J.J.Surman, A.Y.Lyapunov, D.K.Singh, Wang Jinnan, A.Wołowicz, S.Tong, M.H.Morcali, R.P. Kusy, M. Murakami, D.Mendil, P.P.Coetzee, N.N.Basargin, D.V.Salixov, O.V. Kichigin, A.V.Davankov, N.G.Polyanskiy, G.V.Myasoyedova respublikamizda esa U.N.Musayev, M.A.Asqarov, A.T.Djalilov, T.M.Babayev, X.T.Sharipov, X.X.Turayev, M.G.Muxamediyev, Z.A.Smanova, Sh.SH.Daminova, D.A.Gafurova, N.T.Kattayev, D.J.Bekchanov va boshqalar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

Ushbu tadqiqotlarda polimer matritsaga kompleks hosil qiluvchi organik reagentlarni kovalent va nokovalent immobillash asosida sorbentlar sintezi hamda ularning tadqiqoti bilan kompleks hosil qiluvchi sorbentlarning og'ir metallar analizida qo'llanilishi, sorbsiya jarayonida hosil bo'lgan kompleks birikmalarining tuzilishi va xossalari tahlil qilish bo'yicha tadqiqotlar olib borishgan hamda xelat hosil qiluvchi immobillangan organik reagentlar asosidagi sorbentlarning og'ir metallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari va ularning tuzilishi yetarli darajada o'rganilmagan. Hozirda mahalliy xomashyolar va sanoat chiqindilari asosida import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishda samarali sorbsion-spektroskopik aniqlash usullarni 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 Qarshi davlat universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining IOT-2016-7-21 "α-Aminonitrillar asosida yuqori samarali biologik faol birikmalar sintezini amaliyotga joriy etish" (2016-2018 yy.) mavzusidagi amaliy loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi sanoat chiqindi suvlaridan tarkibidagi Cu(II) va Zn(II) ionlarini, kompleks hosil qiluvchi azot tutgan reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash va tozalashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

eritmada mis va rux ionlari bilan tanlab ta'sir etuvchan ba'zi azot tutgan reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash, organik reagentlarni immobillash asosida olinadigan mahsulotlarni tadqiq qilish;

ortofosfor kislotasi, polietilen poliamin va pentaeritrit asosidagi azot tutgan ionitlarni olish va ularni fizik-kimyoviy xossalari tadqiq etish;

immobillangan organik reagentlarni olish mexanizmini, ularning kimyoviy va sorbsion-analitik xususiyatlarini aniqlash;

immobillangan organik reagentlarni mis va rux bilan kompleks hosil bo'lishning optimal sharoitlarini va analitik xossalari aniqlash;

IQ-spektroskopiya, spektrofotometriya, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), termik analiz usullari, rentgen-fluorescent analiz yordamida kompleks hosil bo'lishning optimal sharoitlari, mexanizmi va birikmalarining tuzilishini aniqlash;

Tadqiqotning obyekti sifatida ortofosfor kislotasi, polietilenpoliamin (PEPA), pentaeritrit asosidagi azot tutgan ionitlar, poliakrilonitril tolasi aurin

asosidagi organik reagentlar oqova suvlar va undagi Cu(II), Zn(II) ionlari, shuningdek atrof-muhit hamda sanoat obyektlari olingan.

Tadqiqotning predmeti azot tutgan ionlarni olish, olingan organik birikmalarning tarkibi, tuzilishi va kimyoviy xossalarini o'rganish, poliakrilonitril tolasiga polietilenpoliaminni modifikatsiyalab olingan PPA-1 polimer tolaga aurin asosidagi organik reagentlarni immobillash hamda eritmalarda reagent-metall ioni sistemasida kompleks hosil bo'lish jarayonlarini, atrof-muhit obyektlarida Cu(II), Zn(II) ionlarini aniqlash va tozalashda qo'llashdan iborat.

Tadqiqotning usullari: Dissertatsiya ishida ba'zi azot tutgan reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash usullari, organik reagentlarni immobillash asosida olinadigan mahsulotlarni yangi tarkiblarini yaratish va ularning xossa va xususiyatlarini o'rganishda infraqizil (IQ) spektroskopiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va termogravimetrik (TG) tahlili, rentgen-fluorensensiyasi, potensiometriya, spektrofotometriya, kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ortofosfor kislotasi, polietilenpoliamin, pentaeritrit asosidagi azot tutgan yangi selektiv ionlar olingan, ularning kompleks hosil qilishi maqbul sharoitlari, tarkibi va tuzilishi aniqlangan;

aurin va aurin hosilalari asosidagi immobillangan organik reagentlarning kimyoviy va sorbsion-analitik xususiyatlari hamda mis va rux ionlari bilan kompleks hosil qilish mexanizmi ilmiy isbotlangan;

atrof muhitni muhofaza qilishda zararli metall ionlari bilan hosil qilingan kompleks birikmaning tarkibiy nisbati Cu:R=1:2 va Zn:R=1:2 ekanligi hamda kvant kimyoviy hisoblashlar va kompleks zaryadni aniqlash natijalariga asosan kompleksning tuzilishi aniqlangan;

aurin va aurin hosilalari asosidagi immobillangan organik reagentlar bilan atrof muhitni muhofaza qilishda mis va rux kompleks hosil qilishining metrologik va analitik xossalari aniqlangan;

sorbentlarga immobillangan organik reagentlar yordamida mis(II) va rux(II) ionlarini ekologik obyektlar tarkibidan sorbsion-spektrofotometrik aniqlash va tozalashning yangi usullari ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

tarkibida azot, fosfor, oltingugurt tutgan reagentlar – aurin va uning hosilalarini polimer tolaga immobillash natijasida kompleks hosil qiluvchi sorbentlar olingan;

organik reagentlarni polimer tolaga immobillash jarayoniga harorat, dastlabki moddalar nisbati, reaksiyaning davomiyligini ta'siri aniqlangan va sorbentlar olish uchun maqbul sharoitlar ko'rsatib berilgan;

Cu(II) va Zn(II) ni aurin-sulfo reagent yordamida aniqlash metodikasining, Ber qonuniga bo'ysunish sohasi Cu uchun 1,0-50,0 mkg, Zn uchun 1,0-18,0 mkg va aniqlashning quyi chegarasi Cu uchun (0,272 mkg/25ml) Zn uchun (0,345 mkg/25ml) ko'rsatildi, Sendel bo'yicha sezgirliigi Cu uchun $S.b.s = 2,219 \cdot 10^{-4}$ mkg/sm² Zn uchun $S.b.s = 2,779 \cdot 10^{-4}$ mkg/sm² bo'lgan spektrofotometrik aniqlash usuli ishlab chiqilgan;

immobillangan organik reagentlar asosida olingan sorbentlarning Cu(II), Zn(II) ionlariga nisbatan, individual hamda aralash eritmalardagi statik va dinamik almashinish sig'implari hamda chiqindi suvlar tarkibidagi metall ionlarini tutib qolish darajasi 85-98% va 90-98% ni tashkil qilishi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Organik reagentlarni immobillash asosida olinadigan mahsulotlarni struktura va xossalari fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy IQ-spektroskopiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya, termogravimetrik tahlil, rentgen-fluorensensiyasi, potensimetriya, spektrofotometriya, kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan foydalanilganligi, eksperimental va nazariy natijalarning o'zaro mosligi, natijalarning ishlab chiqarish sharoitlarida tasdiqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati kompleks hosil qiluvchi organik reagentlarni polimer tolalarga immobillash natijasida yangi sorbsion sistemalar olinganligi, ushbu sistemalarda Cu(II), Zn(II) ionlarining immobillangan organik reagentlar bilan kompleks birikmalar hosil qilishining maqbul sharoitlari, sorbsiya jarayonida hosil bo'ladigan metalloxelatlarining tuzilishi aniqlanganligi hamda sorbsion-spektrofotometrik aniqlash usullari ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati sanoat chiqindi suvlaridan Cu(II) va Zn(II) ionlarini ba'zi azot tutgan organik reagentlarni immobillash asosida ishlab chiqilgan sorbentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash, hamda mavjud usullarini optimallashtirish hamda ekologik va iqtisodiy samarador texnologiyalarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Sanoat chiqindi suvlaridan Cu(II) va Zn(II) ionlarini ba'zi azot tutgan reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

aurin va aurin nitrobirikmalari hamda aurin sulfo birikmalari asosidagi immobillangan organik reagentlari "Shurtan neft va gaz qazib chiqarish" boshqarmasida amaliyotga joriy qilingan ("Shurtan neft va gaz qazib chiqarish" boshqarmasining 2024-yil 29-martdagi № П04/IIIЕ-1316 -son ma'lumotnomasi). Natijada, sanoat chiqindi suvlari tarkibidagi Zn(II) va Cu(II) ionlarini har xil muhitda aniqlash va tozalash imkonini bergan;

sanoat chiqindi suvlaridan Cu(II) va Zn(II) ionlarini ba'zi azot tutgan reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash usullari "Shurtan neft va gaz qazib chiqarish" boshqarmasida amaliyotga joriy qilingan ("Shurtan neft va gaz qazib chiqarish" boshqarmasining 2024-yil 29-martdagi № П04/IIIЕ-1316 -son ma'lumotnomasi). Natijada, azot tutgan organik reagentlarni immobillash asosida ishlab chiqilgan sorbentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash, hamda mavjud usullarini optimallashtirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 5 ta, jumladan, 2 ta xalqaro va 3 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa

doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta ilmiy maqola, jumladan 5 ta Respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 116 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyligi asoslangan, maqsad va vazifalar, tadqiqot ob'ektlari va predmetlari berilgan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, uning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etish istiqbollari bo'yicha xulosa qilingan hamda chop etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Mis(II) va rux(II) ionlarini atrof-muhit obyektlarida optik va boshqa fizik-kimyoviy aniqlash usullarining nazariy - metodologik tahlillari”** deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusi bilan bog'liq bo'lgan organik polimer tolalarni olish, reagentlarni polimer tolalarga immobillash usullari, ularning fizik-kimyoviy va sorbsion xossalari, kompleks birikmalarning tuzilishi, sanoat chiqindi suvlari tarkibidagi og'ir metallar, xususan Zn(II) va Cu(II) ni aniqlash usullarining zamonaviy holati va atrof-muhit ob'ektlari namunalaridan metallarni sorbsion ajratib aniqlashda kompleks birikmalar hosil qiluvchi ionitlarning qo'llanilishi bo'yicha ilmiy izlanishlar muhokama etilgan hamda ushbu bob bo'yicha xulosa keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Tarkibida azot tutgan organik reagentlarni olish va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotda qo'llaniladigan kimyoviy moddalarning xususiyatlari, dastlabki moddalar va tadqiqot usullari, eritmalarini tayyorlash, organik reagentlar va sorbentlarni olish uslublari, azot tutgan kompleks hosil qiluvchi ionitlarni elektron mikroskop analizini tadqiq etish, tolali tashuvchilarning xususiyatlari va immobillashni maqbul sharoitlari, eritmalar tayyorlash, standartlash uslublari, sorbsiya-desorbsiya jarayonini o'rganilgan.

Sintez qilib olingan (4-[bis(4-gidroksifenil)-metilden]-siklogeksa-2,5-dien-1-on) - aurinning nitrozo-, sulfobirikmalari hamda boshlang'ich modda aurinni tuzilishi IQ-spektroskopiyasi yordamida tahlil qilingan. Unga ko'ra IQ spektrning $3000-2900\text{ cm}^{-1}$ va $770-690\text{ cm}^{-1}$ sohaslarida $-\text{CH}$ joylashgan, aromatik birikmalarni asosiy yutilish chiziqlari $3000-2900\text{ cm}^{-1}$ oraliklarida aniqlangan. Gidroksil ($-\text{OH}$) guruhining tebranish chastotasi fenil guruhining deformatsiyali tebranish chastotalari sohasida, boshqa guruhlar $1228-1134\text{ cm}^{-1}$ va $1450-1300\text{ cm}^{-1}$ sohada, aromatik halqadagi qo'sh bog'li $-\text{C}=\text{C}$ chiziqlarni o'zgaruvchan bo'lgan $1600-1500\text{ cm}^{-1}$ oraliqdagi sohalarda namoyon bo'lgan. Bundan tashqari $1583-1568\text{ cm}^{-1}$ va

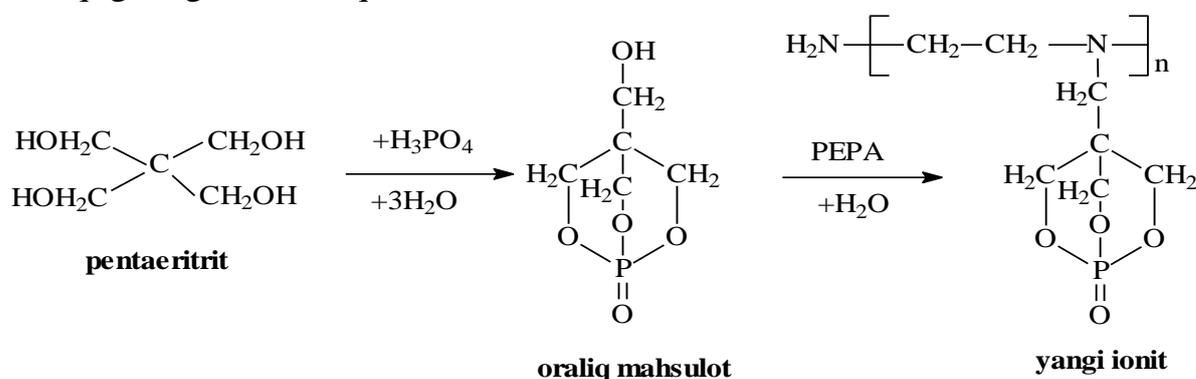
1498-1442 cm^{-1} sohalarda o'zgaruvchan intensivlikdagi 1600-1450 cm^{-1} oraliqda yutilishlarda kuchli -C=O bog'lar namoyon bo'lishi o'rganilgan.

1-jadval

Sintez qilingan reagentlarning tuzilishi

Aurin	Aurin (NO) ₂	Aurin(SO ₃ H) ₂

Sintez qilib olingan aurinning nitroza birikmasini -N=O spektr ko'rsatkichlarida boshlang'ich modda aurinni strukturasiidan nitrozo birikmalari hosil qilganligi bilan farqlanadi.



Unga ko'ra ushbu -N=O guruhlarini 1352 cm^{-1} -1444 cm^{-1} va 1284-1220 cm^{-1} sohalarda yutilishlari mavjudligi aniqlangan.

Polietilenpoliamin (PEPA) asosidagi kompleks birikmalar hosil qiluvchi ionitlarni olinishi va fizik-kimyoviy xossalari o'rganilgan, shuningdek reaksiyon aralashma asosida pentaeritrit bilan ortofosfor kislotasi asosidagi reaksiya natijasida hosil bo'lgan ortofosfor kislotaning yuqoridagi organik efirlari hosil bo'lgan. IQ spektroskopiyaga tahlillarga asosan xarakterli bo'lgan yutilish chiziqlari -CH_2 -guruhlariga xos bo'lgan 2806-2895 cm^{-1} va 1465,90 cm^{-1} sohalarda aniqlangan. Shu bilan birga 3400-2890 cm^{-1} yutilish sohalarda $\text{-CH}_2\text{-OH}$ guruhlariga xos chiziqlar, 1132-1373 cm^{-1} yutilish sohalarda P=O , C-O va C-OH guruhlariga xos intensivlikdagi bog'lar, 846,75-970,19 cm^{-1} sohada $(\text{RO})_3\text{P}$ va P-O-C guruhlariga xos chuqqilar aniqlangan.

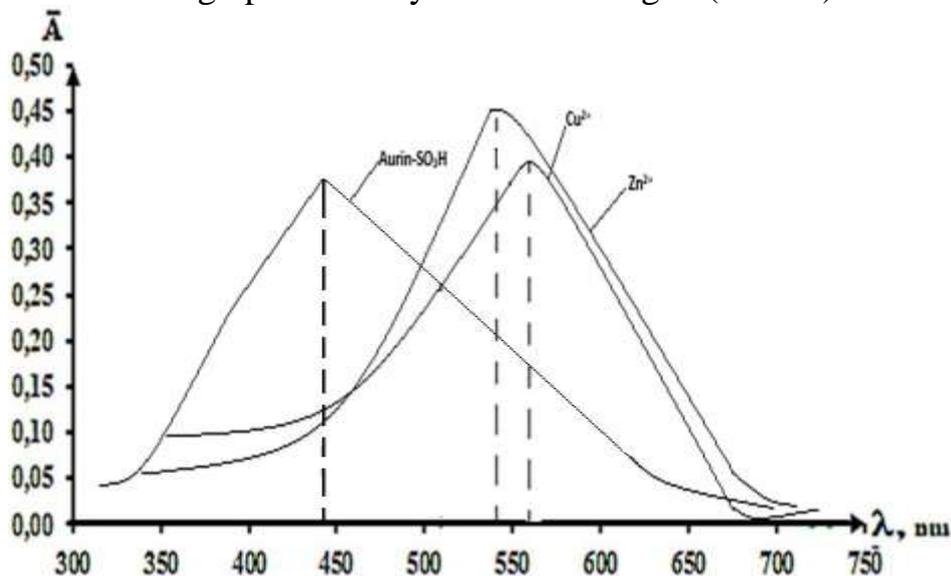
Namunalarni skaner elektron mikroskop (SEM) tahlillari natijasida ularning sirtida immobillangan aurin xosilalari va kompleks birikmalar bir xilda tarqalganligini, sirt yuzada kattalashtirilgan elektron mikroskop tahlil zarrachalarni tarqalishi aniq hamda turli sifatsiz holatlar yo'qligi aniqlangan.

Sorbsion-spektroskopik tadqiqotlarda PAN asosida olingan PPA-1 ion almashtiruvchi matritsa asosida metall ionlariga selektiv bo'lgan sorbentlar sintezi

PAN asosidagi og'ir metall ionlariga selektiv bo'lgan sorbent olish maqsadida nitron tolasini polietilenpoliamin bilan modifikatsiyalangan anionit (PPA-1)dan foydalanilgan.

Shuningdek, tolali tashuvchilarning xususiyatlari va immobillashni optimal sharoitlarini tanlash, immobillangan reagentlar va ular hosil qilgan kompleks birikmalarning termik tavsifi o'rganilgan. Termogravimetrik analiz egri chizig'i va differensial termik analiz egri chizig'ining tahlili namunalarning 3-oraliq parchalanishda eng yuqori massa yo'qotilishini ko'rsatadi, ya'ni bu oraliqda massaning 46,35% yuqotilgan. DTA va TGA tahlillari natijasida olingan natijalarga asoslanib, jarayonning turli harorat oralig'i uchun kinetik parametrlari aniqlangan hamda TGA analizda 604,23 °C haroratgacha umumiy massaning 79,38 % miqdori termik parchalanish hosil bo'lganligi tahlillar orqali aniqlangan.

Aurin, aurin-nitro va aurin-sulfo reagentlarining turli metall ionlari bilan sifat reaksiyalarini o'rganilgan hamda rux(II) va mis(II) ning aurin-sulfo reagenti bilan kompleks birikmasining optimal nur yutishini tanlangan (1-rasm).



1-rasm. Aurin-(SO₃H)₂ va uning Zn(II) va Cu(II) ionlari bilan hosil qilgan komplekslarining optimal nur yutish to'liq uzunligini aniqlash grafi.

Kompleks birikma optik zichligi (OZ)ning pH ga bog'liqligi o'rganilgan, unga ko'ra aurin-sulfoning Zn(II) bilan kompleksi uchun pH=3,5-4,5 oralig'ida, Cu(II) uchun pH=5,2-6,0 oralig'ida kuzatilgan va optimal muhit sifatida Zn(II) kompleksi uchun pH=4,0 Cu(II) uchun pH=5,60 tanlangan, hamda shu muhitda OZ yuqori analitik signalga ega bo'lishi kuzatilgan. Shu bilan birga, spektrofotometrik uslubda, kompleks birikmalarning OZ qiymati Zn(II)-aurinsulfo kompleksi uchun 110 daqiqagacha, Cu(II)-aurinsulfo kompleksi uchun 120 daqiqagacha barqarorligi topilgan.

Dissertatsiyaning “Aurin-(SO₃H)₂ reagentning PPA-1 asosidagi tolaga immobillanishining optimal sharoitlarini tanlash” deb nomlangan uchinchi bobida immobillangan aurin-sulfo reagentining Cu(II) va Zn(II) ionlari bilan kompleks birikmalarining IQ-spektral tadqiqoti, rentgen-fluorescent tahlili, immobillangan organik reagent (OR) va u hosil qilgan kompleks birikmalarning

termik tavsifi, metall ionlarining sorbsiyasi, statik sharoitda polimer matritsadan mis(II) ionining desorbsiyasini, kompleks birikma OZning muhit (pH)ga bog'liqligi va komponentlarning quyilish tartibi aniqlangan.

Aurin-(SO₃H)₂ reagenti uchun $\lambda_{\max}=440$ nm PPA-aurin-(SO₃H)₂ immobillanganda, Cu(II) va Zn(II) bilan kompleks hosil bo'lishi esa $\lambda_{\max}=560$ nm va 540 nm da kuzatilgan. Bunda kompleks hosil bo'lish hisobiga $\Delta\lambda$ 100 va 120 nm kontrastlikka ega ekanligi aniqlangan.

Immobilangan aurin-(SO₃H)₂ mis (II) ion bilan kompleksi pH=4-6 da, aurin-(NO)₂ esa 5-7 oralig'ida maksimal analitik signalga ega bo'lishi kuzatilgan.

Tadqiqotlar davomida mis va rux ionlarining aurin-(SO₃H)₂ reagenti bilan hosil qilgan immobillangan kompleksining spektral tavsifi o'rganildi (2-jadval).

2-jadval

Mis va rux ionlarining aurin-(SO₃H)₂ reagenti bilan hosil qilgan imobillangan kompleksining spektral tavsifi

Kompleks rangi	pH	λ_{\max} , R	λ_{\max} , komp.	$\Delta\lambda$	ΔA	E_{haq}	Sendel bo'yicha sezgirlik 10^{-4} mkg/sm ²
Mis (binafsha)	5,8	440	560	100	0,17	45000	2,219
Rux (Qizg'ish)	5,0	440	540	120	0,26	54180	2,779

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, reaksiya birmuncha kontrastlikka ($\Delta\lambda=120$ nm) va yuqori sezgirlikka ($S.b.s = 2,219 \cdot 10^{-4}$ va $2,779 \cdot 10^{-4}$) ega ekan.

Dinamik sharoitda polimer tashuvchini takroran qo'llash imkoniyati ham aniqlandi. 1,5 sm diametrli xromatografik kolonkaga 0,2 g tolali polimer joylashtirildi. Uskunadagi sorbentlar ustunining balandligi 4,0 sm ni tashkil qiladi. So'ngra 25 sm³ standart mis(II) eritmasi (100 mkg/sm³ konsentratsiyali) o'tkazildi.

3-jadval

Mis va rux ionlarining aurin-(SO₃H)₂ reagenti bilan hosil qilgan immobillangan kompleksining spektral tavsifi

t/r	V, sm ³	A _{o'rt} Sorbsiya -dan so'ng	C _{Cu²⁺} mkg eritmada	C _{Cu²⁺} mkg sorbentdagi	R, % sorbsiya darajasi	V, sm ³	A _{o'rt} Desorb siyadan so'ng	C _{Cu²⁺} mkg desorb-siyadan so'ng	Y, % desorb. darajasi
1	1,5	0,406	854	1148	57,4	0,5	0,164	1100	94,8
2	1,0	0,491	1681	321	16,1	0,5	0,052	320	99,0
3	1,0	0,501	1701	301	15,1	0,5	0,047	280	94,3

Parallel ravishda 5 ta kolonkada mis(II) ionining sorbsiyadan oldin va keyin konsentratsiyasi suvli faza bilan nazorat qilingan, mis(II) ionining xloroformdagi qo'rg'oshin dietilditiokarbamat Rb(DDTK)₂ bilan ekstraksiyasi va fotometrik usulda aniqlandi. Sorbent fazadagi mis(II) ionining miqdori suvli fazadagi mis(II) ionining boshlang'ich va muvozanat konsentratsiyasi o'rtasidagi farqdan hisoblab topilgan. II ustunda 5 ml li 0,5 M li nitrat kislota bilan desorbsiya olib borilgan, elyuat 100 ml li kolbaga solinib, suv bilan belgisigacha keltirildi va aralastirilgan,

so'ngra alikvot (0,5-1,0 ml) olindi va mis(II)ni CHCl_3 da $\text{Rb}(\text{DDTK})_2$ bilan reaksiya orqali aniqlangan (3-jadval).

Mazkur jadvalga muvofiq olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, toladan mis(II) ionlarini desorbsiyalash uchun HNO_3 0,5 M mos keladi; H_2SO_4 0, 2 M; HCl 0,1. Desorbsiya 90-100% ni tashkil qiladi. Ammo tolani qayta tiklash faqat 2% li NaOH eritmasi bilan ishlov berish orqali amalga oshirildi (4-jadval).

4-jadval

Immobilangan aurin-(SO_3H)₂ mis va rux ionlari bilan kompleksini optimal sharoitlarini aniqlash natijalari

№	Optimal sharoitlari	Mis (II) kompleksi	Zn (II) kompleksi
1	To'lqin uzunligi (λ), nm	560	540
2	Kyuveta qalinligi (l) ,sm	1,0	1,0
3	Konsentratsiya, mol/l	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$
4	Muhit (pH)	5,60	4,0
5	Bufer eritma	universal	universal
6	Vaqt, minut	7	4-6
7	Buger-Lambert-Ber qonuniga o'ysinishi, mkg/ml	1-50	1-18
8.	Sendel bo'yicha sezgirlik mkg/sm ²	$2,219 \cdot 10^{-4}$	$2,779 \cdot 10^{-4}$
9.	Aniqlashning quyi chegarasi Q_{\min} , mkg/25 ml	0,272	0,345
10.	Kompleks tarkibi	1:2	1:2

Shuningdek, kvant kimyoviy hisoblashlar amalga oshirilgan hamda aurin (SO_3H)₂ (4-[bis-(4-gidroksi-3-sulfofenil)-metilden siklogeksa-2,5-dien-1-on)ning LUMO dagi elektron zichligi O-H va - SO_3H guruhlaridagi kislorod va oltingugurt atomlarida joylashganligi, bu esa reagent uchun ham LUMO va HUMO holatlar energiyasi bir-biridan katta farq qilishi, shu sababli -OH ham kuchli maydon hosil qilishi va Pirsonning "qattiq va yumshoq kislotalar va asoslar" prinsipiga ko'ra, O-H va - SO_3H guruhlaridagi kislorod va oltingugurt atomlari spektator reagent sifatida raqobatlashishi, -OH guruhidagi kislorod qiymati yuqoriligi metall bilan koordinatsion bog' orqali komplekslarni hosil qilishi mumkinligi keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Mis va ruxni sorbsion-spektroskopik aniqlash uslubini analitik qo'llash va iqtisodiy samaradorligini baholash**" deb nomlangan to'rtinchi bobida immobilangan reagentlarning sorbsion xossalarini tadqiq etish, azot tutgan organik reagentlarni olishning samarador texnologiyasini ishlab chiqish iqtisodiy samaradorligini ishlab chiqilgan. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, Zn(II) ionini sun'iy aralashmalar tarkibidan spektrofotometrik aniqlashda nisbiy standart chetlanish 0,0087 dan Cu(II) ionini aniqlashda 0,0152 dan oshmadi, hamda ushbu ishlab chiqilgan uslub bilan Cu(II) va Zn(II) ni sun'iy aralashmalar va shunga yaqin tarkibli tabiiy ob'yektlardan aniqlash mumkinligini ko'rsatadi.

Mis(II) va rux(II) ionlarini sanoat qotishmalari tarkibidan aniqlash muhim amaliy ahamiyatga ega bo'lib, metallurgiyaga ixtisoslashgan sanoat korxonalarida ishlab chiqarish xom ashyosi va toza mahsulotlarning tarkibini yuqori aniqlikda monitoring qilib borish, bu yo'nalishda iqtisodiy jihatdan arzon uslublardan foydalanish muhim o'rin tutadi. Shu maqsadlarda mis va rux ionlarining mikromiqdorlarini aurin asosidagi organik reagentlar yordamida sanoat

qotishmalarining standart namunalaridan spektrofotometrik aniqlash uslublari ishlab chiqildi (6-7-jadval).

5-jadval

Sun'iy aralashma tarkibidan mis (II) va rux(II) ionlarini aniqlash
($C_{Cu^{2+}} = 50,0$ mkg KFK-3, $l = 1,0$ sm, $\lambda_{max} = 560$ nm, pH = 4,0, n=5, P=0,95, tpk=2,78)

Begona ionlarning nisbati Me: 50mkg	\bar{A}	Topilgan Cu^{2+} mkg X_i	\bar{X}_i	$X_i - X_i$ o'rt	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	S	Sr	$\bar{X}_i \pm \Delta X$
mis(II) ionlarini aniqlash								
Mg ²⁺ (5)	0,151	48,50		-1,00	1,0000			
Pb ²⁺ (5)	0,155	49,17		-0,33	0,1089			
Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ (150)	0,156	49,50	49,51	0,00	0,0000	0,7491	0,0152	49,50±0,93
	0,156	49,84		0,34	0,1156			
NO ₃ ⁻ (500)	0,156	50,51		1,01	1,0201			
	0,157							
Cd ²⁺ (0,1)								
rux(II) ionlarini aniqlash								
K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , Zn ²⁺ , (100);	0,189	20,17		0,00	0,0000	0,2640	0,0087	20,16±0,33
Al ³⁺ (10);	0,188	20,00		-0,17	0,0289			
Mg ²⁺ (5);	0,191	20,40	20,17	0,33	0,1089			
Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ (150)	0,187	19,83		-0,34	0,1156			
	0,190	20,33		0,16	0,0256			
NO ₃ ⁻ (500)								
Co ²⁺ (0.5)								

Natijalar shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqilgan spektrofotometrik usullar bilan Cu(II) va Zn(II)ni Aurin-sulfo yordamida aniqlash uchun yuqori aniqlikdagi natijalar olindi.

Optimal sharoitlar yuqori aniqlik va selektivligi va belgilangan konsentratsiyalarning past chegarasi hamda nisbiy standart chetlanish barcha hollarda 0,026 dan oshmasligi bilan tavsiflanadi, bu esa ishlab chiqilgan usullar uchun belgilangan metrologik parametrlar chegaralariga muvofiqligini ko'rsatadi.

Yuqorida keltirilgan jadval natijalaridan ma'lumki, mis(II) va rux(II) ionlarini turli hududlardagi sanoat chiqindi va oqova suvlarining filtratlaridan aniqlashda ishlab chiqilgan uslubning nisbiy standart chetlanishi mis(II) uchun 0,035 dan, rux(II) uchun esa 0,040 dan oshmadi.

Ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, ishlab chiqilgan Cu(II) va Zn(II)ni biologik obyektlar tarkibidan fotometrik aniqlash uslubi natijalari to'g'ri va qayta takrorlanuvchan bo'lib, usulning nisbiy standart chetlanishi (Sr) 0,016 dan oshmadi. Tajriba sinov ishlari natijasida sintez qilingan sorbentlar bilan sanoat chiqindi suvlari tozalandi va ijobiy natijalar olindi.

Sanoat qotishmalarining standart namunalaridan Zn(II) ionini spektrofotometrik aniqlash natijalari (KFK-3, $\lambda=560$ nm, $l=1,0$ sm, Zn^{2+} pH-4.0, P=0,95)

№	Olingan alikvot, V ml	Alikvot rux(II) miqdori, mkg	A	Topilgan Zn ²⁺ , mkg, Xi	$\bar{X}_i \pm \Delta X$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	S	S _r
Qotishma markasi AK12MK 203-1									
1	1	13,0	0,204 0,208 0,202	12,64 13,31 12,31	12,75±1,2 66	-0,11 0,56 -0,44	0,0121 0,3136 0,1936	0,509 6	0,01 6
2	1,25	21,25	0,256 0,253 0,258	21,26 20,76 21,59	21,20±1,0 33	0,06 -0,44 0,39	0,0000 0,1936 0,1521	0,415 7	0,02 6
3	1,5	19,5	0,307 0,304 0,301	19,70 19,21 18,71	19,21±1,2 30	0,49 0,00 -0,50	0,2401 0,0000 0,2500	0,495 0	0,01 0
Qotishma markasi AK12MK 203-5									
1	3	15,0	0,278 0,280 0,273	14,90 15,23 14,07	14,7±1,49	0,20 0,53 -0,63	0,0400 0,2809 0,3969	0,599 1	0,01 3
2	3,2	18,0	0,302 0,297 0,294	18,87 18,05 17,55	18,16±1,6 6	0,71 -0,11 -0,61	0,5041 0,0121 0,3721	0,666 4	0,01 0
3	3,3	19,5	0,302 0,306 0,311	18,87 16,75 20,36	18,66±1,0 5	0,21 -1,91 1,70	0,0441 3,6481 2,8900	1,814 1	0,01 4
Qotishma markasi M99-5									
1	0,5	20,5	0,132 0,135 0,129	20,73 21,23 20,23	20,73±1,2 42	0,00 0,50 -0,5	0,0000 0,2500 0,2500	0,500	0,02 4
2	1,0	21,0	0,244 0,248 0,251	19,27 19,93 20,43	19,88±2,9 90	-1,61 0,05 0,55	2,5921 0,0025 0,3025	1,203 6	0,02 2
3	1,1	15,1	0,275 0,279 0,282	14,40 15,07 15,56	15,01±1,4 47	-0,61 0,06 0,55	0,0036 0,0009 0,0009	0,058 23	0,01 3
4	1,2	19,2	0,304 0,307 0,301	19,21 19,70 18,71	19,21±1,2 30	0,00 0,49 -0,50	0,0000 0,2401 0,2500	0,045 3	0,00 7

Xususan, suv tarkibidagi Cu(II) va Zn(II) ionlarini ajratish samaradorligi bir necha barobar yuqori ekanligi aniqlandi. Shuningdek, sorbent regeneratsiyasi ham jarayonning iqtisodiy samaradorligini yanada oshiradi.

Tadqiqot davomida mis(II) va rux(II) ionlarini mikromiqdorini ishlab chiqarish korxonalarida chiqindi suvlari tarkibidan aniqlash va tozalash amalga (8-jadval) oshirildi.

7-jadval

Sanoat qotishmalarining standart namunalaridan Cu(II) ionini spektrofotometrik aniqlash natijalari (KFK-3, $\lambda=560$, $l=1$ sm, Cu^{2+} pH-5.6, Zn^{2+} pH=4.0, R=0,95)

No	Olingan alikvot, V ml	Alikvot mis(II) miqdori, mkg	A	Topilgan Cu^{2+} , mkg, X_i	$\bar{X}_i \pm \Delta X$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	S	S_r
M115-1 (N9, NX98)									
1	1,0	44,14	0,139 0,136 0,141	44,16 43,16 44,83	44,03±2,0 9	0,11 -0,89 0,78	0,0121 0,7921 0,6084	0,85	0,0 19
2	1,2	43,12	0,139 0,137 0,135	44,16 43,49 42,82	43,46±1,6 7	0,67 0,00 -0,67	0,4489 0,0000 0,4489	0,68	0,0 15
3	98	57,40	0,184 0,178 0,176	59,19 57,18 56,52	57,61±3,4 5	1,56 -0,45 -1,11	2,4336 0,2025 1,2321	1,40	0,0 24

8-jadval

Mis(II) va rux(II) ionlarini mikromiqdorini ishlab chiqarish korxonalarini chiqindi suvlari tarkibidan aniqlash natijalari ($C=9,95 \cdot 10^{-4}$ M; $\lambda=560$ va 540 nm; pH=4,0 va 5,60; $l=1$ sm³; n=3; R=0,95)

Hudud	Topilgan Su(II), mkg/ml ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S_r	Topilgan Zn(II), mkg/ml ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S_r
Angren	9,11±0,84	0,34	0,035	9,77±1,02	0,385	0,040
Navoiy	9,23±0,072	0,13	0,013	9,95±0,18	0,323	0,034
Qashqadaryo	9,63±0,059	0,11	0,012	9,87±0,11	0,165	0,018
Surxondaryo	9,35±0,018	0,16	0,019	9,33±0,14	0,391	0,040

Sanoat chiqindi suvlaridan ba'zi azot tutgan reagentlar yordamida tozalash va ishlab chiqarish uchun qaytarish dolzarb muammolardan biridir. Qashqadaryo viloyati suv havzalarida og'ir metall ionlari bilan ifloslanishiga ishlab chiqarish sanoatlari ko'pligi hamda antropogen ta'sirlardir. Mis va rux sanoatda keng qo'llaniladigan muhim metallar hisoblanadi. Ular elektrik uskunalardan tortib, turli xil sanoatdagi qo'llanilishlarga doimo talabda. Biroq, ushbu metallarning tabiatga chiqindisi yoki yuqori konsentratsiyada uchrashining atrof-muhit va inson salomatligiga bo'lgan salbiy ta'sirini tushunish juda muhim.

Mis(II) ionlarini mikromiqdorini murakkab aralashmalar, ishlab chiqarish korxonalaridan chiqindi sifatida oqib chiqadigan oqova suvlar hamda real ob'ektlar tarkibidan aniqlashda ishlab chiqilgan spektrofotometrik aniqlash uslublarini aniqligi, sezgirligi va tanlab ta'sir etuvchanlik natijalari GOST 54276-2010 va GOST 54276-2010 standartida keltirilgan natijalariga mosligi aniqlandi. Oqova suvlar hamda real ob'ektlar tarkibidan, kimyoviy usul bilan qayta ishlashdan olingan eritmalar tarkibidagi mis(II) ionlarini aniqlashda spektrofotometrik analiz uslubidan foydalanildi.

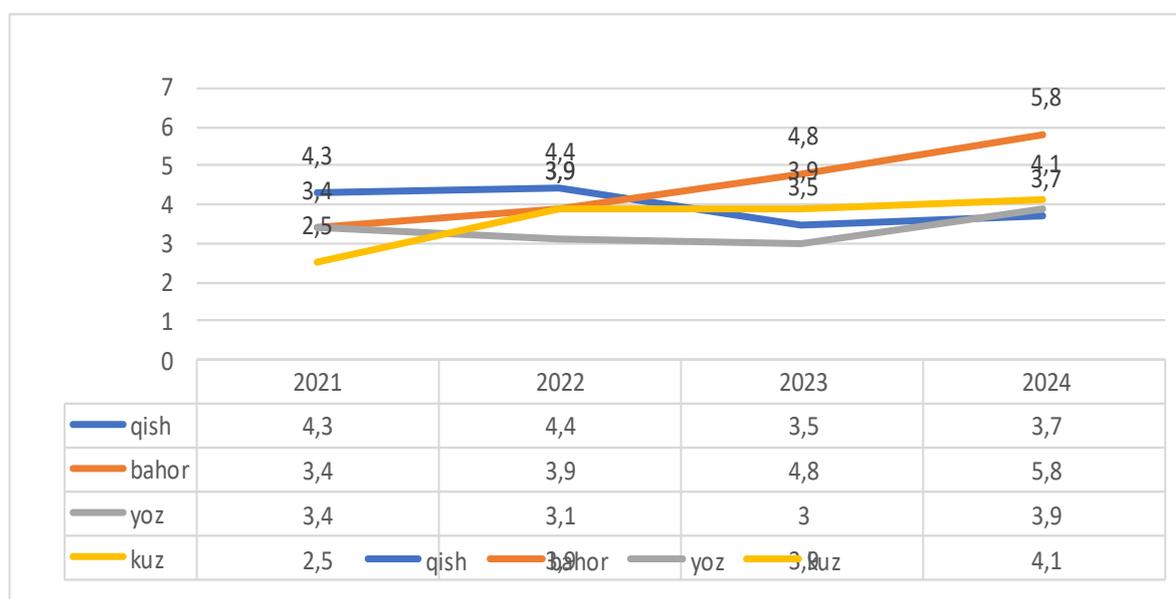
9-jadval

Qashqadaryo daryolari suvlari tarkibining tahliliy natijalari(2021-2023 yy.)

t/r	Komponent-lar nomi	O'lchov birligi	Sifat ko'rsatkichi							Qashqadaryo (kitob) 04.02.2021y.
			Qashqadaryo (Ch.S.O.) kirish 04.02.2021y.	Qizil daryo (yakkabog') 04.02.2021y.	Tanxoz daryo (shaxrisabz) 04.02.2021y.	Qashqadaryo (qarshi) 04.02.2021y.	Oq daryo (kitob) 04.02.2021y.	Qashqadaryo (Ch.S.O.) chiqish 04.02.2021y.		
2021 y.										
1.	Cu ²⁺	mg/l	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	
2.	Zu ²⁺	mg/l	0,005	0,008	0,005	0,006	0,007	0,009	0,057	
2022 y.										
	Cu ²⁺	mg/l	0,006	0,002	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002	
	Zu ²⁺	mg/l	0,005	0,008	0,005	0,006	0,007	0,009	0,057	
2023 y.										
	Cu ²⁺	mg/l	0,008	0,004	0,005	0,006	0,005	0,006	0,004	
	Zu ²⁺	mg/l	0,005	0,008	0,005	0,006	0,007	0,009	0,057	

10-jadval

Atrof muhit Cu va Zn metallarining yillar kesimida atrof muhitga chiqarilishi



Shu o'rinda Qashqadaryo viloyati suv xavzalarini kimyoviy tahlil qilindi va natijada mis ionlarini yillar kesimida konsentratsiyasi ortib borganligini kuzatildi. Qashqadaryo viloyati suv havzalarida og'ir metall ionlari bilan ifloslanishiga ishlab chiqarish sanoatlari ko'pligi hamda antropogen ta'sirlardir. Mis va rux sanoatda keng qo'llaniladigan muhim metallar hisoblanadi. Ular elektrik uskunalardan

tortib, turli xil sanoatdagi qo‘llanilishlargacha doimo talabda. Biroq, ushbu metallarning tabiatga chiqindisi yoki yuqori konsentratsiyada uchrashining atrof-muhit va inson salomatligiga bo‘lgan salbiy ta‘sirini tushunish juda muhim.

Shu o‘rinda Qashqadaryo viloyati suv xavzalarini kimyoviy tahlil qilindi va natijada mis va rux ionlarini yillar kesimida konsentratsiyasi ortib borganligini kuzatildi.

11-jadval

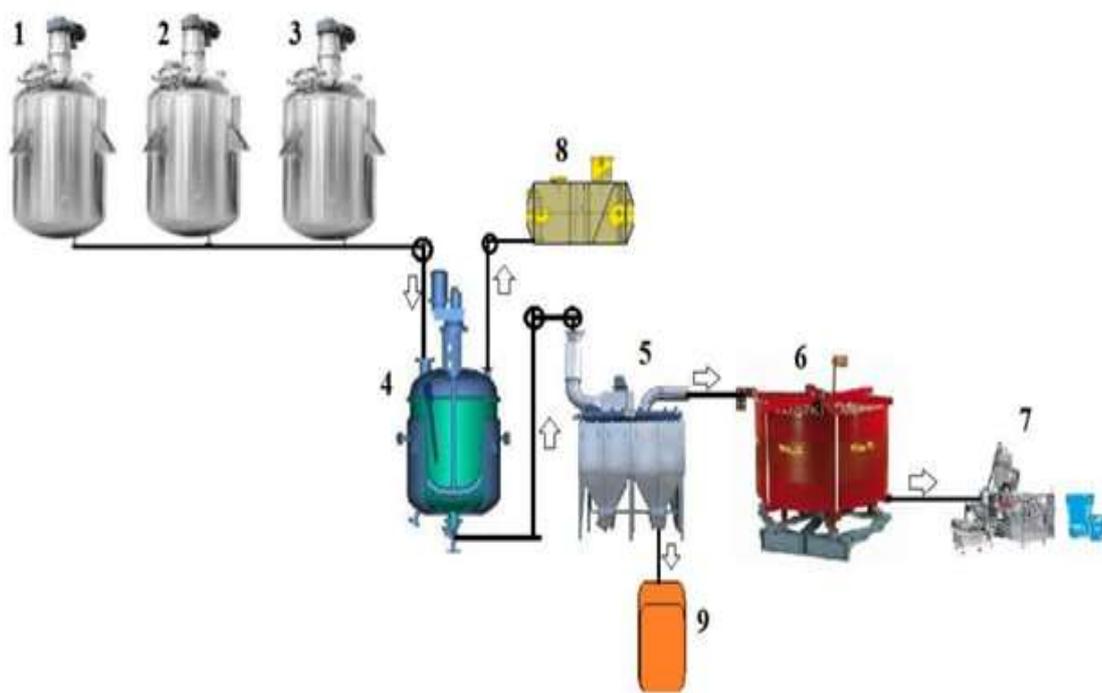
Qashqadaryo viloyati suv xavzalarini kimyoviy tahlili (Cu⁺²)

Sifat ko‘rsatkichi.	04.02.2021 y.	04.02.2022y.	04.02.2023y.
Qashqadaryo(CH.S.O.) kirish	0,004mg/l pH=6.2	0.006mg/l pH=8.2	0,008 mg/l pH=10,2
Qizil daryo (yakkabog‘)	0,001mg/l pH=5.9	0.002mg/l pH=7.9	0,004 mg/l pH=9,9
Tanxoz daryo (shaxrisabz)	0,001mg/l pH=5.4	0.003mg/l pH=7.4	0,005 mg/l pH=9,4
Qashqadaryo (qarshi)	0,002mg/l pH=6.4	0.004mg/l pH=8.4	0,006 mg/l pH=10,4
Oq daryo (kitob)	0,001mg/l pH=5.9	0.003mg/l pH=7.9	0,005 mg/l pH=9,9
Qashqadaryo (CH.S.O.) chiqish	0,002mg/l pH=6.5	0.004mg/l pH=8.5	0,006 mg/l pH=10,5
Qashqadaryo (kitob)	0,001mg/l pH=5.8	0.002mg/l pH=7.8	0,004 mg/l pH=9,8

Jumladan, “Shurtan neft va gazni qazib chiqarish boshqarmasida ishlab chiqarishdagi suvlardan bir kunda 6000 m³ chiqindi suv hosil bo‘ladi. Tadqiqot natijalari asosida yaxshi natijalarga ega bo‘lgan polietilenpoliamin asosidagi kompleks birikmalar hosil qiluvchi ionitlar olingan.

Ushbu usul bilan kompleks birikmalar hosil qiluvchi ionitlar olish uchun reaktor (4) ga Ortofosfor kislotasi (1) va asta sekinlik bilan pentaeritrit (2) sig‘imlardan solinib, 130-150oC haroratda 2 soat davomida (4) reaktorda maxsus aralashtirgich yordamida aralashtirildi va och sariq rangli oquvchan moysimon pH=5 muhitdagi modda olindi.

Reaktor (4) da aralashtirilayotgan ortofosfor kislotasi va pentaeritrit asosida olingan qo‘shimchalarni filtrlash (5) amalga oshirildi va immobillash uchun tayyorlangan (3) PEPA-1 bilan ishlov berildi. Hosil bo‘lgan mahsulot (7) ga qabul qilinadi. Hosil bo‘lgan aralashma qo‘yiq holdagi sarg‘ish moddani tashkil etib pH=7 ekanligi aniqlangan.



1-Ortofosfor kislota uchun sig'im; 2- pentaeritrit uchun sig'im; 3- PEPA uchun sig'im; 4- reaktor (ionitlar hosil qiluvchi); 5-filtrlash jarayoni; 6- Immobilash uchun reaktor; 7-tayyor mahsulot; 8- suv uchun sig'im, 9-qattiq moddalar uchun sig'im.

2-rasm. Kompleks birikmalar hosil qiluvchi ionitlar olishning texnologik sxemasi.

XULOSALAR

1.Ortofosfor kislota, polietilenpoliamin, pentaeritrit asosidagi azot tutgan yangi selektiv ionitlar olingan, ularning kompleks hosil qilishining optimal sharoitlari tanlangan hamda fizik-kimyoviy tavsiflari tadqiq etilgan mis(II) ionining aurin-sulfo reagenti bilan rangli kompleksining hosil bo'lish optimal sharoitlari: nur yutish maksimumi, eritma pH i, reagent miqdori, bufer tarkibiga bog'liqligi, vaqtga nisbatan barqarorligi va quyilish tartibi o'rganildi.

2.Kompleks biriklarning IQ spektroskopiya va elektron spektroskopiya natijalari asosida immobilash aurin va uning xosilalari reagentlarini nitroza va sulfo guruxi orqali sodir bo'lishi, kompleks xosil bo'lishida reagent metall tarkibi aniqlandi.

3.Aurin-sulfo reagenti va uning mis(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksining yutilish spektrlarini optimal sharoitlarda aniqlangan va spektral tavsiflar yutilish maksimumlarini ($\lambda_{\max}(\text{HR})=440 \text{ nm}$, $\lambda_{\max}(\text{CuR}_2)=560 \text{ nm}$, $\lambda_{\max}(\text{ZnR}_2)=540 \text{ nm}$) kontrastligi $\Delta\lambda=120$ va 100 nm , kompleksning haqiqiy molyar so'ndirish koeffitsienti, muvozanat doimiysi Tolmachyovning grafik usulida aurin-sulfo reagentinig molyar so'ndirish koeffitsiyenti (CuR_2 uchun $\varepsilon_{\text{haq}}=45000$; ZnR_2 uchun $\varepsilon_{\text{haq}}=54000$) aniqlandi.

4.Hosil qilgan kompleks birikmaning tarkibiy mollar nisbati $\text{Cu}:\text{R}=1:2$ va $\text{Zn}:\text{R}=1:2$ ekanligi hamda, kvant kimyoviy hisoblashlar va kompleks zaryadni aniqlash natijalariga asosan kompleksning taxminiy formulasi taklif qilindi.

5. Cu(II) va Zn(II)ni aurin-sulfo reagent yordamida aniqlash metodikasining, Ber qonuniga bo'ysunish sohasi Cu uchun 1,0-50,0 mkg, Zn uchun 1,0-18,0 mkg va aniqlashning quyi chegarasi Cu uchun (0,272 mkg/25ml) Zn uchun (0,345 mkg/25ml) ko'rsatildi, Sendel bo'yicha sezgirligi Cu uchun $S.b.s = 2,219 \cdot 10^{-4}$ mkg/sm² Zn uchun $S.b.s = 2,779 \cdot 10^{-4}$ mkg/sm² bo'lgan spektrofotometrik aniqlash metodi tavsiya etildi.

6. Ishlab chiqilgan metodning tanlab ta'sir etuvchanligi, qayta takrorlanuvchanligi va to'g'riligi qator metall ionlari va anionlar ishtirokida "kiritildi-topildi" usuli yordamida va sun'iy aralashmalar, sanoat qotishmalari hamda Qashqadaryo oqava suv havzalari analiz natijalarida nisbiy standart chetlanish ($S_r = 0,040$) dan oshmadi, immobillangan organik reagentlar asosida olingan sorbentlarning Cu(II) va Zn(II) ionlarini aurin-sulfo reagent yordamida aniqlash usulini yuqori sezgir va tanlab ta'sir etuvchanligi tahlil qilinib sanoat va oqova chiqindi suvlar tarkibidagi metal ionlarini tutib qolish darajasi 85-98% va 90-98% ni tashkil qilishi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12. 2019.К/Т.87.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

КАРШИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГУЛБОЕВА ДИЛАФРУЗ РУЗИБОЕВНА

**СОРБЦИОН-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ
МЕДИ И ЦИНКА В ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ С
ПОМОЩЬЮ НЕКОТОРЫХ АЗОТСОДЕРЖАЮЩИХ РЕАГЕНТОВ**

**11.00.05–Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов**

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

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.3.PhD/K665

Диссертация выполнена в Каршинском государственном университете

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу www.tktiti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.zivonet.uz

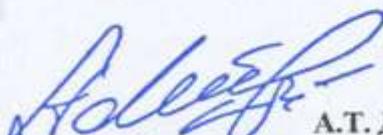
Научный руководитель:	Сманова Зулайхо Асаналиевна доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Мухамедов Кобулжон Гофурович доктор технических наук, профессор Алиева Мукаддас Туйчиевна доктор химических наук, доцент
Ведущая организация:	Термезский государственный университет

Защита диссертации состоится «2» июля 2025 г. в « 9⁰⁰ » часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, ул. Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2025/13, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, п.о.Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Автореферат диссертации разослан «12» июня 2025 года.
(протокол рассылки № 2025/13 от «12» июня 2025 года).




А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., проф., академик


Ш.Н. Қиёмов
Учбовий секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., с.н.с


Х.С. Бекназаров
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация к диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В последние годы во всем мире растет спрос на эффективные технологии очистки промышленных отходов и сточных вод. Поэтому большое внимание уделяется иммобилизации реагентов, экономически эффективному сорбционно-спектроскопическому определению ионов Cu(II) и Zn(II) в промышленных сточных водах с использованием некоторых азотсодержащих реагентов, оптимизации существующих методов.

С развитием производства продукции химической промышленности в мире проводится множество научных исследований по очистке промышленных отходов и сточных вод. В этой связи важное значение приобретают получение новых сорбентов на основе иммобилизации органических реагентов, выделение металлов из растворов с помощью комплексообразующих сорбционных методов, определение состава, структуры, физико-химических свойств комплексообразующих соединений, образующихся в процессе сорбции, разработка технологии процесса синтеза и обоснование экономической эффективности получения продуктов.

В республике достигаются определенные научные и практические результаты в производстве продукции химической промышленности, в частности, в селективном извлечении металлов из растворов и получении сорбентов, применяемых для очистки промышленных сточных вод от вредных металлов. В новой стратегии развития Узбекистана определены важные задачи по «широкому внедрению инноваций в экономику, развитию кооперативных связей промышленных предприятий и научных учреждений, увеличению ассортимента продукции с высокой добавленной стоимостью за счет глубокой переработки меди и цинка»². В связи с этим важное значение приобретает получение селективных сорбентов на основе иммобилизации органических реагентов и исследование с их помощью комплексных соединений, образующихся при сорбции d-металлов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации задач, указанных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 "О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан", в Постановлении Президента от 25 октября 2018 года ПП №-3983 "О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан", от 3 апреля 2019 года ПП №-4265 "О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности" и других нормативно-правовых актов, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями науки и технологии республики VII. «Химические технологии и нано технологии».

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года ПФ-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

Степень изученности проблемы. Научно-исследовательские работы по сорбционно-спектроскопическому определению ионов Cu(II) и Zn(II) из промышленных отходов и сточных вод с использованием некоторых азотсодержащих реагентов, а также по изучению продуктов, получаемых на основе иммобилизации органических реагентов, за рубежом были проведены научно-исследовательские работы такими учеными, как E.Horwitz, M.Dietz, J.J.Surman, A.Y.Lyapunov, D.K.Singh, Wang Jinnan, A.Wołowicz, S.Tong, M.H.Morcali, R.P. Kusu, M. Murakami, D.Mendil, P.P.Coetzee, Н. Н. Басаргин, Д. В. Салихов, О. В. Кичигин, А. В. Даванков, Н. Г. Полянский, Г. В. Мясоедова. В нашей республике подобные исследования проводились такими учеными, как У. Н. Мусаев, М. А. Аскарлов, А. Т. Джалилов, Т. М. Бабаев, Х. Т. Шарипов, Х. Х. Тураев, М. Г. Мухамедиев, З. А. Сманова, Ш. Ш. Даминова, Д. А. Гафурова, Н. Т. Каттаев, Д. Ж. Бекчанов и другими.

В данных исследованиях проводился синтез сорбентов на основе ковалентной и нековалентной иммобилизации комплексообразующих органических реагентов на полимерную матрицу, а также их изучение. Особое внимание уделялось применению комплексообразующих сорбентов в анализе тяжелых металлов, исследованию структуры и свойств комплексных соединений, образующихся в процессе сорбции. Однако комплексные соединения ионов тяжелых металлов с хелатобразующими иммобилизованными органическими реагентами и их структура до настоящего времени изучены недостаточно полно. В настоящее время ведутся научные исследования по разработке эффективных сорбционно-спектроскопических методов определения тяжелых металлов, основанных на применении местного сырья и промышленных отходов, с целью создания импортозамещающей продукции и внедрения данных методов в практику.

Связь темы диссертации с научно – исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках практического проекта ИОТ-2016-7-21 на тему: «Внедрение в практику синтеза высокоэффективных биологически активных соединений на основе α -аминонитрилов» (2016-2018.) в соответствии научно-исследовательского плана Каршинского государственного университета.

Целью исследования является сорбционно-спектроскопическое определение ионов Cu(II) и Zn(II), содержащихся в промышленных сточных водах с помощью комплексообразующих азотсодержащих реагентов и их очистка.

Задачи исследования: сорбционно-спектроскопическое определение ионов меди и цинка в растворе с использованием некоторых азотсодержащих реагентов, избирательно взаимодействующих с ними, а также исследование продуктов, полученных на основе иммобилизации органических реагентов;

получение азотсодержащих ионитов на основе ортофосфорной кислоты, полиэтиленполиамина и пентаэритрита и исследование их физико-химических свойств;

определение механизма получения иммобилизованных органических реагентов, их химических и сорбционно-аналитических свойств;

определение оптимальных условий и аналитических свойств комплекс образования иммобилизованных органических реагентов с медью и цинком;

определение оптимальных условий комплексообразования, механизма и структуры соединений с помощью ИК-спектроскопии, спектрофотометрии, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), методов термического анализа, рентген флуоресцентного анализа;

Объектами исследования были ортофосфорная кислота, полиэтиленполиамина (ПЕПА), азотсодержащие иониты на основе пентаэритрита, полиакрилонитрильное волокно, органические реагенты на основе аурина, сточные воды и содержащиеся в них ионы Cu (II), Zn (II), а также объекты окружающей среды и промышленности.

Предметом исследования является получение азотсодержащих ионитов, изучение состава, структуры и химических свойств полученных органических соединений, иммобилизация органических реагентов на основе аурина в полимерное волокно РРА-1, полученное модификацией полиэтиленполиамина в полиакрилонитрильное волокно и изучение процессов комплексообразования в системе реагент-ион металла в растворах, определение ионов Cu (II), Zn (II) в объектах окружающей среды и применение при очистке.

Методы исследования: В диссертационной работе использованы методы сорбционно-спектроскопического определения с использованием некоторых азотсодержащих реагентов, создание новых составов продуктов, полученных на основе иммобилизации органических реагентов, изучение их свойств и характеристик, в том числе инфракрасная (ИК) спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и термогравиметрический (ТГ) анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, потенциометрия, спектрофотометрия, квантово-химические расчеты.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

на основе ортофосфорной кислоты, полиэтиленполиамина и пентаэритрита были получены новые азотсодержащие селективные иониты, для которых установлены оптимальные условия комплексообразования, определены их состав и структура;

доказаны химические и сорбционно-аналитические свойства иммобилизованных органических реагентов на основе аурина и его производных, а также научно обоснован механизм комплексообразования с ионами меди и цинка;

в рамках охраны окружающей среды было установлено, что стехиометрическое соотношение в образующихся комплексных соединениях с вредными ионами металлов составляет $Cu:R = 1:2$ и $Zn:R = 1:2$, а структура комплексов определена на основе квантово-химических расчетов и анализа распределения заряда;

определены метрологические и аналитические характеристики процессов комплексообразования меди и цинка с иммобилизованными органическими реагентами на основе аурина и его производных в задачах охраны окружающей среды;

разработаны новые методы сорбционно-спектрофотометрического определения и очистки ионов меди(II) и цинка(II) из состава экологических объектов с использованием органических реагентов, иммобилизованных на сорбентах.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

в результате иммобилизации реагентов, содержащих азот, фосфор и серу - аурина и его производных - на полимерное волокно были получены комплексообразующие сорбенты;

установлено влияние температуры, соотношения исходных веществ и продолжительности реакции на процесс иммобилизации органических реагентов на полимерное волокно, а также определены оптимальные условия для получения сорбентов;

разработана методика спектрофотометрического определения ионов Cu(II) и Zn(II) с использованием аурина-сульфо реагента, область линейного подчинения закону Бера составляет для Cu 1,0-50,0 мкг, для Zn - 1,0-18,0 мкг, нижний предел обнаружения: для Cu - 0,272 мкг/25 мл, для Zn - 0,345 мкг/25 мл. Чувствительность по методу Сэндела составила: для Cu - $S.б.с = 2,219 \cdot 10^{-4}$ мкг/см², для Zn - $S.б.с = 2,779 \cdot 10^{-4}$ мкг/см²;

установлено, что по отношению к ионам Cu(II), Zn(II) статические и динамические обменные емкости сорбентов, полученных на основе иммобилизованных органических реагентов, в отдельных и смешанных растворах, а также скорость улавливания ионов металлов в сточных водах составляют 85-98% и 90-98% соответственно.

Достоверность результатов исследований. Структура и свойства продуктов, полученных путем иммобилизации органических реагентов, объяснены применением современных методов физико-химического анализа: ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, термогравиметрического анализа, рентгенофлуоресцентного анализа, потенциометрии, спектрофотометрии, квантово-химических расчетов, соответствием экспериментальных и теоретических результатов, а также подтверждением результатов в производственных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов заключается в том, что разработаны новые сорбционные системы, основанные на иммобилизации комплексообразующих органических реагентов на полимерные волокна. В данных системах установлены оптимальные условия комплексообразования ионов Cu(II) и Zn(II) с иммобилизованными органическими реагентами, определена структура металлохелатных соединений, образующихся в процессе сорбции, а также разработаны методы сорбционно-спектрофотометрического определения указанных ионов.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что созданы эффективные методы сорбционно-спектроскопического определения ионов Cu(II) и Zn(II) из промышленных сточных вод с использованием сорбентов, разработанных на основе иммобилизованных азотсодержащих органических реагентов, полученные результаты способствуют оптимизации существующих методов и разработке экологически и экономически эффективных технологий.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов, полученных при сорбционно-спектроскопическом определении ионов Cu(II) и Zn(II) из состава промышленных сточных вод с использованием некоторых азотсодержащих реагентов:

Иммобилизованные органические реагенты на основе аурина, его нитропроизводных и сульфопроизводных были внедрены в практику на производстве в Управлении «Шуртанская нефтегазодобыча» (справка № П04/ШЕ-1316 от 29 марта 2024 года). В результате появилась возможность определения и очистки ионов Zn(II) и Cu(II) в промышленных сточных водах в различных средах.

Методы сорбционно-спектроскопического определения ионов Cu(II) и Zn(II) с использованием некоторых азотсодержащих реагентов также были внедрены в практику в Управлении «Шуртанская нефтегазодобыча» (Справка № П04/ШЕ-1316 от 29 марта 2024 года). Это позволило обеспечить возможность определения указанных ионов с помощью сорбентов, разработанных на основе иммобилизации азотсодержащих органических реагентов, а также способствовало оптимизации существующих методов.

Апробация результатов исследования. Результаты этого исследования были представлены и обсуждены на 5 научно-практических конференциях, в том числе на 2 международных и 3 республиканских.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 7 научных статей в научных изданиях, в том числе 5 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных к публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссией при Министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем диссертации составил 116 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, даются цели и задачи, объекты и предметы исследования, указывается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагаются его научная новизна и практические результаты, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая

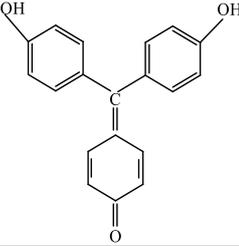
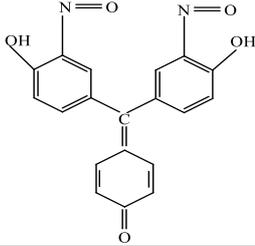
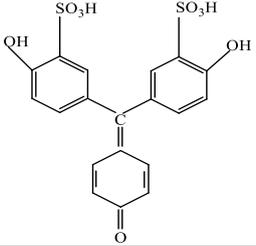
значимость, подводятся итоги по перспективам внедрения результатов исследований в практику и приводятся данные по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **“Теоретико-методологический анализ оптических и других физико-химических методов обнаружения ионов меди (II) и цинка (II) в объектах окружающей среды”** – раскрыты методы получения органических полимерных волокон, методы иммобилизации реагентов в полимерные волокна, их физико-химические и сорбционные свойства, строение комплексных соединений, содержание тяжелых металлов в промышленных сточных водах, в частности, обсуждается современное состояние методов определения Zn(II) и Cu(II) и научные исследования по применению ионитов, образующих комплексные соединения, при сорбционном выделении металлов из образцов объектов окружающей среды, а также дается заключение по данной главе.

Вторая глава диссертации под названием **«Получение азотсодержащих органических реагентов и исследование физико-химических свойств»**, посвящена характеристикам химических веществ, используемых в исследовании, исходным веществам и методам исследования, приготовлению растворов, методам получения органических реагентов и сорбентов, исследованию электронно-микроскопического анализа азотсодержащих комплексообразующих ионитов, изучены свойства волокнистых носителей и оптимальные условия иммобилизации. условия приготовления растворов, методы стандартизации, процесс сорбции-десорбции.

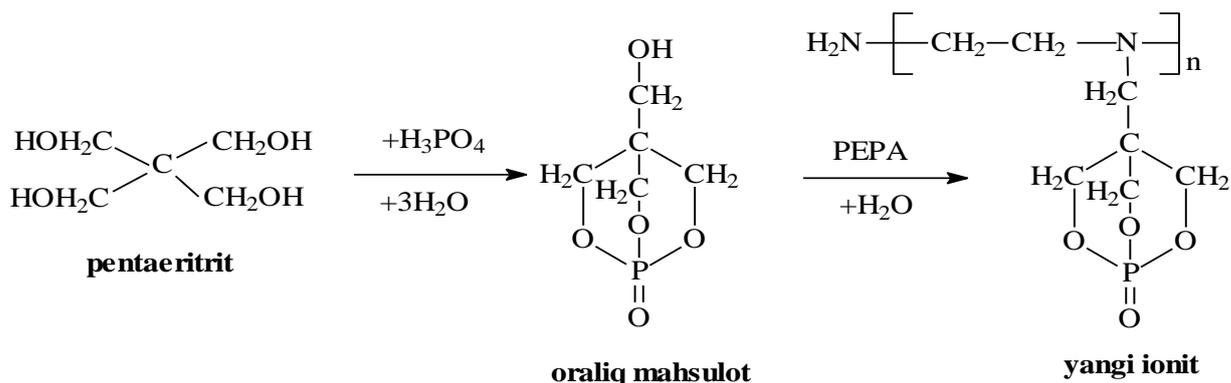
Таблица 1

Строение синтезированных реагентов

Аурин	Аурин (NO) ₂	Аурин (SO ₃ H) ₂
		

Было проанализировано строение синтезированных нитрозо-, сульфосоединений (4-[бис(4-гидроксифенил)-метилден]-циклогекса-2,5-диен-1-он)-аурина и начального вещества аурина с помощью ИК-спектроскопии. Согласно ИК-спектрам в областях 3000-2900 см⁻¹ и 770-690 см⁻¹ наблюдаются пики – СН группы, основные полосы поглощения ароматических соединений наблюдаются в области 3000-2900 см⁻¹. Частота колебания гидроксильной группы проявляется в области колебания деформационных колебаний фенильной группы, другие группы проявляются в области 1228-1134 см⁻¹, 1450-1300 см⁻¹, двойная связь ароматического кольца –С=С- проявляется в изменчивой области 1600-1500 см⁻¹. Кроме этого в областях 1583-1568 см⁻¹ и 1498-1442 см⁻¹ проявляется сильная связь – С=О группы.

Спектральные характеристики синтезированного нитрозосоединения аурина $-N=O$ отличаются от спектральных характеристик исходного вещества аурина, что указывает на образование нитрозосоединений.



Согласно данным спектра, группы $-N=O$ имеют линии поглощения в областях 1352 см^{-1} - 1444 см^{-1} и $1284\text{--}1220\text{ см}^{-1}$.

Изучено получение и физико-химические свойства ионитов, образующих комплексные соединения на основе полиэтиленполиамина (ПЭПА), а также образование вышеуказанных органических эфиров ортофосфорной кислоты, образующихся в результате реакции ортофосфорной кислоты с пентаэритритом. Согласно анализу результатов ИК – спектроскопии характерные для групп $-\text{CH}_2$ - линии поглощения были обнаружены в областях $2806\text{--}2895\text{ см}^{-1}$ и $1465,90\text{ см}^{-1}$. Вместе с тем в областях поглощения $3400\text{--}2890\text{ см}^{-1}$ проявляются линии, специфичные для групп $\text{CH}_2\text{-OH}$, в области $1132\text{--}1373\text{ см}^{-1}$ линии поглощения, специфичные для групп P=O , C-O и C-OH , в областях поглощения $846,75\text{--}970,19\text{ см}^{-1}$ были выявлены полосы поглощения $(\text{RO})_3\text{P}$ и P-O-C групп.

Результаты анализа образцов сканирующей электронной микроскопии (SEM) показали, что иммобилизованные производные аурина и комплексные соединения равномерно распределены по их поверхности, в то время как анализ поверхности с помощью электронного микроскопа с увеличением показал, что распределение частиц четкое, а также отсутствуют различные некачественные состояния.

В сорбционно-спектроскопических исследованиях использовался анионит (ППА-1), полученный модификацией нитронного волокна полиэтиленполиамином с целью получения сорбента, селективного по отношению к ионам тяжелых металлов на основе ПАН.

Также изучены свойства волокнистых носителей и выбор оптимальных условий иммобилизации, термическая характеристика иммобилизованных реагентов и образуемых ими комплексных соединений. Анализ кривой термогравиметрического анализа и кривой дифференциального термического анализа показывает самую высокую потерю массы образцов при распаде в интервале 3, т.е. потерю $46,35\%$ массы в этом интервале. На основе результатов анализа ДТА и ТГА были определены кинетические параметры процесса для различных температурных диапазонов, а также было

обнаружено, что 79,38% количества от общей массы подвергаются термическому разложению до температуры 604,23⁰С.

Изучены качественные реакции аурина, аурин-нитро- и аурин-сульфореагентов с ионами различных металлов и выбрана оптимальная светопоглощающая способность комплексного соединения цинка(II) и меди(II) с аурин-сульфореагентом (рис.1).

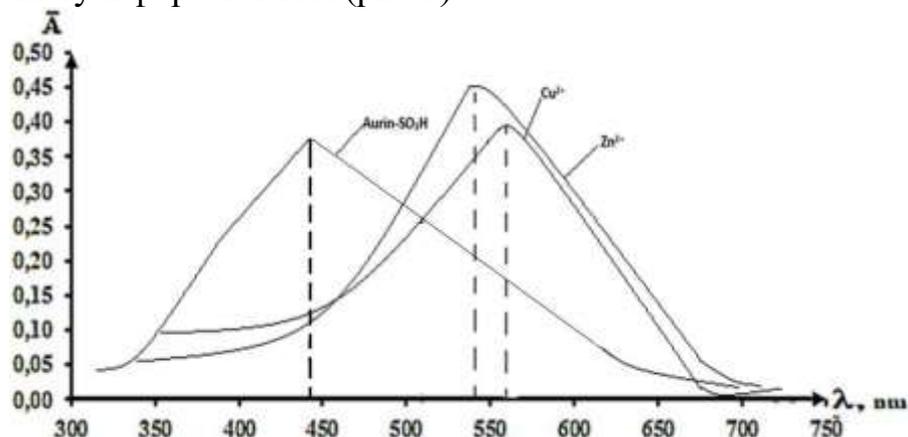


Рисунок 1. График определения длины волны оптимального светопоглощения аурина-(SO₃H)₂ и его комплексов с Zn(II) и Cu(II) ионами.

Была изучена зависимость оптической плотности (ОП) комплексного соединения от рН, согласно которой для комплекса аурин-сульфо с Zn(II) в интервале рН=3,5-4,5, для Cu(II) наблюдается в интервале рН=5,2-6,0, а для комплекса Zn(II) в качестве оптимальной среды наблюдался при рН=4,0, для Cu(II) при рН=5,60 и было замечено, что в этой среде оптическая плотность имеет высокий аналитический сигнал. Однако спектрофотометрическим методом было определено, что значение оптической плотности комплексных соединений устойчиво до 110 мин, а для комплекса Zn(II)-ауринсульфо и для комплекса Cu(II)-ауринсульфо до 120 минут.

В третьей главе диссертации, под названием “**Выбор оптимальных условий иммобилизации реагента аурина-(SO₃H)₂ в волокно на основе РРА-1**”, проведены ИК-спектральные исследования комплексных соединений иммобилизованного реагента аурин-сульфо с ионами Cu(II) и Zn(II), рентгенофлуоресцентный анализ, термическая характеристика иммобилизованного органического реагента (ОР) и его комплексных соединений, сорбция ионов металлов, десорбция иона меди(II) из полимерной матрицы в статических условиях, зависимость оптической плотности комплексного соединения от среды (рН) и порядок добавления компонентов.

Для реагента аурина-(SO₃H)₂ λ_{max}=440 nm, при иммобилизации РРА-аурина-(SO₃H)₂, в то время как образование комплекса с Cu(II) и Zn(II) наблюдалось при λ_{max}=560 nm и 540 nm соответственно. При этом за счет образования комплекса он имеет контраст Δλ 100 и 120 Нм. Было замечено, что иммобилизованный аурина-(SO₃H)₂ в комплексе с ионом меди (II) имеет рН=4-6, а аурина-(NO)₂ имеет максимальный аналитический сигнал в диапазоне 5-7.

В ходе исследований изучалась спектральная характеристика иммобилизованного комплекса ионов меди и цинка, образованного реагентом аурин-(SO₃H)₂ (табл.1).

Таблица 2

Спектральная характеристика иммобилизованного комплекса ионов меди и цинка с реагентом аурин-(SO₃H)₂

Цвет комплекса	pH	λ_{\max} , R	λ_{\max} , КОМ П.	$\Delta\lambda$	ΔA	$E_{\text{наг}}$	Чувствительность по Сенделю 10^{-4} мкг/см ²
Медь (фиолет)	5,8	440	560	100	0,17	45000	2,219
Цинк (оранж)	5,0	440	540	120	0,26	54180	2,779

Из полученных результатов видно, что реакция имеет некоторую контрастность ($\Delta\lambda=120$ Нм) и высокую чувствительность ($S.b.s = 2,219 \cdot 10^{-4}$ и $2,779 \cdot 10^{-4}$). Выявлена также возможность многократного применения полимерного носителя в динамических условиях. В хроматографическую колонку диаметром 1,5 см поместили 0,2 г волокнистого полимера. Высота колонны сорбентов в оборудовании-4,0 см. Через колонку пропускали 25 см³ стандартного раствора меди(II) (концентрация 100 мкг/см³).

Таблица 3

Спектральная характеристика иммобилизованного комплекса ионов меди и цинка, образованного реагентом аурин-(SO₃H)₂

п/н	V, см ³	A _{ср} после сорбции	C _{Cu²⁺} мкг в растворе	C _{Cu²⁺} мкг в сорбенте	R, % степень сорбции	V, см ³	A _{ср} после десорбции	C _{Cu²⁺} мкг после десорбции	Y, % степень десорбции
1	1,5	0,406	854	1148	57,4	0,5	0,164	1100	94,8
2	1,0	0,491	1681	321	16,1	0,5	0,052	320	99,0
3	1,0	0,501	1701	301	15,1	0,5	0,047	280	94,3

В 5 колонках параллельно контролировали концентрацию иона меди(II) до и после сорбции водной фазой, экстрагировали ион меди(II) диэтилдитиокарбаматом свинца Rb(DDTK)₂ в хлороформе и определяли фотометрически. Количество иона меди(II) в сорбционной фазе было рассчитано на основе разницы между начальной и равновесной концентрациями иона меди(II) в водной фазе. В колонке II проводили десорбцию 5 мл 0,5 М азотной кислотой, элюат помещали в колбу на 100 мл, доводили до отметки с водой и перемешивали, затем получали аликвоту (0,5-1,0 мл) и определяли медь(II) по реакции с Rb(DDTK)₂ в CHCl₃

Результаты, полученные в соответствии с данной таблицей, показывают, что для десорбции ионов меди(II) из волокна подходят HNO₃ 0,5 м; H₂SO₄ 0,2 м; HCl 0,1 м. Десорбция составляет 90-100%. Однако восстановление волокна проводилось только обработкой 2% раствором NaOH.

Также были выполнены квантово-химические расчеты, а также установлено, что электронная плотность аурина (SO₃H)₂ (4-[бис-(4-гидрокси-3-сульфофенил)-метилденциклогекса-2,5-диен-1-он] в LUMO сосредоточены

на атомах кислорода и серы О-Н и-SO₃H групп, что для реагента энергии состояний как LUMO, так и HOMO сильно различаются, поэтому -ОН также может создавать сильное поле и, согласно принципу Пирсона «твердые и мягкие кислоты и основания», атомы кислорода и серы в группах О-Н и -SO₃H могут конкурировать в качестве спектаторных реагентов, а более высокое значение кислорода в группе -ОН может образовывать комплексы через координационную связь с металлом.

Таблица 4

Результаты определения оптимальных условий комплекс образования иммобилизованного аурина - (SO₃H)₂ с ионами меди и цинка

№	Оптимальные условия	Комплекс меди (II)	Комплекс Zn (II)
1	Длина волны (λ), nm	560	540
2	Толщина кюветы (l), см	1,0	1,0
3	Концентрация, моль/л	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$
4	Среда (pH)	5,60	4,0
5	Буферный раствор	universal	universal
6	Время, минут	7	4-6
7	Подчин.закону Бугера-Ламберт-Бера, мкг/мл	1-50	1-18
8.	Чувствительность по Сенделю мкг/см ²	$2,219 \cdot 10^{-4}$	$2,779 \cdot 10^{-4}$
9.	Нижняя точка определения Q _{min} , мкг/25 мл	0,272	0,345
10.	Состав комплекса	1:2	1:2

Четвертая глава диссертации «**Аналитическое применение и оценка экономической эффективности сорбционно-спектроскопических методов определения меди и цинка**» посвящена исследованию сорбционных свойств иммобилизованных реагентов, разработке эффективной технологии и экономической эффективности получения азотсодержащих органических реагентов. Из полученных результатов видно, что относительное стандартное отклонение при спектрофотометрическом определении иона Zn(II) из состава искусственных смесей не превышало 0,0087, при определении иона Cu(II) не превышало 0,0152, а также показано, что с помощью этой разработанной методики можно определять Cu(II) и Zn(II) из искусственных смесей и природных объектов близкого состава.

Обнаружение ионов меди (II) и цинка (II) из состава промышленных сплавов имеет важное практическое значение, важное место занимает высокоточный мониторинг состава производственного сырья и чистых продуктов на промышленных предприятиях, специализирующихся на металлургии, применение экономически недорогих методов в этом направлении. С этой целью разработаны методы спектрофотометрического определения микроколичеств ионов меди и цинка из стандартных образцов промышленных сплавов с использованием органических реагентов на основе аурина (табл.5-7).

Результаты показывают, что с помощью разработанных спектрофотометрических методов для обнаружения Cu(II) и Zn(II) с использованием ауриносурфо были получены высокие результаты

Таблица 5

Обнаружение ионов меди (II) и цинка (II) из искусственной смеси
($C_{Cu^{2+}} = 50,0$ мкг КФК-3, $l = 1,0$ см, $\lambda_{max} = 560$ Нм, $pH = 4,0$, $n = 5$, $P = 0,95$, $trk = 2,78$)

Соотношение чужих ионов Me: 50mkg	\bar{A}	Найденное Cu^{2+} мкг X_i	\bar{X}_i	$X_i - X_i$ o'rt	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	S	S _r	$\bar{X}_i \pm \Delta X$
Определение ионов меди (II)								
Mg ²⁺ (5)	0,151	48,50	49,51	-1,00	1,0000	0,7491	0,0152	49,50±0,93
Pb ²⁺ (5)	0,155	49,17		-0,33	0,1089			
Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ (150)	0,156	49,50		0,00	0,0000			
	0,156	49,84		0,34	0,1156			
NO ₃ ⁻ (500)	0,156	50,51		1,01	1,0201			
Cd ²⁺ (0,1)	0,157							
Определение ионов цинка (II)								
K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , Zn ²⁺ , (100);	0,189	20,17	20,17	0,00	0,0000	0,2640	0,0087	20,16±0,33
Al ³⁺ (10);	0,188	20,00		-0,17	0,0289			
Mg ²⁺ (5);	0,191	20,40		0,33	0,1089			
Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ (150)	0,187	19,83		-0,34	0,1156			
	0,190	20,33		0,16	0,0256			
NO ₃ ⁻ (500) Co ²⁺ (0,5)								

Оптимальные условия характеризуются высокой точностью и селективностью и низким пределом заданных концентраций, а также относительным стандартным отклонением, не превышающим во всех случаях 0,026, что свидетельствует о соблюдении пределов метрологических параметров, установленных для разрабатываемых методов.

Из результатов приведенной таблицы известно, что относительное стандартное отклонение разработанной методики при определении ионов меди(II) и цинка(II) из фильтратов промышленных отходов и сточных вод в различных регионах не превышало 0,035 для меди(II) и 0,040 для цинка(II).

Как видно из данных таблицы 8, результаты разработанного метода фотометрического определения Cu(II) и Zn(II) из состава биологических объектов были точными и воспроизводимыми, а относительное стандартное отклонение (S_r) метода не превышало 0,016. В результате опытно-испытательных работ производственные сточные воды были очищены синтезированными сорбентами и получили положительные результаты. В частности, установлено, что эффективность разделения ионов Cu(II) и Zn(II) в воде в несколько раз выше. Также регенерация сорбента еще больше повышает экономическую эффективность процесса.

Таблица 6

Результаты спектрофотометрического определения иона Zn(II) из стандартных образцов промышленных сплавов (КФК-3, $\lambda=560$ nm, $l=1,0$ см, Zn^{2+} pH-4.0, P=0,95)

№	Взятый аликвот, V мл	Кол-во Zn(II) d в аликвоте, мкг	A	найденно, Zn^{2+} , мкг, X_i	$\bar{X}_i \pm \Delta X$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	S	S _r
Марка сплава АК12МК 203-1									
1	1	13,0	0,204 0,208 0,202	12,64 13,31 12,31	12,75± 1,266	-0,11 0,56 -0,44	0,0121 0,3136 0,1936	0,5096	0,016
2	1,25	21,25	0,256 0,253 0,258	21,26 20,76 21,59	21,20± 1,033	0,06 -0,44 0,39	0,0000 0,1936 0,1521	0,4157	0,026
3	1,5	19,5	0,307 0,304 0,301	19,70 19,21 18,71	19,21± 1,230	0,49 0,00 -0,50	0,2401 0,0000 0,2500	0,4950	0,010
Марка сплава АК12МК 203-5									
1	3	15,0	0,278 0,280 0,273	14,90 15,23 14,07	14,7±1 ,49	0,20 0,53 -0,63	0,0400 0,2809 0,3969	0,5991	0,013
2	3,2	18,0	0,302 0,297 0,294	18,87 18,05 17,55	18,16± 1,66	0,71 -0,11 -0,61	0,5041 0,0121 0,3721	0,6664	0,010
3	3,3	19,5	0,302 0,306 0,311	18,87 16,75 20,36	18,66± 1,05	0,21 -1,91 1,70	0,0441 3,6481 2,8900	1,8141	0,014
Марка сплава М99-5									
1	0,5	20,5	0,132 0,135 0,129	20,73 21,23 20,23	20,73± 1,242	0,00 0,50 -0,5	0,0000 0,2500 0,2500	0,500	0,024
2	1,0	21,0	0,244 0,248 0,251	19,27 19,93 20,43	19,88± 2,990	-1,61 0,05 0,55	2,5921 0,0025 0,3025	1,2036	0,022
3	1,1	15,1	0,275 0,279 0,282	14,40 15,07 15,56	15,01± 1,447	-0,61 0,06 0,55	0,0036 0,0009 0,0009	0,05823	0,013
4	1,2	19,2	0,304 0,307 0,301	19,21 19,70 18,71	19,21± 1,230	0,00 0,49 -0,50	0,0000 0,2401 0,2500	0,0453	0,007

В ходе исследования были выявлены и очищены от содержания в сточных водах производственных предприятий микроколичества ионов меди(II) и цинка(II) (Таблица 8).

Очистка промышленных сточных вод с использованием некоторых азотсодержащих реагентов и их возврат в производство-одна из актуальных проблем. Загрязнение водоемов Кашкадарьинской области ионами тяжелых

металлов обусловлено обрабатывающей промышленностью, а также антропогенным воздействием.

Таблица 7

Результаты спектрофотометрического определения иона Cu(II) из стандартных образцов промышленных сплавов (KFK-3, $\lambda=560$, $l=1$ см, Cu^{2+} pH=5.6, Zn^{2+} pH=4.0, $R=0,95$)

№	Взяты аликвоты, V мл	Кол-во меди(II) в аликвоте мкг	A	Найдено Cu^{2+} , мкг, X_i	$\bar{X}_i \pm \Delta X$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	S	S_r
M115-1 (N9, NX98)									
1	1,0	44,14	0,139 0,136 0,141	44,16 43,16 44,83	$44,03 \pm 2,0$ 9	0,11 -0,89 0,78	0,0121 0,7921 0,6084	0,85	0,019
2	1,2	43,12	0,139 0,137 0,135	44,16 43,49 42,82	$43,46 \pm 1,6$ 7	0,67 0,00 -0,67	0,4489 0,0000 0,4489	0,68	0,015
3	98	57,40	0,184 0,178 0,176	59,19 57,18 56,52	$57,61 \pm 3,4$ 5	1,56 -0,45 -1,11	2,4336 0,2025 1,2321	1,40	0,024

Таблица 8

Результаты определения микроколичеств ионов меди (II) и цинка (II) из состава сточных вод производственных предприятий ($C=9,95 \cdot 10^{-4}$ м; $\lambda=560$ и 540 Нм; pH=4,0 и $5,60$; $l=1$ см; $n=3$; $R=0,95$)

Территория	Найдено Cu(II), мкг/мл ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S_r	Найдено Zn(II), мкг/мл ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S_r
Ангрен	$9,11 \pm 0,84$	0,34	0,035	$9,77 \pm 1,02$	0,385	0,040
Навай	$9,23 \pm 0,072$	0,13	0,013	$9,95 \pm 0,18$	0,323	0,034
Кашкадарья	$9,63 \pm 0,059$	0,11	0,012	$9,87 \pm 0,11$	0,165	0,018
Сурхандарья	$9,35 \pm 0,018$	0,16	0,019	$9,33 \pm 0,14$	0,391	0,040

Медь и цинк-важные металлы, широко используемые в промышленности. Они всегда востребованы, от электрооборудования до применения в различных отраслях промышленности. Однако важно понимать негативное воздействие этих металлов на окружающую среду и здоровье человека, будь то выбросы в природу или их присутствие в высоких концентрациях.

Установлено, что результаты точности, чувствительности и селективности разработанных спектрофотометрических методов обнаружения при определении микроколичеств ионов меди (II) из состава сложных смесей, сточных вод, поступающих с производственных предприятий в виде отходов, и реальных объектов соответствуют результатам, приведенным в ГОСТ 54276-2010 и ГОСТ 54276-2010. Метод спектрофотометрического анализа был использован для определения

содержания ионов меди(II) в растворах, полученных из сточных вод и реальных объектов, в результате химической обработки.

Был проведен химический анализ водоемов Кашкадарьинской области, и в результате было замечено увеличение концентрации ионов меди на отрезке лет. Загрязнение водоемов Кашкадарьинской области ионами тяжелых металлов обусловлено обрабатывающей промышленностью, а также антропогенным воздействием. Медь и цинк-важные металлы, широко используемые в промышленности. Они всегда востребованы, начиная от электрооборудования и заканчивая применением в различных отраслях промышленности. Однако очень важно понимать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека попадания этих металлов в природу в виде отходов или в высоких концентрациях (табл.9).

Таблица 9

Результаты анализа состава вод рек Кашкадарья (2021-2023гг.)

п/п	Наименование компонента	Мера измерения	Показатель качества						
			Кашкадарья (Ch.S.O.) вход 04.02.2021г.	Кизилдарья (Яккабаг) 04.02.2021г.	Танхоздарья (Шахрисабз) 04.02.2021г.	Кашкадарья (Карши) 04.02.2021г.	Ақдарья (Китаб) 04.02.2021г.	Кашкадарья (Ch.S.O.) выход 04.02.2021г.	Кашкадарья (китаб) 04.02.2021г.
2021г.									
1.	Cu^{2+}	мг/л	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
2.	Zu^{2+}	мг/л	0,005	0,008	0,005	0,006	0,007	0,009	0,057
2022 г.									
3	Cu^{2+}	мг/л	0,006	0,002	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002
4	Zu^{2+}	мг/л	0,005	0,008	0,005	0,006	0,007	0,009	0,057
2023 г.									
5	Cu^{2+}	мг/л	0,008	0,004	0,005	0,006	0,005	0,006	0,004
6	Zu^{2+}	мг/л	0,005	0,008	0,005	0,006	0,007	0,009	0,057

На этом этапе был проведен химический анализ водоемов Кашкадарьинской области, и в результате было замечено увеличение концентрации ионов меди и цинка на отрезке лет.

Таблица 10 .

Экологические выбросы металлов Cu и Zn в окружающую среду в разрезе лет

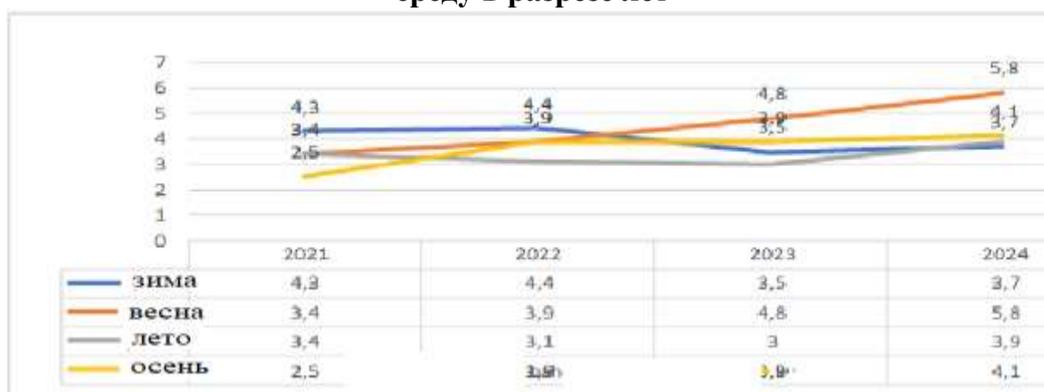


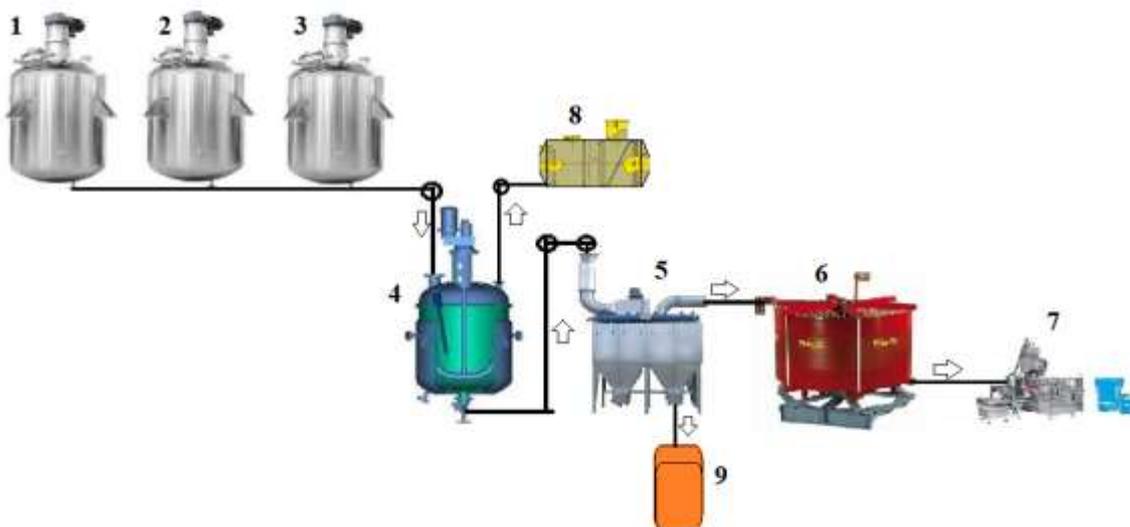
Таблица 11

Химический анализ водоемов Кашкадарьинской области (Cu^{+2})

Показатель качества.	04.02.2021г.	04.02.2022г.	04.02.2023г.
Кашкадарья (СН.С.О.)вход	0,004мг/л,рН=6.2	0.006мг/л,рН=8.2	0,008 мг/л,рН=10,2
Кизилдарья (Яккабаг)	0,001мг/л,рН=5.9	0.002мг/л,рН=7.9	0,004 мг/л,рН=9,9
Танхоздарья (Шахрисабз)	0,001мг/л,рН=5.4	0.003мг/л,рН=7.4	0,005 мг/л,рН=9,4
Кашкадарья(Карши)	0,002мг/лрН=6.4	0.004мг/л,рН=8.4	0,006 мг/л,рН=10,4
Акдарья(Китаб)	0,001мг/л,рН=5.9	0.003мг/л,рН=7.9	0,005 мг/л,рН=9,9
Кашкадарья(СН.С.О.)выход	0,002мг/л,рН=6.5	0.004мг/л,рН=8.5	0,006 мг/л,рН=10,5
Кашкадарья(Китаб)	0,001мг/л,рН=5.8	0.002 мг/л, рН=7.8	0,004 мг/л,рН=9,8

В частности, 'В Шуртанском нефтегазодобывающем управлении' из производственных вод за сутки образуется 6000 м³ сточных вод. По результатам исследований были получены иониты, образующие комплексные соединения на основе полиэтиленполиамины с хорошими результатами.

Согласно этому методу для получения ионитов, образующих комплексные соединения, в реактор (4) из емкостей вводили ортофосфорную кислоту (1) и затем медленно пентаэритрит (2), перемешивали в реакторе (4) при температуре 130-150°С в течение 2 часов при помощи специальной мешалки и получали вещество в среде с рН=5 бледно-желтой жидкой маслянистой средой. В реакторе (4) осуществлялась фильтрация полученных добавок на основе смешиваемой ортофосфорной кислоты и пентаэритрита (5), а подготовленные для иммобилизации (3) обрабатывались ПЭПА-1. Полученный продукт поступает в (7). Полученная смесь образует загустевшее желтоватое вещество с рН=7.



1 - Емкость для ортофосфорной кислоты; 2-Емкость для пентаэритрита; 3 - Емкость для ПЭПА; 4-реактор (образующий иониты); 5 - процесс фильтрации; 6-реактор для иммобилизации; 7-Готовый продукт; 8-емкость для воды, 9-емкость для твердых веществ.

Рисунок 2. Технологическая схема получения ионитов, образующих комплексные соединения.

ВЫВОДЫ

1. На основе ортофосфорной кислоты, полиэтиленполиамина и пентаэритрита были получены новые азотсодержащие селективные иониты, для которых были подобраны оптимальные условия комплексообразования и исследованы их физико-химические характеристики. Определены оптимальные условия образования цветного комплекса иона меди(II) с ауриин-сульфо реагентом: максимум светопоглощения, значение pH раствора, количество реагента, зависимость от состава буфера, стабильность во времени и порядок добавления компонентов.

2. На основании данных ИК-спектроскопии и электронной спектроскопии установлено, что иммобилизация аурина и его производных происходит через нитрозо- и сульфогруппы, определён состав металл-реагент в комплексах.

3. Спектры поглощения комплекса ауриин-сульфо реагента с ионом меди(II) были изучены при оптимальных условиях, и получены спектральные характеристики: максимумы поглощения ($\lambda_{\max}(\text{HR}) = 440$ нм, $\lambda_{\max}(\text{CuR}_2) = 560$ нм, $\lambda_{\max}(\text{ZnR}_2) = 540$ нм), с контрастностью $\Delta\lambda = 120$ и 100 нм. По графическому методу Толмачёва были определены истинные молярные коэффициенты поглощения (ϵ) (для $\epsilon_{\text{ист}} = \text{CuR}_2$ — 45000, для ZnR_2 — 54000).

4. Молярное соотношение компонентов в образованных комплексах составляет $\text{Cu}:\text{R} = 1:2$ и $\text{Zn}:\text{R} = 1:2$. На основании квантово-химических расчётов и анализа заряда комплекса предложена предполагаемая формула соединения.

5. Был предложен метод спектрофотометрического ионов Cu (II) и Zn (II) с помощью ауриин-сульфореагента, где область подчиняющаяся закону Бера, составляет 1,0-50,0 мкг для Cu, 1,0-18,0 мкг для Zn и нижний предел обнаружения для Cu (0,272 мкг/25 мл) для Zn (0,345 мкг/25 мл), чувствительность по Сенделю для Cu $S.b.s = 2,219 \cdot 10^{-4}$ мкг/см² и для Zn $S.b.s = 2,779 \cdot 10^{-4}$ мкг/см².

6. Селективность, воспроизводимость и точность разработанного метода не превышали относительного стандартного отклонения ($S_r = 0,040$) в результатах анализа искусственных смесей, промышленных сплавов и сточных вод Кашкадарьинского региона с использованием метода “введено-найдено” в присутствии ряда ионов металлов и анионов, анализ высокочувствительности и селективности метода определения ионов Cu(II) и Zn(II), сорбентами, полученными на основе иммобилизованных органических реагентов с использованием ауриин-сульфореагента, показал, что скорость улавливания ионов металлов в промышленных и сточных водах составляет 85-98% и 90-98% соответственно.

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 AT TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

QARSHI STATE UNIVERSITY

GULBOYEVA DILAFRUZ RUZIBOYEVNA

**SORPTION SPECTROSCOPIC DETERMINATION OF COPPER AND
ZINC IONS IN INDUSTRIAL WASTEWATERO WITH THE HELP OF
SOME NITROGEN-CONTAINING REAGENTS**

11.00.05 – Environmental protection and rational use of natural Resources

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

Tashkent – 2025

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in chemical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.3.PhD/K665

The dissertation was completed at the Qarshi state university

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council www.tkiti.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and Educational portal www.zivonet.uz.

Research supervisor:

Smanova Zulaykho Asanaliyevna
Doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Mukhamedov Qobiljon Gofurovich
Doctor of technical sciences., professor

Alieva Muqaddas Tuychievna
Doctor of chemical sciences, associate professor

Leading organization:

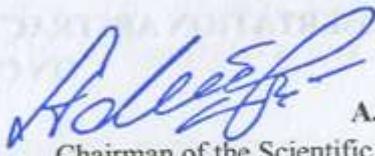
Termez State University

The dissertation will be defended on "2" July 2025 at "9⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology at 111116, Tashkent region, p. Tashkent, st. Shurabazar, Phone: (+99895) 144-67-83, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

The dissertation has been registered at the Informational Resource Center of the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology at: under № 2025/13 (Address: 111116, Tashkent region, p. Tashkent, st. Shurabazar. Phone: (+99895) 144-67-83, e-mail: ooo_tniixt@mail.ru).

The abstract of the dissertation has been distributed on «12» June 2025 year
Protocol at the register № 2025/13 dated «12» June 2025 year




A.T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for
Awarding of the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Academic


Sh.N. Qiyomov
Scientific Secretary of the Scientific
Council for Awarding of scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher


H.S. Beknazarov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Introduction (abstract of PhD dissertation)

The aim of the study is: consists of sorption-spectroscopic detection and purification of Cu(II) and Zn(II) ions from industrial wastewater using complexing nitrogen-containing reagents.

The object of research is, orthophosphoric acid, polyethylenpoliamine (PEPA), pentaeritrite-based nitrogen-holding ionites, polyacrylonitrile fiber aurin-based organic reagents obtained from effluents and the Cu (II), Zn (II) ions in it, as well as environmental and industrial objects.

The scientific novelty of the research is as follows:

new selective nitrogen-containing ion-exchange resins based on orthophosphoric acid, polyethylene polyamine, and pentaerythritol have been synthesized, and the optimal conditions for their complexation, composition, and structure have been determined using physicochemical methods;

the action, chemical, and sorption-analytical properties of immobilized organic reagents based on aurine and its derivatives, as well as the mechanism of complex formation with copper and zinc ions, have been scientifically validated;

based on quantum chemical calculations and charge determination of the complex, the structure of the complexes has been proposed. It was found that the stoichiometric ratio of the complex compounds formed by toxic metal ions in the environment is Cu:R = 1:2 and Zn:R = 1:2;

the metrological and analytical properties of copper and zinc complex formation in environmental protection using immobilized organic reagents based on aurine and its derivatives have been established;

compared to conventional Cu(II) and Zn(II) sorbents, the static and dynamic exchange capacities of immobilized organic reagent-based sorbents in both single and mixed solutions, as well as the rate of metal ion removal from wastewater, have improved by 85–98% and 90–98%, respectively;

new methods for sorption-spectrophotometric detection and purification of Cu(II) and Zn(II) ions from environmental samples using sorbents with immobilized organic reagents have been developed.

Implementation of research results. Based on scientific results obtained for the sorption-spectroscopic determination of Cu(II) and Zn(II) ions from industrial wastewater using certain nitrogen-containing reagents:

Immobilized organic reagents based on aurin and its nitro derivatives, as well as aurin sulfo compounds, have been implemented in practice at the "Shurtan Oil and Gas Production" department (as per the information letter No. П04/IIIЕ-1316 dated March 29, 2024, from the "Shurtan Oil and Gas Production" department). As a result, it became possible to detect and remove Zn(II) and Cu(II) ions in various media from industrial wastewater.

Sorption-spectroscopic determination methods of Cu(II) and Zn(II) ions from industrial wastewater using certain nitrogen-containing reagents have been implemented at the "Shurtan Oil and Gas Production" department (according to information letter No. П04/IIIЕ-1316 dated March 29, 2024, from the "Shurtan Oil and Gas Production" department). As a result, the use of immobilized nitrogen-

containing organic reagents enabled the development of sorbents for sorption-spectroscopic determination and allowed the optimization of existing methods.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, A list of literature and an appendix. The volume of the dissertation was 116 Pages.

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

I bo'lim (I часть, I part)

1. Gulboyeva D.R. Yakubov E.SH., Safarova M.A., Choriyev A.U //Комплексные соединения кобальта (II), Меди(II) и цинка с хиназолоном // Universum:Химия и биология. 2019. №8(101). С.59-62 (02.00.00; №2).

2. Gulboyeva D.R. // Carbon paste electrodes modified by various organic reagents //Novateur publications Journal NX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal ISSN No: 2581 – 4230 volume 7, ISSUE 4, Apr. -2021. (<https://oak.uz/pages/4802>)

3. Dilafruz Gulboeva, Fayzulla Nurkulov, Zulayxo Smanova. //Investigation of indicators of nitrogen containing complexing ionizes by scanning electron microscope //Science and innovation international scientific journal volume 2 issue 9 september 2023 UIF-2022: 8.2 | 152-156-b| ISSN: 2181-3337 | Scientists.UZ. (<https://oak.uz/pages/4802>).

4. Gulboyeva D.R, Smanova Z.A //Investigation of the r m al properties of coordination compounds obtained from immobilized ligands // Science and innovation international scientific// journal volume 2 issue 11 november 2023 UIF-2022: 8.2 379-383c| ISSN: 2181-3337 | Scientists.UZ. (<https://oak.uz/pages/4802>)

5. Dilafruz Gulboyeva, Zulayxo Smanova //Infrared spectroscopic analysis of ionites based on orthophosphoric acid esters. //Universum: химия и биология. 2023. № 12 (114). 49-51. (02.00.00; №2).

6. Гулбоева Д.Р //Таркибида азот тутган комплекс ҳосил қилувчи ионитларни олиш ва физик – кимёвий хоссаларни таҳлил қилиш//Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнал. №4/2023 Ташкент 43-46 с. (02.00.00; № 4).

7. Гулбоева Д.Р., Бобомуродова М.С., Халилова Л.М., Сманова З.А. // Имобилизованные органические реагенты для определения ионов ртути и свинца в объект ах окружающей среды/ Научный Вестник СамГУ 2021. С-156. (02.00.00; № 9).

II bo'lim (II часть, II part)

8. Gulboyeva D.R., Qurbonova Z.E. //Аурин реагенти ёрдамида баъзи оғир металл ионлари учун тест усулини яратиш// “Nodir va poyob metallar kimyosi va texnologiyasi: bugungi holati muammolari va istiqbollari” Respublika ilmiy-amaliy konfrensiya 2023 Termiz, 198-199 б.

9. Gulboyeva D.R. To'rayeva X.G'. //Нитразоний желтый реагенти ёрдамида баъзи оғир металл ионлари учун тест усулини яратиш// “International conference on teaching, education and new learning technologies 2023/2” 320-322б.

10. Гулбоева Д.Р., Сманова З.А. //Разработка метода испытаний некоторых ионов тяжелых металлов с нитразоний желтый реагентом// Кимёнинг ривожига фундаментал, амалий тадқиқотлар ва уларнинг

истикболлари Республика илмий-амалий анжумани 2022 йил 22-23 сентябрь 519 б.

11. Dilafruz Gulboeva, Zulayxo Smanova, Zafar Diyorov. //Study of electron scanning microscope indicators of a nitrogen-containing aurin compound// «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий-технологиянинг замонавий муаммолари» Халқаро илмий-амалий анжумани Қарши-2023 й 196-199б.

12. Dilafruz Gulboeva, Zulayxo Smanova, Zulfiya Kurbonova. //Research of ir spectroscopy indicators of the aurin compound, which contains nitrogen// «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий-технологиянинг замонавий муаммолари» Халқаро илмий-амалий анжумани Қарши-2023 й 199-201б.

Avtoreferat «QarDU xabarları»jurnali tahririyatida tahrir qilindi
Bosishga ruxsat etildi: 05.06.2025 yil.



№ 10-3279

Bichimi: 60x84 ^{1/16} «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2,8. Adadi 100. Buyurtma: № 100
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09
Guvohnoma reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.