

**O`ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/30.12.2019.K.01.03 RAQAMLI KENGASH ASOSIDAGI BIR  
MARTALIK ILMIY KENGASH**

---

**O`ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

**HALILOVA LOLA MEHRIDDINOVNA**

**NAVOIY VILOYATI CHIQINDI SUVLARI TARKIBIDAGI Co(II),  
Ni(II) IONLARINI ANIQLASHNING YANGI USULLARINI ISHLAB  
CHIQISH VA MONITORINGINI O`TKAZISH**

**02.00.02 – Analitik kimyo  
03.00.10 – Ekologiya**

**KIMYO FANLARI BO`YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYA  
AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2023**

**Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiya avtoreferati mundarijasi**

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

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on chemical sciences**

**Halilova Lola Mehriddinovna**

Navoiy viloyati chiqindi suvlari tarkibidagi Co(II) va Ni(II) ionlarini aniqlashning yangi usullarini ishlab chiqish va monitoringini o'tkazish.....5

**Халилова Лола Мехриддиновна**

Разработка новых методов определения ионов Co(II) , Ni(II) и проведение мониторинга в сточных водах Навоийской области ..... 21

**Halilova Lola Mehriddinovna**

Development and monitoring of new methods for detecting Co(II), Ni(II) ions in wastewater of the Navoi region.....39

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

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**O`ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/30.12.2019.K.01.03 RAQAMLI KENGASH ASOSIDAGI BIR  
MARTALIK ILMIY KENGASH**

---

**O`ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

**HALILOVA LOLA MEHRIDDINOVNA**

**NAVOIY VILOYATI CHIQINDI SUVLARI TARKIBIDAGI  
KOBALT(II) VA NIKEL(II) IONLARINI ANIQLASHNING YANGI  
USULLARINI ISHLAB CHIQISH VA MONITORINGINI O`TKAZISH**

**02.00.02 – Analitik kimyo  
03.00.10 – Ekologiya**

**KIMYO FANLARI BO`YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYA  
AVTOREFERATI**

**Toshkent - 2023**

**Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.2.PhD/K619 raqam bilan ro'xtatga olingan.**

Dissertatsiya O'zbekiston Milliy universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya vatoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezyume)). Imiy kengash veb-sahifasi ([www.ik-kimyo.nuuz.uz](http://www.ik-kimyo.nuuz.uz)) va «Ziyonet» Axborot-ta'lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbarlar:**

**Smanova Zulayxo Asanaliyevna**  
kimyo fanlari doktori, professor

**Abdullayeva Muborak Maxmusovna**  
biologiya fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Yaxshiyeva Zuhra Ziyatovna**  
kimyo fanlari doktori, professor

**Azimova Dilbar Ortiqovna**  
biologiya fanlari nomzodi, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

Toshkent farmatsevtika instituti

Dissertatsiya himoyasi O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.K.01.03 va DSc.03/30.12.2019.K.01.06 raqamli kengashlar asosidagi bir martalik ilmiy kengashning 2023 yil « 16 » 12 soat 11<sup>30</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil 100174 Toshkent, Universitet ko'chasi, 4-uy. Tel: (99871)227-12-24, faks (99824)246-53-21; 246-02-24. e-mail:[chem0102@mail.ru](mailto:chem0102@mail.ru)).

Dissertatsiya bilan O'zbekiston Milliy universitetining Axborot- resurs markazida tanishish mumkin (N 182 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100174 Toshkent, Universitet ko'chasi, 4-uy. Tel: (99871)227-12-24, faks (99824)246-53-21; 246-02-24. E-mail. [nauka@nuu.uz](mailto:nauka@nuu.uz)).

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil « 4 » 12 kuni tarqatildi.

(2023 yil « 2 » 12 dagi N 11 raqamli reestr bayonnomasi).



**Sh.Sh.Daminova**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash raisi k.f.d., professor

**N.H.Qutlimurotova**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash ilmiy kotibi k.f.d., professor

**E.Abdurahmonov**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash qoshidagi ilmiy  
seminar raisi, k.f.d., professor

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

**Tadqiqot mavzusining dolzarbligi va zaruriyati.** Dunyoda aholi sonining ortib borishi bilan sanoat va texnikaning, qishloq xo'jaligining, kimyo sanoatining rivojlanishiga olib kelmoqda, bu esa atrof muhit obektlarida og'ir va zaharli, kanserogen metallar miqdorining oshishiga sabab bo'lmoqda. Og'ir metallar qatoriga kobalt va nikel metallari ham kirib, ular katalizator, qotishmalar, isitgichlar, korroziyaga bardoshli materiallar olishda keng qo'llaniladi, ularning atrof muhit obyektlarida ruxsat etilgan chegaraviy miqdoridan oshishi ekotizimga salbiy ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun uni ekologik obyektlar tarkibidan aniqlashning yangi, tanlab ta'sir etuvchan usullarini yaratish muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Jahonda olimlar tomonidan suvli muhitda kobalt va nikel ionlarining ultramikromiqdorlarini tahlil qilishga imkon beradigan ko'plab fizik va fizik-kimyoviy tahlil usullari mavjud. Bularga asosan davlat standartl usullari, ya'ni atom-absorbsion va spektrofotometrik usullar kiradi. Biroq, ular har doim ham ruxsat etilgan chegaraviy miqdordan kam kobalt va nikel ionlarini aniqlash imkonini bera olmaydi. Shu sababdan avvaldan konsentrlash, undan so'ng tegishli fizik-kimyoviy usullar bilan aniqlashni o'z ichiga olgan "gibrid" usullar ishlab chiqish ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Mamlakatimizda ham kimyoviy elementlarni sorbsion-spektroskopik aniqlashning yangi usullarini yaratish bilan bir qatorda mavjud usullarni takomillashtirish orqali ularning tanlovchanligi hamda sezgirligini oshirish yuzasidan bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, oqava suvlarni turli shakldagi ekotoksikantlardan tozalashda kimyoviy reagentlar va adsorbsion materiallar keng qo'llanilaniib, konsentrlashni amalga oshirish uchun turli tabiiy va sun'iy materiallar, masalan seolitlar, gematitlar, alyumosilikatlar, selluloza, sintetik tola va h.k. qo'llash bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda. O'zbekiston Respublikasining 2022-2026-yillarda mo'ljallangan yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasida "Atrof-muhitning ifloslanish darajasini baholash mexanizmlarini takomillashtirish, atrof muhitni kuzatish, uning ifloslanish darajasini bashorat qilish, davlat ekologik nazoratini doimiy axborot bilan ta'minlash, ifloslantiruvchi manbalarning holati va atrof-muhitga ta'siri ustidan monitoringni amalga oshirish"<sup>1</sup> vazifalari belgilab berilgan. Bu borada atrof-muhit obyektlarining monitoringini olib borish uchun sorbsion-spektroskopik usulda sellektivligi yuqori bo'lgan organik reagentlar bilan metall ionlarini ajratib olish muhim ahamiyatga egadir.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida» gi PF-60-son Farmonida, 2019 yil 30 oktabrdagi «2030-yilgacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5863-son Farmonida, 2018 yil 3 oktyabrdagi «Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish sohasida davlat boshqaruvi tizimini takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida» PQ-3956-son qarori, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi PF-60-son Farmoni

Mahkamasining 2020-yil 18-fevraldagi «Ekologik xavfsizlik to'g'risidagi umumiy texnik reglamentni tasdiqlash haqida» VM-95-son qarori.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» bo'yicha ustuvor yo'nalishlariga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Dunyo olimlari tomonidan kobalt va nikel ionlarining atrof-muhitga ta'sirini o'rganish va sorbsion konsentrlash usullari yuzasidan Zolotov Yu.A., G.M. Myasoedova, N.M.Kuzmin, Banerjee P., Bhattacharya P., Kosiorek M., Wyszowskiy M., Genchi G., Carocci A., Lauria G., Sinicropi M., Zhen G.H., Liu Ch.M., Sun J.M., Feng Zh., Cheng Ch., Rohilla R., Gupta U., Babuyev M.A., Amirov A.M., Panova, Y., Aubakirov, Y., Arbag, H., Batueva T.D., Kondrashova N.B., Scherban M.G., Taubayeva A.S., Dzhusupbekov U.Z., Nurgaliyeva G.O., Temel H., Posa S., Serikbaeva K.T., Kovrigina T.V., Ergozhin E.E., Chalov T.K., Nikitina A.I. va boshqalar tomonidan bir qator tadqiqotlar olib borilgan. Ular kobalt va nikel ionlarini o'simlik, hayvon va inson organizmidagi ta'sirini va turli sorbentlar yordamida konsentrlash usullarini ishlab chiqilgan.

O'zbekistonda kimyoviy sensorlar va elementlarni aniqlashning test-usullarini ishlab chiqish bilan Gevorgyan A.M., Abduraxmanov E., (elektrokimyoviy usullar), Djijanbaeva R.X., Kabulov B.D., Nasimov M.A., Shesterova I.P., Turabov N.T. (optik usullar) shug'ullanishgan. Lekin kobalt(II) va nikel(II) ionlarini sorbsion-spektroskopik aniqlash, ularni atrof-muhit obyektlarida monitoringini o'tkazishga oid tadqiqotlar kam o'rganilgan.

**Dissertatsiya mavzusi dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi** Dissertatsiya ishi O'zbekiston Milliy universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining A. 12.53 "Atrof-muhit obyektlarida ekotoksikantlarni fotometrik va sorbsion-fotometrik aniqlash usullarini ishlab chiqishda polimer tashuvchilarda immobillangan reagentlar" (2015-2017), FZ-20171024243 «Kobalt va temir ionlarini aniqlashda immobillangan azoreagentlarning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish» (2018-2019) mavzusidagi fundamental va amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** Navoiy viloyati chiqindi suvlari tarkibidagi Co(II) va Ni(II) ionlarini immobillangan organik reagentlar bilan sorbsion-spektroskopik aniqlash usullarini ishlab chiqish hamda tabiiy va oqova suvlarda monitoringini o'tkazish.

**Tadqiqotning vazifalari:**

kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlashda selektiv organik reagentlarni tanlash va ularni tuzulishini, reagentlarni polimer sorbentlarga immobillashning optimal sharoitlarini aniqlash;

kobalt(II) va nikel(II) ionlarini immobillangan organik reagentlar bilan kompleks hosil qilish sharoitlarini hamda ularning hosil bo'lish mexanizmi va tarkibini aniqlash;

kobalt(II) va nikel(II) ionlarining imobillangan organik reagentlar bilan hosil qilgan komplekslarining barqarorlik konstantalari, mol nisbatlarini aniqlash;

kobalt(II) va nikel (II) ionlarini sorbsion-spektroskopik aniqlash usulini ishlab chiqish va usulning aniqliligini baholash;

ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usulning atrof-muhit obyektlaridagi qo'llanishi hamda Navoiy viloyati suv havzalari va sanoat oqova suvlaridagi kobalt(II) hamda nikel(II) ionlari miqdorini monitoringini o'tkazish va ekologik jihatdan baho berish;

kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlashda ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usulni amaliyotga joriy qilish sohalarini va ularning atrof- muhit obyektlariga ta'sirini aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti** Navoiy viloyati hududidagi tarkibida kobalt(II) va nikel(II) tutgan atrof-muhit obyektlari (sanoat chiqindi va oqava suvlar, o'simliklar, tuproq va hokazo).

**Tadqiqotning predmeti** Co(II) va Ni(II) ionlari, 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota hamda 1-(2-bridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi organik reagentlari hisoblanadi.

**Tadqiqot usullari** Spektroskopik (nur qaytarish, nur yutish, IQ-spektroskopiyasi), YuSSX, skanerlovchi elektron mikroskopiyasi, rentgen-fluoussent va rentgenofazaviy tahlili, kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:**

kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlashda 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota hamda 1-(2-bridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi analitik reagent sifatida tanlangan va ularni tashuvchilarga immobillashning optimal sharoitlari aniqlangan;

kobalt(II) va nikel(II) ionlarini 1-(2-bridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi va 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota reagentlari bilan kompleks hosil qilishining optimal sharoitlari topilgan (pH=2,5 Ni(II) ioni uchun, pH=3 Co (II) ioni uchun);

kobalt(II) va nikel(II) ionlarini immobillangan 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota va 1-(2-bridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi reagentlari bilan hosil qilgan komplekslarining mol nisbatlari 1:1 va muvozanat konstantalari Ni(II) ioni uchun  $K=3,42 \cdot 10^9$  va Co(II) ioni uchun

$K=4,08 \cdot 10^{11}$  ekanligi aniqlangan, bu esa komplekslarning barqaror ekanligini isbotlagan;

kobalt(II) va nikel(II) ionlari uchun yangi, sezgir, ekspress bo'lgan sorbsion-spektroskopik aniqlash usuli ishlab chiqilgan;

kobalt(II) va nikel(II) ionlarining atrof-muhitdagi ta'siri o'simliklar (bug'doy va jo`xori) misolida isbotlangan;

Navoiy viloyati tabiiy va oqova suvlarda Co(II) va Ni(II) ionlarini miqdorlari monitoring o'tkazilgan hamda ekologik baho berilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:**

Co(II) va Ni(II) ionlari uchun yangi, tezkor, tanlab ta'sir etuvchan va soda bo'lgan sorbsion-spektroskopik aniqlash usullari turli model, binar, murakkab aralashmalar va sanoat chiqindi suvlari namunalarida to'g'ridan-to'g'ri aniqlash va konsentrlash imkoniyati ko'rsatib berilgan;

Co(II) va Ni(II) ionlarini tabiiy va texnogen suvlarida monitoringi o'tkazilgan

Bug'doy va jo'xori o'simligining vegetatsiya davriga kobalt va nikel ionlarining ta'siri rentgen flyurossent, klassik va ishlab chiqilgan usullarda aniqlangan

**Tadqiqot natijalarining ishonchligi** umumiy joriy qilingan standartlar asosida o'tkazilgan, «kiritildi-topildi», qiyosiy tahlil usullari, shuningdek standart namunalardan ham taqqoslangan. Olingan natijalar matematik statistika usullari bilan qayta ishlangan, IQ-spektroskopiya, SEM (skanerlovchi elektron mikroskopiya) rentgeno -fluorescent, kabi analiz usullari bilan tasdiqlangan. Atrof-muhit obyektlarining tahlili klassik metodlar bilan solishtirilgani bilan asoslangan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati** Tadqiqotning ilmiy ahamiyati sintez qilingan analitik reagent 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota va 1-(2-pridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi yordamida Co(II) va Ni(II) ionlarini tezkor aniqlash va analitik parametrlarini yaxshilangan sorbsion-spektroskopik usuli ishlab chiqilganligi bilan asoslanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati eritmadagi Co(II) va Ni(II) ionlarini aniqlashning sorbsion-spektroskopik usullarini tabiiy va sanoat chiqindi suvlari analizida qo'llanilishi ekoanalitik kimyoning muammolarini yechishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarini joriy qilinishi.** Co(II) va Ni(II) ionlarini sanoat oqava suvlari tarkibidan aniqlash va tozalashning yangi sorbsion-spektroskopik usulini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari asosida:

Navoiy AJ ning markaziy laboratoriya sinab ko'rilgan va Co(II) hamda Ni(II) tutgan oqova suv tahliliga tavsiya etilgan. («Navoiy AJ ning 2021 yil 19-iyuldagi 01-8/5295-son ma'lumotnomasi»). Natijada, ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul turli namunalardan kobalt va nikel ionlarini yuqori sezgirlik va tezkorlik bilan aniqlash imkonini bergan.

4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota va 1-(2-pridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi reagentlari Navoiy kon-metallurgiya kombinati AJ Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasida amaliyotga sinab ko'rilgan hamda tavsiya qilingan. («Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJ ning 2022 yil 6-dekabr 23.01-01-07/805 -son ma'lumotnomasi). Natijada, ishlab chiqilgan usul oqava suvlar tarkibidagi kobalt va nikel ionlarini aniqlash hamda samarali tozalash imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari asosida 10 ta, shundan, 4 ta xalqaro va 6 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy ish nashr etilgan, shundan 2 tasi Scopus bazasida indeksatsiya qilingan, Oliy attestatsiya komissiyasining tavsiya etilgan nashrlarida 5 ta, shundan 2 tasi Respublika va 3 tasi xalqaro jurnalda chop etilgan.

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

### **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

**Kirish** qismida dissertatsiya ishning dolzarbligi, tadqiqot maqsadi va vazifalari belgilangan, tadqiqotning obyekt va predmetlari aniqlangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyasi taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mos kelishi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari keltirilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, erishilgan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati yoritib berilgan, tadqiqot natijalarini joriy qilish ro'yxati, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Kobalt va nikel ionlarini aniqlash usullari va atrof - muhitga ta'siri (adabiyotlar sharhi)**» deb nomlangan birinchi bobida kobalt va nikel ionlarining atrof-muhitga tarqalish manbalari, ularning o'simlik, hayvon va inson organizmiga toksik ta'siri, shuningdek ularni aniqlashning fizik-kimyoviy usullari, aniqlashning sorbsion konsentrlash usullarida hamda aniqlashda qo'llanilgan turli xil reagentlar va sorbentlar haqidagi tadqiqotlar sharhi keltirilgan.

Tahlil qilingan adabiyotlarda kobalt va nikel ionlarining bir necha aniqlash usullari mavjud bo'lsada, sorbsion-spektroskopik usullari juda kam o'rganilgan.

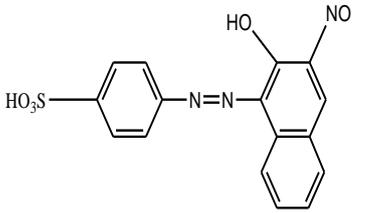
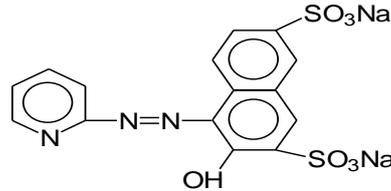
Dissertatsiyaning «**Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining sorbsion-spektroskopik aniqlashda ishlatilgan asbob-uskunalar hamda materiallar. Tajriba o'tkazish metodikasi**» deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotda qo'llanilgan asbob-uskunalar, jihozlar, reaktivlar, kobalt(II) va nikel(II) ionlarining standart va ishchi eritmalarini analizga tayyorlash metodikasi, shuningdek immobillash jarayonida qo'llanilgan 4-((2-gidroksi-3-nitroza-1-naftil)azo)benzo sulfo kislota (GNNABS) va 1-(2-piridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfo kislotaning natriyli tuzi (PAR tuzi) reagentlari, reagentlarni immobillashda qo'llanilgan PPD-1 va ipak fibroin tolali sorbentlar haqida ma'lumotlar, organik reagentlarni qattiq tolali sorbentlarga immobillash usuli, immobillangan tolaga metalning birikishi, tadqiqotda qo'llanilgan usullar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Tadqiqotda qo'llanilgan GNNABS va PAR tuzi reagentlarining struktura formulalari 1- jadvalda keltirilgan.

O'zbekiston Milliy universiteti Polimerlar kimyosi kafedrasida nitron tolasi asosida sintez qilingan PPD-1ga va UrgenchTEX fabrikasining chiqindi ipak fibroin tolasiga immobillangan organik reagentlarning fizik-kimyoviy xossalari aniqlandi.

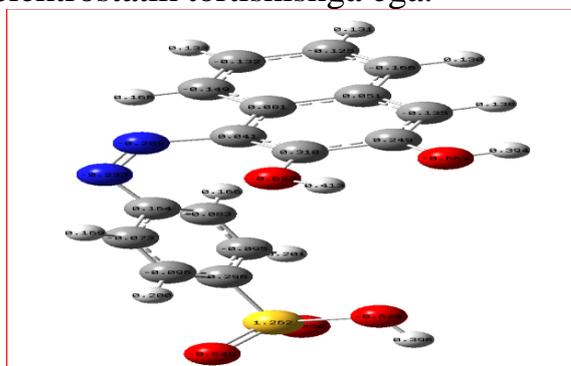
Nikel(II) va kobalt(II) ionlarini aniqlash uchun PPD-1 tolaga immobillangan 1-(2-piridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi (PAR tuzi) va ipak fibroin tolaga immobillangan 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota GNNABS reagentlari qo'llanildi.

## Organik reagentlarning tuzulish formulasi

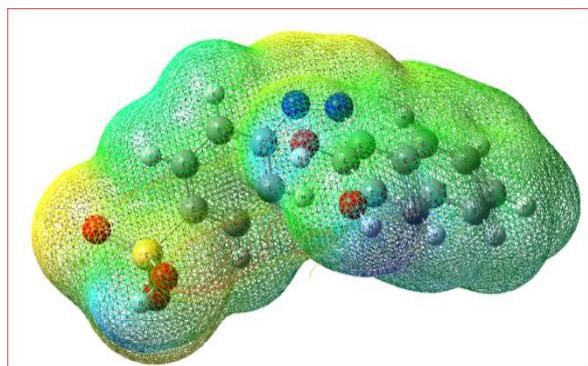
No	Nomi	Brutto formulasi va molyar massasi	Struktura formulasi
1	4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota (GNNABS)	$C_{18}H_{11}N_3O_5S$ Mr=381	
2	1-(2-bridilazo)-2oksinaftalin-6-sulfokislotaning natriyli tuzi (PAR tuzi)	$C_{15}H_9N_3Na_2$ Mr=277	

Dissertatsiyaning «Organik reagentlarni tashuvchilarda imobillash va ular bilan kobalt(II) va nikel(II) ionlarini kompleks hosil qilishining optimal sharoitlarni tanlash» nomli uchinchi bobida kobalt (II) va nikel (II) ionlari uchun reagentlarning kvant-kimyoviy hisoblash natijalari, PAR tuzi va GNNABS reagentlarining PPD-1 va ipak fibroin tolalariga immobillanishining maqbul sharoitlari, shuningdek kobalt(II) va nikel(II) ionlari bilan immobillangan organik reagentlarning kompleks hosil bo`lish to`lqin uzunligi, vaqt, temperatura, reagent konsentratsiyasiga bog`liqligi kabi analitik tavsirlari aniqlangan.

Reagentlarning tanlangan polimer tashuvchiga va metall ionlariga aynan qaysi mexanizmlar bo`yicha kompleks birikma hosil qilishi va immobillanish jarayonlarini oldindan aniqlash maqsadida kvant-kimyoviy hisoblashlar olib borilgan. Bu usullardan foydalangan holda, kislotali muhitda reagentlarning protonlanishi natijasida elektron juftning elektrostatik tortilishi hisobiga kordinatsion bog` hosil bo`ladi. Imobillash uchun tanlangan reagentlar bir nechta potensial markazlar tutgan bo`ladi, ular metall ionlariga yuqori elektrostatik tortishishga ega.



1.–rasm.4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota ning elektron bulut zichligi



2. – rasm. 4-((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo) benzo sulfo kislota ning ESP (elektrostatik potensial) taqsimlanishi

Ma`lumki, reagent tarkibidagi sulfo guruhning elektron bulut zichligining ko`rsatkichi eng yuqoriligi, tola bilan immobillash jarayoni aynan shu sohada yuzaga kelishini bildiradi. Keyingi qiymatlar ko`rsatkichi esa  $-N=N-$  (azo guruh) va  $=CH-N=$ ,  $C-O-$  bog`lariga tegishli bo`lib, metall bilan kordinatsion bog` hosil qilishi aniqlandi.

2-rasmdagi qizil sferik nuqtalar elektronga boy soha bo`lib, yuzaning minimum sohasi hisoblanadi. Havorang sferik nuqtalar elektron taqchil sohalar bo`lib, sathning maksimum sohasi hisoblanadi. Molekulararo ta`sirlashuvda elektrono-donor sifatida qatnashishi mumkin bo`lgan markazlar sifatida molekulaning sulfo guruhidagi kislorod atomini ko`rsatish mumkin.

Olib borilgan tahlillar shuni ko`rsatdiki, AFG borligi, sintez qilingan reagentlarni kobalt va nikel ionlariga nisbatan tanlab ta`sir etuvchan ta`siririni va sezgirligini oshiradi.

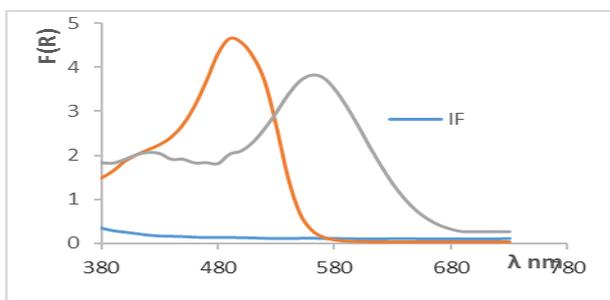
## 2-jadval

### PAR tuzi va GNNABS reagentlarning immobillanishini maqbul sharoitlari(m=0,2000 gr)

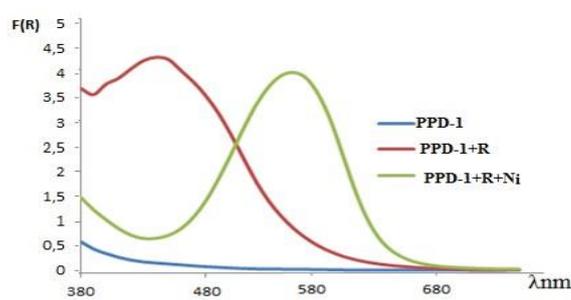
Tashuvchi	Reagent	pH	Yutilish maksimumi,nm	Vaqt min.	SAS (mg-ekv/g)
Ipak fibroin	GNNABS	7,0	480	35	5,54
PPD-1	PAR tuzi	7,0	450	40	5,23

2-jadvalda keltirilgan natijalarga tayangan holda, tanlangan maqbul sharoitlarda keyingi tadqiqot tahlillarida ipak fibroin va PPD-1 tolalariga mos ravishda GNNABS hamda PAR tuzi reagentlari immobillanib kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlashda qo`llanildi.

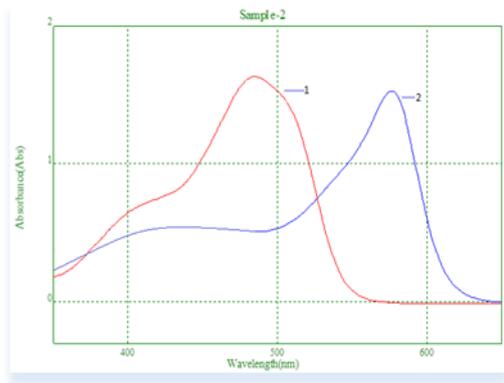
Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining tanlangan reagentlar bilan kompleks hosil qilish xossalarini eritmada o`rganish uchun reagentning dastlabgi va metall ion bilan hosil qilgan kompleks birikmasining nur yutish spektrlari hamda tola, immobillangan reagent va kobalt va nikel ionlari bilan hosil qilgan komplekslarining nur qaytarish spektrlari tahlil qilindi (3,4,5,6,-rasmlar).



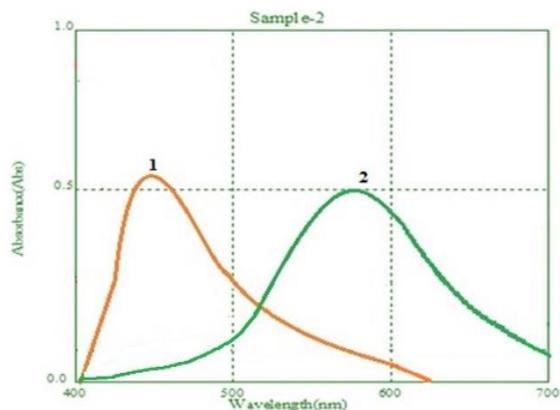
**3-rasm. Ipak fibroin, tolağa immobillangan GNNABS reagenti va immobillangan GNNABS ning Co(II) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining nur qaytarish spektrlari**



**4-rasm. PPD-1 tolasi, tolağa immobillangan PAR tuzi va immobillangan PAR tuzi bilan Ni(II) ioni hosil qilgan kompleks birikmalarining nur qaytarish spektrlari**



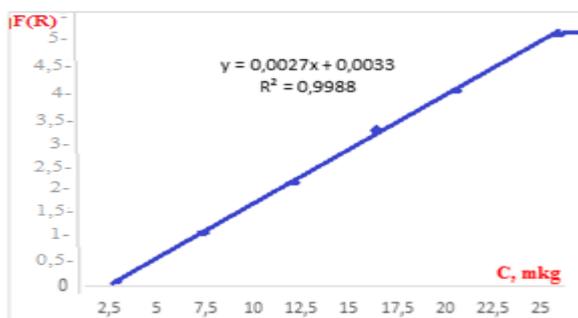
**5-rasm. Co(II) ioni GNNABS bilan kompleks hosil bo'lish spektrlari 1-reagent  $\lambda=485$  2-kompleks  $\lambda=575$**



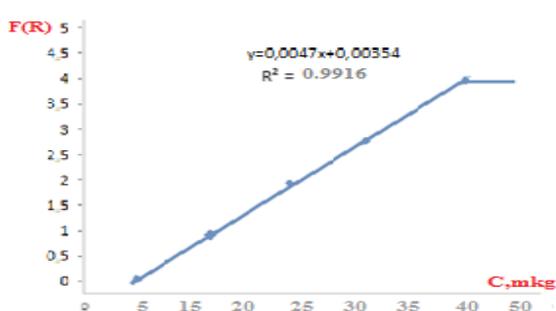
**6-rasm. Ni(II) ioni bilan PAR tuzi bilan kompleks hosil bo'lish spektrlari. 1-reagent  $\lambda=450$ , 2-kompleks  $\lambda=590$**

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, immobillangan PAR-tuzi bilan nikel kompleksi eritmasining maksimal yorug'lik yutilishi 590 nm to'liq uzunligida, Co bilan GNNABS 575 nm to'liq uzunligida maksimal analitik signali kuzatiladi. Natijalarni tug'riligini isbotlash maqsadida olingan nur yutilish spektrini qattiq fazada nur qaytarish spektrlari bilan solishtirildi. Nur yutilishidagi maksimum nur qaytarish spektrida minimum bo'lib kuzatiladi. Nur qaytarish spektri natijalarini Kubelki-Munka funksiyasiga o'tkazilganda minimum maksimumga aylanadi va nur yutilish spektrini maksimum sohasi bilan bir xil bo'lib kuzatilishi aniqlandi.

Immobillangan reagentlar bilan kobalt va nikel ionlarining kompleks hosil qilish optimal sharoitlarini o'rganildi va kompleks hosil qilishi pH=1-7 oraliqda kuzatildi. Kobalt (II) ning immobillangan GNNABS reagenti bilan kompleksi uchun pH=3, nikel(II) ning immobillangan PAR tuzi uchun pH=2,5 optimal ko'rsatgich sifatida tanlandi.



**7-rasm. Co(II) ionini aniqlashning graduirovkali grafigi (Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'syunishi)**



**8-rasm. Ni(II) ioni aniqlashning graduirovkali grafigi (Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'syunishi)**

Buger-Lambert-Ber qonuni kobalt(II)ni 2,5 dan 25,0 mkg/ml gacha va konsentratsiyalar oralig'ida, nikel(II) ioni esa 4 dan 40 mkg/ml gacha 50 ml eritmada amal qiladi, bu esa metall ionlarining atrof-muhit obyektlarida aniqlash

uchun yetarli kattalik hisoblanadi (7-8-rasm). Har ikkala usulning korrelyatsion koeffitsienti 1 ga yaqinligi usulning to'g'riligini ifodalaydi.

### 3-jadval

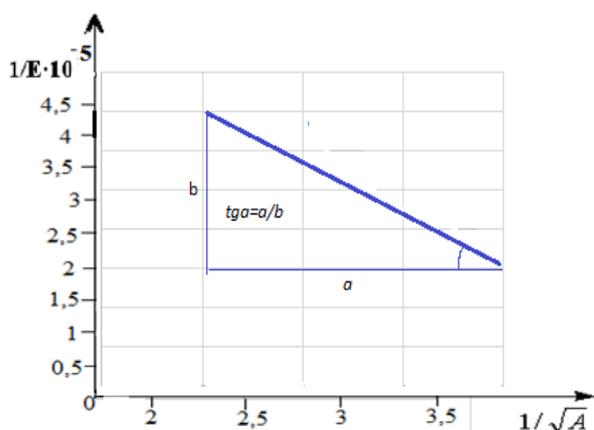
#### Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining immobillangan organik reagentlar bilan hosil qilgan komplekslarining spektral tavsiflari

Metall	Kompleks rangi	pH	MeR	HR	$\Delta\lambda$	$C_{Me^{+2}}$ , mkg	Sendel bo'yicha sezgirlik mkg/sm <sup>2</sup>
Kobalt	Qo'ng'ir-binafsha	3	575	485	90	50	0,0029
Nikel	Qizg'ish-binafsha	2,5	580	450	130	50	0,00276

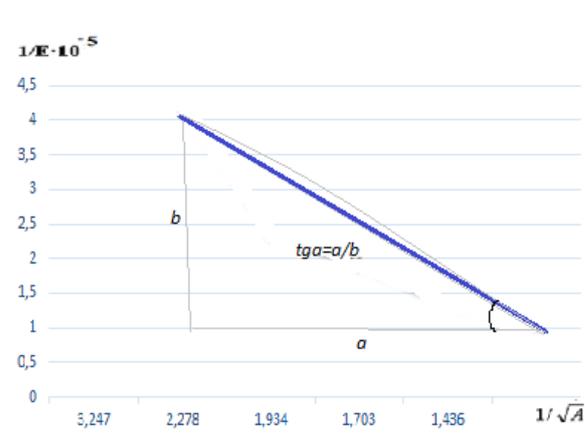
4-jadvaldan ko'rinadiki kobalt va nikel reagent kompleksini spektral tavsiflari kontrastli ( $\Delta\lambda = 90$  nm, 130 nm), Sendel qiymati bo'yicha xulosa qilish mumkinki, kobaltni aniqlash usuli yetarlicha sezgirdir.

Olingan kompleks birikmalarining tarkibiy mollar nisbatini izomolyar seriyalar usuli yordamida aniqlandi. Immobillangan GNNABS kobalt(II) ionini bilan va PAR tuzi nikel(II) ionini bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining mollar nisbati 1:1 ekanligi aniqlandi.

Tolmachov grafik usulidan foydalanib kompleks hosil bo'lish reaksiyasining muvozanat konstantasi va kompleksning haqiqiy molyar so'ndirish koeffitsienti hisoblab topildi(9-10-rasm).



9-rasm. Tolmachov usulida ipak fibroin tolasiga immobillangan GNNABS reagent bilan Co(II) ionini aniqlash reaksiyasining muvozanat konstantasini topish grafigi

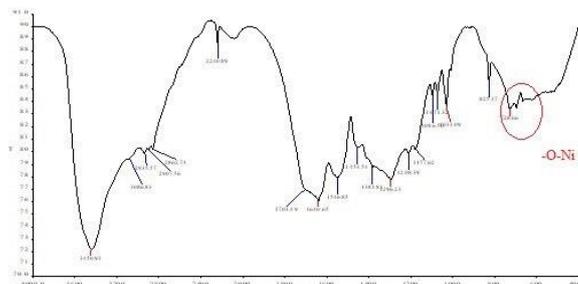
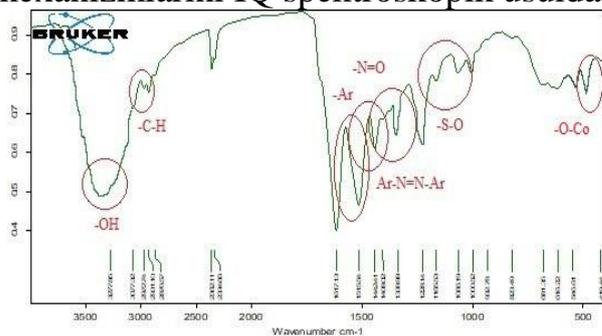


10-rasm. Tolmachov usulida PPD-1 tolasiga immobillangan PAR tuzi bilan Ni(II) ionini aniqlash reaksiyasining muvozanat konstantasini topish grafigi

Nikel(II) va kobalt(II) ionini uchun  $\epsilon_{haq}$  va  $K_{muv}$  larning hisoblangan son qiymatlariga ko'ra, ishlab chiqilgan usul yuqori sezgirlikka, kompleks birikma esa barqarorlikka ega:

Dissertatsiyaning «Kobalt(II) va nikel(II) ionlarini immobillangan GNNABS va PAR tuzi reagentlari bilan aniqlashda spektroskopik usullarning tahlili» nomli to'rtinchi bobida GNNABS va PAR tuzi reagentlarining tanlangan qattiq tashuvchi sorbentlarning va ular o'rtasidagi

immobillash jarayonida sodir boʻlgan oʻzgarishlarni, kompleks hosil boʻlish mexanizmlarini IQ spektroskopik usulda tahlil qilindi (11-12-rasm).



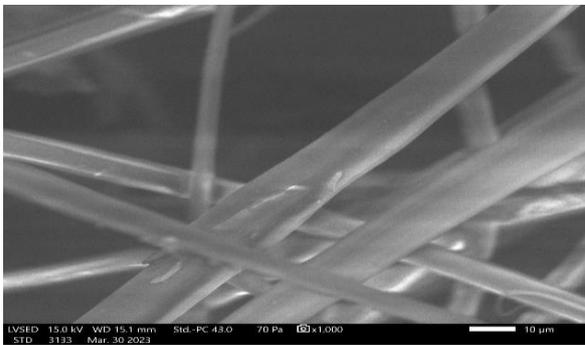
**11- rasm. Ipak fibroin tolasiga immobilangan GNNABS reagentini Co(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksi**      **12-rasm. PPD-1 tolagga immobilangan PAR tuzining Ni(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksi**

IQ-spektrlarni tahlilida diapozonlarning maksimal holatlari, ularning intensivligi, shakli va boshqa diapozonlarga nisbatan joylashishi aniqlandi.

PPD-1 tolasining IQ-spektrlaridagi 3188, 2850, 1450, 1638  $\text{sm}^{-1}$  sohalarda –gidroksil, metil, uglerod-uglerod, azot-vodorod guruhlarga xos boʻlgan valent va defarmatsion tebranishlar kuzatildi. PPD-1 tolasiga PAR tuzini immobilangandan soʻng yangi sohalardagi oʻzgarishlarni hosil boʻldi, xususan -OH guruhga tegishli 3414  $\text{sm}^{-1}$  sohada kengayishni, 1167 -1100  $\text{sm}^{-1}$  sohada S-O ga xos oʻzgarishni, 1378-1294  $\text{sm}^{-1}$  sohada aromatik xalqaga bogʻlangan azo N=N guruhi sohadagi oʻzgarishni, 3052-3090  $\text{sm}^{-1}$  sohadagi oʻzgarishlar aromatik xalqadagi C-C bogʻlariga xos oʻzgarishlar kuzatildi. Bu oʻzgarishlar reagentning funksional va analitik guruhlarini tolagga immobilanishi natijasida yuzaga keladi. Ni(II) ionini immobilangan PAR tuzi bn kompleks hosil qilishini Ni-O bogʻlariga tegishli 728-600  $\text{sm}^{-1}$  sohalardagi valent va defarmatsion oʻzgarishlardan aniqlash mumkin. Xuddi shunday oʻxshash natijalar ipak fibroin va GNNABS reagentlarida ham kuzatildi. Immobilangandan soʻng tolada 1176, 1500, 1369  $\text{sm}^{-1}$  sohalardagi oʻzgarishlar reagentning S-O, N-O va aromatik xalqaga bogʻlangan azo guruhiga tegishliligini boʻlib, bu reagentni tolagga immobilanganini bildiradi va 645-505 $\text{sm}^{-1}$  sohalardagi valent va defarmatsion oʻzgarishlar Co-O ning immobilangan GNNABS bilan kompleks hosil qilganini isbotlaydi. Organik reagentlarning metall ionlari bilan hosil qilgan komplekslari IQ- spektrlari IQ Furʼye-spektrometr Bruker Invenio S-2021(Germaniya), «Nicolet 1S50: FTIR Grows» larda olindi.

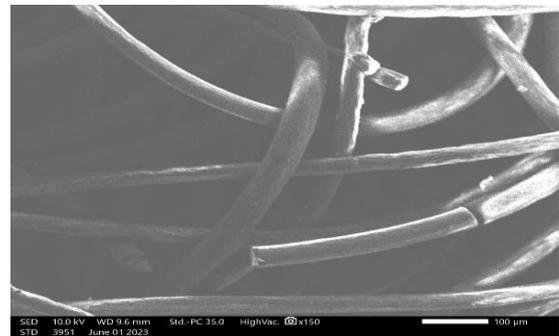
Immobilangan tolagga birikkan metall naʼmunasini sifat va miqdoriy tarkibini skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) tahlili yordamida oʻrganildi.

Natijalarga koʻra metall ioni bilan kompleks hosil qilgan immobilangan ipak fibroin tolasida 19% Co, PPD-1 tolasida 21% Ni ionlarning mavjudligi ishlab chiqilgan usulning selektivligi va samaradorligidan dalolat beradi (13-14-rasm).

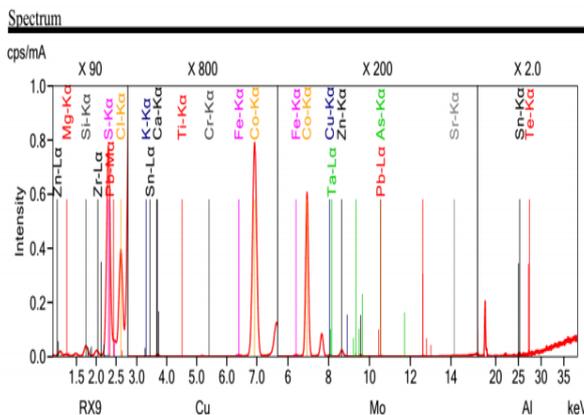


**13-rasm. Co(II) ioni tutgan ipak fibroin tolasining SEM tasviri (x2000)**

Ipak fibroin tolagga immobillangan 4((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo)benzo sulfo kislota va PPD-1 tolagga immobillangan 1-(2-piridilazo)-2-oksinaftalin-6-sulfo natriy tuzi reagentlarining metallar ionlarini sorbsiya qilishdan oldingi va keyingi holatlari 9825 Spectrum Drive, Austin, TX-78717 (USA) markali rentgeno-fluoussent spektrometrida tahlil qilindi.

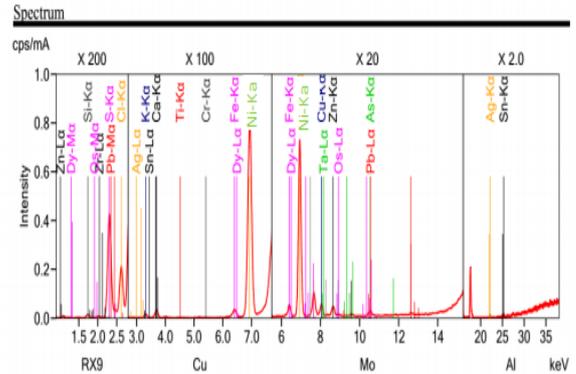


**14-rasm. Ni(II) ioni tutgan PPD-1 tolasining SEM tasviri (x2000)**



**15-rasm. Ipak fibroin tolasiga immobillangan GNNABS reagentining Co(II) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasining rentgeno-fluoussent tahlili**

Ipak fibroin tolasiga immobillangan GNNABS va kobalt(II) ionini birikishidan olingan rentgen-fluoussent spektrlari natijasiga ko`ra (15-rasm) reagent tarkibida imobillash jarayoniga qatnashuvchi sulfo guruh mavjudligi sababli, aynan oltingugurt uchun yuqori intensiv sohani, shuningdek metall bilan reagent yangi kompleks birikma hosil bo`lganini kobaltga xos yuqori intensiv sohaning ko`rinishi bilan izohlash mumkin. Xuddi shunday o`xshash natijalar nikel ioni uchun ham kuzatildi(16-rasm). Har ikkala tola tarkibidagi kobalt(II) va nikel(II) ionlarining miqdoriy ulushlari mos ravishda 24,1% hamda 31,7% ni tashkil etganligi kompleks hosil bo`lganligini yana bir bor tasdiqlaydi.



**16-rasm. PPD-1 tolasiga immobillangan PAR tuzi bilan Ni(II) ionining hosil qilgan kompleks birikmasining rentgeno-fluoussent tahlili**

Dissertatsiyaning «**Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining sorbsion-spektroskopik aniqlash usullarining analitik qo`llanishi hamda atrof-muhit obyektlariga ta`siri aniqlash va monitoringini o`tkazish**» nomli beshinchi bobida Navoiy hududi doirasidagi chiqindi suvlari tahlili, kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlashda xalaqit beruvchi ionlar ta`siri, shuningdek ushbu ionlarni ishlab chiqilgan usulda sun`iy aralashmalar, ta`biy va texnogen suvlar,

tuproq tarkibidan aniqlash, ionlarning o`simlikka ta`sirini o`rganish hamda atrof-muhit obyektlaridagi monitoring natijalari keltririlgan.

Dastlab Navoiy hududi chiqindi suvining ICP-MS tahlili asosida tarkibidagi kobalt va nikel ionlari miqdori aniqlandi. Tahlil natijasiga ko`ra Navoiazot AJ chiqindi suvining tarkibida 43 ta element bo`lib, biz o`rganayotgan ionlarning chiqindi suv tarkibidagi miqdori - kobalt ion 0,115 mg/l, nikel esa 4,543 mg/l tashkil etadi.

Co(II) va Ni(II) ionlarini aniqlashda xalaqit beruvchi ionlarning ta`siri aniqlandi. Kuchli kislotali muhitda Co(II) ionini aniqlashda  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  ionlari, Ni(II) ionini  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , EDTA xalaqit beradi. Ammo nikel kompleksi hosil bo`lgandan so`ng, EDTA har qanday nisbatdagi miqdorida xalaqit bermaydi. Bu ekstraktni EDTA eritmasi bilan yuvish orqali xalaqit beruvchi ionlarni olib tashlashga imkon beradi. Co(II) va Ni(II) ionlariga xalaqit beruvchi ionlar qoplovchi reagentlar 0,1 M li askorbin kislotasi, tiomochevina, tartrat yordamida bartaraf qilindi va olingan natijalar asosida ionlarni aniqlashning sun`iy aralashmalar analizida qo`llanildi.

#### 4-jadval

**Immobilangan GNNABS reagenti yordamida kobalt(II) ionini ikkilamchi, uchlamchi va murakkab aralashmalar tarkibida aniqlash natijalari**  
[P=0,95; n=3]

Tahlil qilinadigan aralashma tarkibi, mkg	Topildi $\text{Co}^{2+}$ , МКГ $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S <sub>r</sub>
Co(10)+Ni(20)	9,81 ± 0,28	0,152	0,015
Co(10)+Cu(50)+Cr(15)	9,88 ± 0,34	0,182	0,018
Co(10)+Fe(50)+Ni(50)	9,32 ± 0,87	0,476	0,051
Co(10)+Cd(30)+Pb(50)+Cu(10)	9,14 ± 1, 52	0,826	0,090
Co(10)+Ni(30)+Cu(20)+Zn(10,0)+Cd (50)	9,07 ± 1,73	0,940	0,104

#### 5-jadval

**Immobilangan PAR tuzi yordamida nikel(II) ionini ikkilamchi, uchlamchi va murakkab aralashmalar tarkibida aniqlash natijalari** [P=0,95; n=3]

Tahlil qilinadigan aralashma tarkibi, mkg	Topildi $\text{Ni}^{2+}$ , МКГ $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S <sub>r</sub>
Ni(10)+Co(20)	9,91 ± 0,24	0,130	0,013
Ni(10)+Cu(50)+Zn(50)	9,85 ± 0,30	0,163	0,017
Ni(10)+Fe(20)+Zn(30)	9,82 ± 0,39	0,214	0,022
Ni(10)+Cr(50)+Hg(10)+Cd(30)	9,69 ± 0,82	0,449	0,046
Ni(10)+Co(30,0)+Cu(15)+Zn(10)+Cd(50)	9,35 ± 1,89	1,031	0,110

Keltirilgan jadvallardan xulosa qilishimiz mumkinki, barcha natijalarda nisbiy standart chetlanish 0,110 dan oshmaydi, ionlarni aniqlashda usulning to`g`riligi va qayta takrorlanuvchanligini ifodalaydi.

Navoiy hududidagi Zarafshon daryo suvi va oqova suvlari tahlil qilindi va natijalar 6-jadvallarda keltirildi.

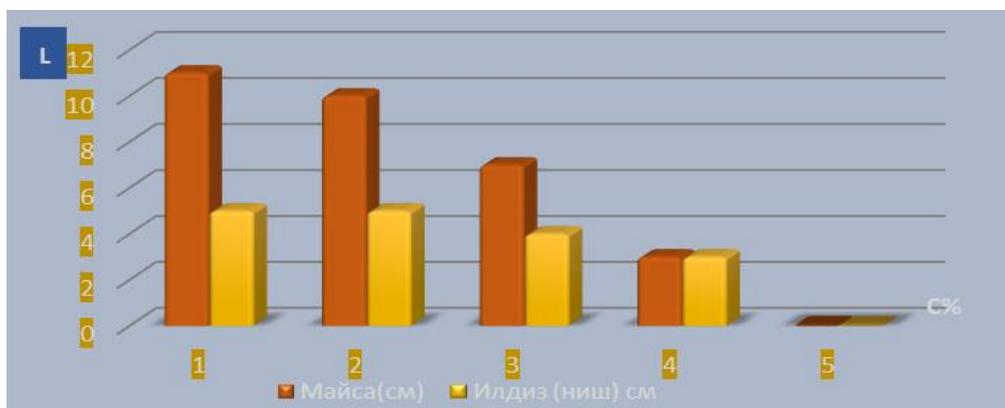
### 6-jadval

#### Turli xil tabiiy obyektlarda kobalt(II) ionini «kiritildi-topildi» usulida aniqlash natijalari

Aniqlanadigan metall ionini	Tahlil obyektlari	Kiritildi mg/l	Topildi mg/l	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	Sr
Co	Ichimlik suvi	5,0	4,98	0,33	0,178	0,036
	Zarafshon daryo	5,0	5,13	1,13	0,614	0,120
	Konimex kanali	5,0	5,06	0,93	0,505	0,100
Ni	Ichimlik suvi	5,0	4,85	0,56	0,307	0,063
	Zarafshon daryo	5,0	5,05	0,97	0,530	0,105
	Konimex kanali	5,0	5,02	1,04	0,566	0,113

Jadvalda keltirilgan tahlil natijalariga ko`ra ishlab chiqilgan ipak fibroin tolasiga metall ionini konsentrlash usuli samarali va to`g`riligidan dalolat beradi.

Zavoddan chiqayotgan chiqindi suv tarkibidagi kobalt va nikel ionlarini atrof-muhit obyektlariga ta`siri bug`doy o`simligi misolida tahlil qilindi(17-rasm).



#### 17- rasm. Turli konsentratsiyadagi chiqindi suvlarda undirilgan bug`doy doni natijalari

Natijalarga ko`ra yuqori konsentratsiyadagi (40%) chiqindi suvi bilan sug`orilgan bug`doy urug`ida hech qanday vegetatsiya davri kuzatilmagan. 10 va 20 % li konsentratsiyadagi suvlar bilan sug`orilgan bug`doy tanasi va ildizi juda zaif unganini kuzatdik. Bug`doy doni tuproq tarkibidan qancha miqdordagi kobalt ionini o`zlashtirganligini aniqlash maqsadida chiqindi suv bilan undirilgan bug`doy donini (20%) rentgen-fluouressent tahlili o`tkazildi. Bug`doy donining rentgen-fluouressent tahlil natijalari ko`ra ishlab chiqarish korxonalarining chiqindi suvlari bilan undirilgan bug`doy na`munasida Cu, Fe, Mn, Cr ionlari qatorida kobalt va nikelning ham miqdori ortgan. Tahlil xulosasi ko`ra o`simlikning tuproq tarkibidan ortiqcha metall ionlarining, jumladan

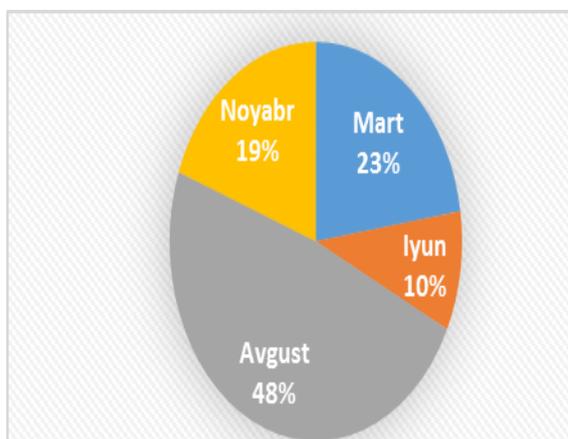
kobalt va nikel ionlarining o`zlashtirishi uning vegetatsiya davriga salbiy ta`sir ko`rsatishi aniqlandi.

Kobalt va nikel ionlarining o`simlik va inson organizmida foydali jihatlari ko`p, ammo keragidan ortiqcha miqdori zararli ta`sir xususiyatiga ega. Shu nuqtai nazardan ushbu ionlarning miqdorini doimiy nazorat qilish, atrof-muhit obyektlarida monitoringini o`tkazish maqsadga muvofiqdir.

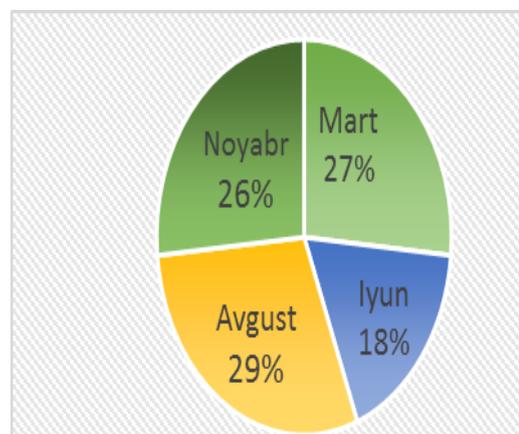
**7-jadval**

**Kobat(II) va nikel(II) ionlarining Navoiy hududidagi Zarafshon daryosi suvi tarkibidagi mavsumiy miqdorlari**

Aniqlanadigan metal ion	RECHM	15.03.2022	18.06.2022	27.09.2022	17.11.2022
Kobalt(II) mg/l	0.01	0,007	0,003	0,015	0,006
Nikel(II) mg/l	0.01	0,018	0,012	0,02	0,018



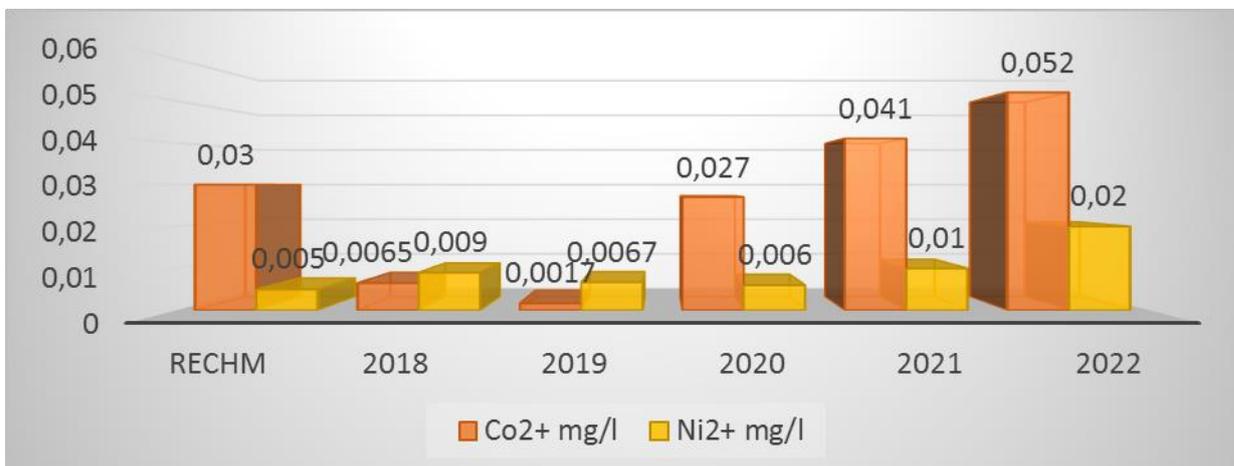
**18-rasm. Kobalt(II) ionining daryo suvi tarkibidagi mavsumiy miqdori, mg/l diagrammasi**



**19-rasm. Nikel(II) ionining daryo suvi tarkibidagi mavsumiy miqdori, mg/l diagrammasi**

Kobalt (II) ionining daryo suvi tarkibidagi mavsumiy miqdori natijalariga ko`ra (18-rasm) kobalt migratsiyasi tufayli yilning yoz faslida boshqa mavsumlarga qaraganda ko`proq ekanligini, nikel(II) ionining esa elementning migratsiya xossasiga ko`ra kuz va yoz fasllarida boshqa mavsumlarga nisbatan ko`proq miqdorda bo`lishi aniqlandi(19-rasm).

Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining 2018-2022 yillar oralig`ida Navoiy hududi oqova suvlar tarkibidagi miqdori kuzatildi (20-rasm).



## 20-rasm. Navoiy viloyati hududi oqova suvlari tarkibidagi kobalt(II) va nikel (II) ionlarining miqdori (mg/l) (2018-2022)

Oqova suvi monitoring xulosasiga ko`ra nikel (II) ionining miqdori 2021, 2022 – yillarda RECHM dan biroz oshganligini, kobalt(II) ionining esa 2020-2022 yillar davomida RECHM dan biroz oshganligini kuzatdik.

Ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul DavST usullari (fotometrik, atom-absorbsion spektroskopik) bilan solishtirildi, shuningdek qayta-takrorlanuvchanligi va aniqliligini baholash uchun ikki mustaqil usul Student va Fisher me`zonlari asosida hisoblab topilgan qiymatlar bilan solishtirildi. Hisoblab topilgan qiymatlar jadval qiymatlaridan kichik ekanligi ( $F=1,218 < 2,26$ ;  $t=1,76 < 4,47$ ) usulda sistematik xatolar va usullar natijalari orasida keskin tafovutlar yo`qligini bildiradi.

### Xulosa

1. Kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlash uchun, 4((2-gidroksi-3-nitrozo-1-naftil)azo)benzo sulfo kislota va 1-(2-piridilazo)-2-oksinaftalin-6-sulfo natriy tuzi analitik reagentlar sifatida tanlandi, ipak fibroin va PPD-1 tolalarini organik reagentlarga immobillash uchun optimal sharoitlar aniqlandi.

2. Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining immobillangan reagentlar yordamida kompleks hosil bo`lishining optimal sharoitlari tanlandi, kompleks hosil bo`lish mexanizmlari va tarkibi spektrofotometrik, IQ-spektroskopik, rentgen-fluouressent, skanerlovchi elektron mikroskopiya usullari bilan tasdiqlandi;

3. Kobalt(II) va nikel(II) ionlarining immobillangan reagentlar bilan hosil qilgan kompleksining barqarorlik konstantalari  $K_{mCo}=3,72 \cdot 10^9$ ;  $K_{mNi}=4,48 \cdot 10^{11}$  ekanligi aniqlandi, shuningdek Me:R mol nisbatlari izomolyar seriyalar va Asmusning tog`ri chiziqli usullari yordamidada 1:1 ekanligi aniqlandi;

4. Kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlash uchun sorbsion-spektroskopik usul ishlab chiqildi va DavST usullari solishtirildi. Xalaqit beruvchining kamligi, ekspressligi, nisbiy standart chetlanishning 0,025 dan oshmaganligi, sorbentlarni qayta analizda ishlatish imkoniyati bilan boshqa usullardan afzalliklarga egaligi isbotlandi hamda kobalt va nikel ionlarini aniqlashga tavsiya etildi.

5 Kobalt(II) va nikel(II) ionlarini aniqlash uchun ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul tuproq, o`simliklar, tabiiy va oqova suvlar tarkibidan aniqlashda sinab ko`rildi va ekologik baho berildi;

6. Kobalt(II) va nikel(II) ionlarini atrof-muhitga ta`siri bug`doy va jo`xori o`simliklari misolida tahlil qilinib, bu ionlarning ortiqcha miqdori o`simliklar tarkibidagi moddalar almashinuvi jarayoniga salbiy ta`sir ko`rsatishi aniqlandi;

7. Ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik aniqlash usuli Navoiy hududi Navoiazot AJ va Navoiy kon-metallurgiya kombinati markaziy laboratoriyalarida sinab ko`rildi va amaliyotga tavsiya qilindi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К.01.03 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА**

**ХАЛИЛОВА ЛОЛА МЕХРИДДИНОВНА**

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ  
Co(II), Ni(II) И ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА В СТОЧНЫХ  
ВОДАХ НАВОИЙСКОЙ ОБЛАСТИ**

**02.00.02 – Аналитическая химия**

**03.00.10 – Экология**

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

**Ташкент - 2023**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером в В2023.2.PhD/K619.

Диссертация выполнена в Национальном университете Узбекистана.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу Научного совета ik-kimyو.nuu.uz. и информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziynet.uz.

**Научные руководители:**

**Сманова Зулайхо Асаналиевна,**  
доктор химических наук, профессор

**Абдуллаева Муборак Махмусовна**  
доктор биологических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Яхшиева Зухра Зиятовна**  
доктор химических наук, профессор

**Азимова Дилбар Артиковна**  
кандидат биологических наук, доцент

**Ведущая организация**

Ташкентский фармацевтический институт

Защита диссертации состоится «16» 12 2021 г. в 11<sup>30</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.K.01.03 при Национальном университете Узбекистана. (Адрес: 100174, Ташкент, ул. Университетская, 4, Тел.: (99871)246-07-88, (99871)277-12-24; факс: (99871) 246-53-21. e-mail: chem0102@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального университета Узбекистана за №182100174, Ташкент, ул. Университетская 4, Тел.: (99871)246-67-71).

Автореферат диссертации разослан «4» 12 2023 г.  
(протокол рассылки № 11 от 2.12 2023 г.)

  
**Ш.Ш.Даминова**  
Председатель научного совета  
по присуждению ученых степеней,  
д.х.н., профессор

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

  
**Э.Абдурахманов**  
Председатель научного семинара при  
научном совете по присуждению учёных степеней,  
д.х.н., профессор



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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** С ростом численности населения в мире происходит развитие промышленности и техники, сельского хозяйства, химической промышленности, что приводит к увеличению количества тяжелых и токсичных, канцерогенных металлов в объектах окружающей среды. К тяжелым металлам относятся также металлы кобальт и никель, которые широко используются при получении катализаторов, сплавов, нагревателей, коррозионностойких материалов, превышение предельно допустимых количеств, которых в объектах окружающей среды негативно сказывается на экосистеме, поэтому создание новых, избирательных методов их определения из объектов окружающей среды имеет важное практическое значение.

В мире существует множество физических и физико-химических методов анализа, позволяющих ученым проводить анализ ультрамикрочастиц ионов кобальта и никеля в водной среде. В основном это атомно-абсорбционные и спектрофотометрические методы, указанные в государственных стандартах. Однако эти методы не всегда позволяют обнаружить ионы кобальта и никеля в количестве, меньше допустимого предела. По этой причине научное значение приобретает разработка «гибридных» методов, предполагающих сначала концентрирование, а затем определение соответствующими физико-химическими методами.

В нашей стране также проводится ряд научных исследований по повышению селективности и чувствительности методов сорбционно-спектроскопического определения химических элементов путем создания новых, а также совершенствования существующих методов. В частности, при очистке сточных вод от различных форм экотоксикантов широко используются химические реагенты и адсорбционные материалы, ведутся исследования по применению различных природных и искусственных материалов, таких как цеолиты, гематиты, алюмосиликаты, целлюлоза, синтетические волокна и др. В новой стратегии развития Республики Узбекистан предназначенной на 2022-2026 годы определены задачи «совершенствования механизмов оценки уровня загрязнения окружающей среды, мониторинга окружающей среды, прогнозирования уровня ее загрязнения, обеспечения непрерывной информативности государственного экологического контроля, осуществления мониторинга состояния источников загрязнения и воздействия на окружающую среду». В связи с этим важное значение для мониторинга объектов окружающей среды имеет извлечение ионов металлов органическими реагентами с высокой селективностью сорбционно - спектроскопическими методами.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», от 30 октября 2019 года №5863 «Об утверждении Концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года», Постановлениях Президента

Республики Узбекистана от 3 октября 2018 года ПП-3956 «О дополнительных мерах по совершенствованию системы государственного управления в области экологии и охраны окружающей среды», Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 18 февраля 2020 года № КМ-95 «Об утверждении Общего технического регламента по экологической безопасности» .

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

**Степень изученности проблемы.** Исследования по изучению влияния ионов кобальта и никеля на окружающую среду и методов их сорбционного концентрирования проведены рядом ученых: Ю.А.Золотов, Г.М.Мясоедова, Банерджи П., Бхаттачарья П., Косиорек М., Вышковский М., Генчи Г., Кароччи А., Лаурия Г., Синикропи М., Чжэнь Г.Х., Лю Ч.М., Сунь Дж.М., Фэн Чж., Ченг Ч., Рэйчел Р., Гупта Н.А., Бабуев М.А., Амиров А.М., Панова Ю., Аубакиров Ю., Арбаг Х., Батуева Т.Д., Кондрашова Н.Б., Щербань М.Г., Таубаева А.С., Джусупбеков У.З., Ковригина Т.В., Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Никитина А.И. и другие. Определено влияние ионов кобальта и никеля на организм растений, животных и человека, а также способы концентрирования на различных сорбентах.

В Узбекистане разработкой химических сенсоров и методов обнаружения тяжелых элементов занимались Геворгян А.М., Абдурахманов Э. (электрохимические методы), Джиянбаева Р.Х., Кабулов Б.Д., Насимов М.А., Шестерова И.П., Турабов Н.Т. (оптические методы). Но исследования по сорбционно-спектроскопическом определению и проведению мониторинга ионов кобальта (II) и никеля (II) в окружающей среде мало изучено.

**Связь темы диссертационного исследования с научно-исследовательской работой ВУЗа, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа проводилась в рамках практических проектов по плану НИР Национального университета Узбекистана А.12.53 «Иммобилизованные на полимерных носителях реагенты при разработке методов фотометрического и сорбционно-фотометрического определения экотоксикантов в объектах окружающей среды» (2015-2017 гг.), ФЗ-20171024243 «Исследование физико-химических свойств иммобилизованных азореагентов при определении ионов кобальта и железа» (2018-2019 гг.).

**Цель исследования.** Разработка сорбционно-спектроскопических методов определения ионов  $\text{Co(II)}$  и  $\text{Ni(II)}$  в сточных водах Навоийской области с использованием органических реагентов и проведение мониторинга природных и техногенных объектов.

**Задачи исследования:**

выбор селективных органических реагентов и изучение их структуры при определении ионов кобальта (II) и никеля (II), определение оптимальных условий иммобилизации реагентов в полимерные сорбенты;

выбор условий комплексообразования ионов кобальта (II) и никеля (II) с иммобилизованными органическими реагентами и определение механизма и состава их образования;

определение констант устойчивости, мольных соотношений комплексов, образованных ионами кобальта(II) и никеля(II) с иммобилизованными органическими реагентами;

разработка метода сорбционно-спектроскопического определения ионов кобальта (II) и никеля (II) и оценка точности метода;

применение разработанных сорбционно-спектроскопических методов к объектам окружающей среды и проведение мониторинга содержания ионов кобальта (II) и никеля (II) в сточных водах Навоийского области и оценка экологического состояния;

области применения разработанных новой методики определения ионов кобальта (II), никеля (II) на практике и определение их влияния на объекты окружающей среды.

**Объектом исследования** являются объекты окружающей среды Навоийской области (почвы, растения а также сточные воды) содержащие в своем составе ионы кобальта(II) и никеля(II).

**Предметом исследования** являются ионы Co(II) и Ni(II), органические реагенты 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислота и 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо натриевая соль.

**Методы исследования** оптические (отражательная, атомно-абсорбционная, ИК-спектроскопии, спектрофотометрия); ВЭЖХ, использовались сканирующая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый методы анализа, квантово-химические методы расчета.

#### **Научная новизна исследования:**

при определении ионов кобальта (II) и никеля (II) предложены 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислота, 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо натриевая соль в качестве аналитических реагентов и изучены оптимальные условия их иммобилизации на носителях;

найлены оптимальные условия комплексообразования ионов кобальта(II) и никеля(II) с натриевой солью 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо кислоты и 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислоты (рН=2,5 для иона Ni(II), рН=3 для иона Co (II));

доказано, что молярные соотношения комплексов, образованных ионами кобальта(II) и никеля (II) с иммобилизованными реагентами 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислотой и 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо натриевой солью, составляют 1:1, а константы равновесия равны  $K=3,42 \cdot 10^9$  для иона Ni (II) и  $K=4,08 \cdot 10^{11}$  для иона Co (II), что указывает на устойчивость образованных комплексов.

впервые был разработан новый, чувствительный, экспресс-метод сорбционно-спектроскопического определения ионов кобальта (II) и никеля (II);

было доказано влияние ионов Co(II) и Ni(II) на объекты окружающей среды на примере растений (пшеница и овес);

проведен мониторинг и экологическая оценка содержания ионов Co(II) и Ni(II) в природных и сточных водах Навоийской области.

#### **Практические результаты исследования:**

разработанный сорбционно-спектроскопический метод применен для определения ионов Co(II) и Ni(II) в различных модельных, бинарных, сложных смесях и образцах промышленных сточных вод;

проведен мониторинг ионов Co(II) и Ni(II) в природных и техногенных водах;

определено влияние ионов кобальта и никеля на вегетационный период растений пшеницы и овса рентгенофлуоресцентными и стандартными методами.

**Достоверность результатов исследований** проведен методами «введено-найдено», «добавок», а также сравнения со стандартными образцами. Полученные результаты были обработаны методами математической статистики и подтверждены такими методами анализа, как ИК- спектроскопия, СЭМ (сканирующий электронный микроскопия), рентгено-флуоресцентный.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость исследований заключается в разработке сорбционно-спектроскопического метода экспрессного определения ионов Co(II) и Ni(II) и улучшения аналитических параметров с использованием иммобилизованных органических аналитических реагентов 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислоты и 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо натриевой соли.

Практическая значимость исследования заключается в том, что применение сорбционно-спектроскопических методов определения ионов Co(II) и Ni(II) в растворе при анализе природных и промышленных сточных вод служит решению задач экоаналитической химии.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных результатов разработанных методов определения ионов Co(II) и Ni(II) иммобилизованными реагентами 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислоты и 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо натриевой соли:

сорбционно-спектроскопические методики определения Co(II) и Ni(II) иммобилизованными реагентами внедрены в центральную аналитическую лабораторию АО «Навоiazот» (справка АО «Навоiazот» от 19 июля 2021 года № 01-8/5295). В результате проведено чувствительное и быстрое определение ионов Co(II) и Ni(II) в сточных водах с помощью иммобилизованных реагентов 4((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензо сульфо кислоты и 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо натриевой соли сорбционно-спектроскопическим методом.

Методики разделения и обнаружения кобальта и никеля рекомендованы к применению на практике в Центральной научно-исследовательской лаборатории АО «Навоийского горно-металлургического комбината» (справка «Навоийский горно-металлургический комбинат», от 6 декабря 2022 г №23.01-01-07/805) В результате доказано, что определение ионов Co(II) и Ni(II) в составе промышленных сточных вод различается по экспрессности, стоимости и селективности.

**Апробация результатов исследования.** По результатам исследований было представлено и обсуждено 10, в том числе 4 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 2 проиндексированы в базе Scopus, 5 в изданиях, рекомендованных ВАК, из них 2 в республиканских и 3 в международных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составил 120 страниц.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.**

**Во введении** приведены актуальность диссертационной работы, цель и задачи исследования, объекты и предметы исследования, соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, представлены научная новизна и практическая значимость результатов исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, показана теоретическая и практическая значимость достигнутых результатов, информация о перечне внедрений результатов исследований и структура диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Методы определения ионов кобальта и никеля и их влияние на окружающую среду (обзор литературы)**» описаны источники распространения ионов кобальта и никеля в окружающую среду, их токсическое действие на растения, животных и организм человека. Рассмотрены физико-химические методы их обнаружения, методы сорбционного концентрирования и определения, а также различные реагенты и сорбенты, используемые при анализе данных ионов.

Хотя в анализируемой литературе существует множество методов определения ионов кобальта и никеля, сорбционно-спектроскопические методы их определения мало изучены.

Во второй главе диссертации под названием «**Оборудование и материалы, используемые для сорбционно-спектроскопического определения ионов кобальта (II) и никеля (II). Методика проведения эксперимента**» применяемые реактивы, материалы, оборудование, используемые в исследовании), представлены методы приготовления стандартных и рабочих растворов ионов кобальта(II) и никеля(II), органических реагентов для их иммобилизации на твердых волокнистых сорбентах. Приводятся данные о сорбентах на основе полиакрилонитрила

(ППД-1) и волокон фиброинов шелка, способы иммобилизации органических реагентов на данные сорбенты, комплексообразование металла и иммобилизованного реагента и др. применяемые в исследованиях методики.

Структурные формулы, использованных в работе реагентов, ГННАБС и ПАР соли представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Структурная формула органических реагентов**

№	Наименование	Брутто формула и молярная масса	Структурная формула
1	4-((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензосульфоки слота (ГННАБС)	$C_{18}H_{11}N_3O_5S$ Mr=381	
2	Натриевая соль 1-(2-придилазо)-2оксинафталин-6-сульфоновой кислоты (ПАР соль)	$C_{15}H_9N_3Na_2$ Mr=277	

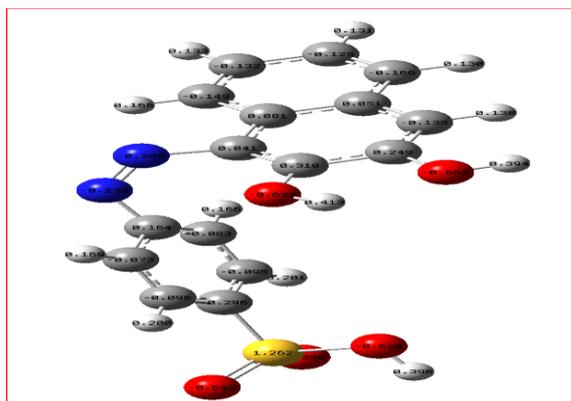
Изучены физико-химические свойства органических реагентов, иммобилизованных на сорбенте ППД-1, синтезированного на кафедре химии полимеров Национального университета Узбекистана, волокна фиброина шелка, являющегося отходами завода УргенчТЕХ.

В качестве реагентов для определения ионов никеля(II) и кобальта(II) были выбраны 4-((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензосульфо кислота (ГННАБС) и натриевая соль 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфоновой кислоты (ПАР соль) иммобилизованные на волокне фиброине шелка и на полимерном сорбенте ППД-1.

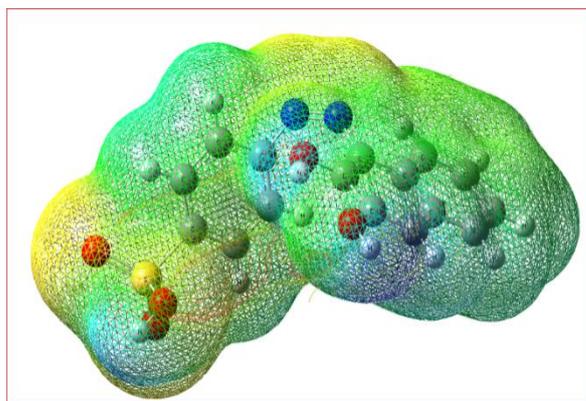
В третьей главе диссертации «**Иммобилизация органических реагентов на носителях и подбор оптимальных условий их комплексообразования с ионами кобальта(II) и никеля(II)**» представлены результаты квантово-химических расчетов реагентов ПАР соли и ГННАБС на ионы кобальта(II) и никеля(II), иммобилизованных на ППД-1 и фиброине шелка. Определены оптимальные условия иммобилизации органических реагентов а также их комплексообразования с ионами кобальта(II) и никеля(II), в зависимости от длины волны, времени, температуры, концентрации реагентов.

Проведены квантово-химические расчеты с целью прогнозирования процессов иммобилизации и комплексообразования реагентов с выбранными полимерными носителями с ионами металлов. При использовании этих методов в результате протонирования реагентов в кислой среде образуется координационная связь за счет электростатического притяжения электронной пары. Реагенты, выбранные

для иммобилизации, будут иметь несколько потенциальных центров, которые имеют высокое электростатическое притяжение к ионам металлов.



**Рис.1. Распределение электронной плотности 4-((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо) бензойной кислоты**



**Рис.2. Распределение электростатического потенциала (ЭСП) 4-(2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо бензойной кислоты**

Известно, что плотность электронного (ЭП) облака сульфогруппы в реагенте самая высокая, а значит, процесс иммобилизации волокна происходит именно в этой области. Установлено, что следующий показатель значения ЭСП принадлежит связям  $-N=N-$  (азогруппа) и  $=CH-N=$ ,  $CO-$  которые образуют координационную связь с ионом металла.

Красные сферические точки на рисунке 2 представляют собой область, богатую электронами и являются минимальной областью поверхности. Воздушные сферические точки это сферы с электронным дефицитом, которые являются максимальной областью поверхности. В качестве центров, которые могут участвовать в качестве доноров электронов в межмолекулярных взаимодействиях, можно указать атом кислорода в сульфогруппе молекулы.

Проведенные анализы показали, что наличие аналитических активных групп (ААГ) повышает селективность и чувствительность синтезируемых реагентов к ионам кобальта и никеля.

**Таблица 2**

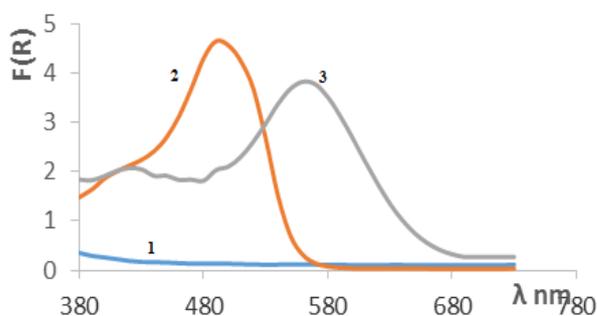
**Оптимальные условия иммобилизации реагентов ПАР соли и ГННАБС (m=0,2000 гр)**

Носитель	Реагент	pH	Максимум поглощения, нм	Время мин.	СОЕ (мг-экв/г)
Фиброин шелка	ГННАБС	7,0	480	35	5,54
ППД-1	ПАР соль	7,0	450	40	5,23

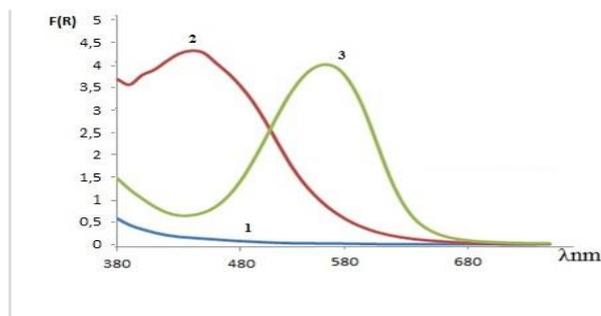
Основываясь на результатах, представленных в таблице 2, дальнейшие результаты анализов в выбранных оптимальных условиях использовали для определения ионов кобальта(II) и никеля(II), с иммобилизованными реагентами ГННАБС, а также ПАР соли, в

соответствии с волокнами фиброин шелка и ППД-1.

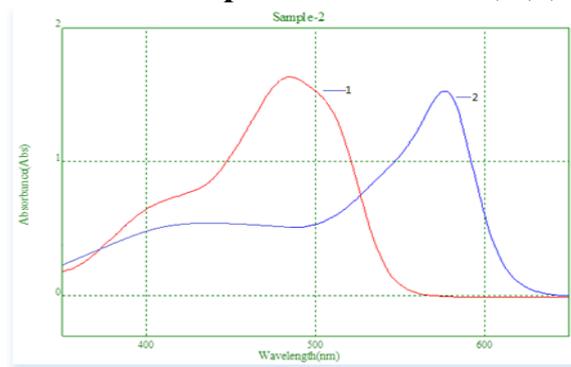
Для изучения в растворе комплексообразующих свойств ионов кобальта (II) и никеля (II) с выбранными реагентами были проанализированы спектры поглощения комплексов кобальта и никеля с иммобилизованными реагентами, а также проанализированы спектры отражения на твёрдой фазе, иммобилизованным реагента и комплексообразующих ионов металлов (рис.3,4,5,6).



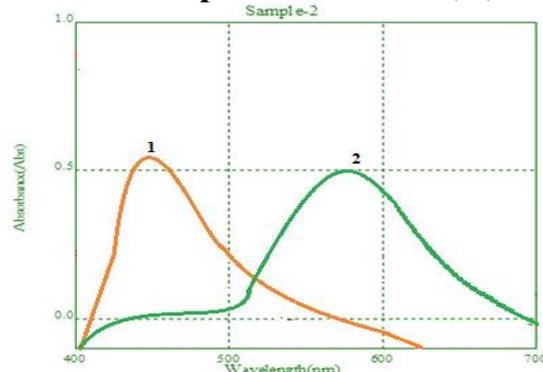
**Рис.3** Зависимость коэффициента отражения от длины волны для фиброина шёлка до (1) и после (2) иммобилизации ГННАБС и его комплексообразование с Co (II)(3)



**Рис.4.**Зависимость коэффициента отражения от длины волны для ППД-1 до (1) и после (2) иммобилизации ПАР и его комплексообразование с Ni(II)



**Рис. 5.** Спектры поглощения реагента ГННАБС (1) и его комплекса с ионами Co (II) (2)

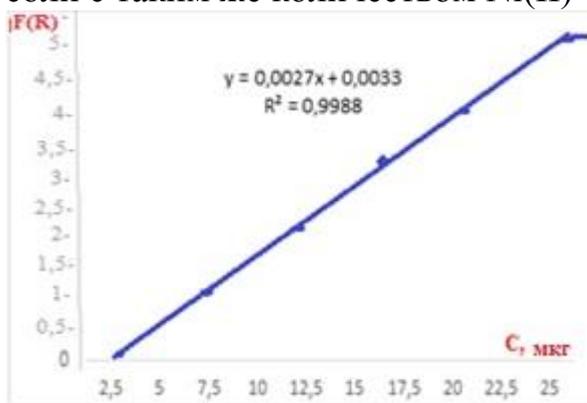


**Рис.6.** Спектры поглощения реагента ПАР (1) и его комплекса с ионом Ni (II) (2)

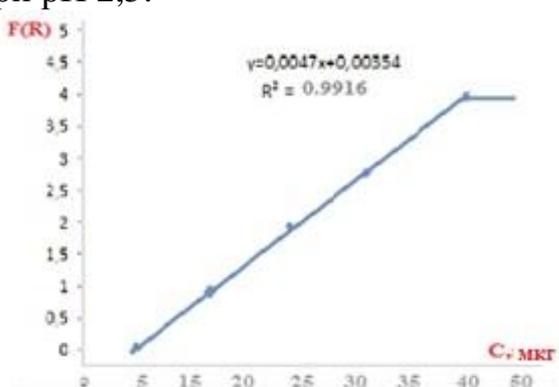
Полученные результаты показывают, что максимальное светопоглощение раствора комплекса никеля с иммобилизованной ПАР солью наблюдается при длине волны 590 нм, а максимальный аналитический сигнал ГННАБС с Co(II) наблюдается при длине волны 575 нм. Для подтверждения точности результатов полученный спектр поглощения сравнивали со спектрами отражения. Максимум светопоглощения наблюдается как минимум в спектре отражения. При переносе результатов спектра отражения в функцию Кубелки-Мунка минимум превращается в максимум и обнаруживается, что наблюдаемый спектр поглощения совпадает с максимумом функции Кубелки-Мунка.

Изучены оптимальные условия комплексообразования ионов металлов с иммобилизованными реагентами, важное значение в комплексообразовании имеет среда, изучено комплексообразование ионов

Co(II) и Ni(II) с иммобилизованным реагентом в диапазоне pH=1-7. Для комплексообразования 50 мг/мл Co(II) с реагентом ГННАБС находится оптимальная среда при pH равном 3, а для комплексообразования ПАР соли с таким же количеством Ni(II) – при pH 2,5.



**Рис. 7. Градуировочный график определения ионов кобальта (подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера)**



**Рис. 8. Градуировочный график определения ионов никеля (подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера)**

Закон Бугера-Ламберта-Бера применим к кобальту(II) в диапазоне концентраций от 2,5 до 25,0 мкг, а к иону никеля(II)-от 4 до 40 мкг в 50 мл раствора, что является достаточной величиной для обнаружения ионов металлов в объектах окружающей среды (рис.7-8). Коэффициент корреляции обоих методов близок к 1.

**Таблица 3**

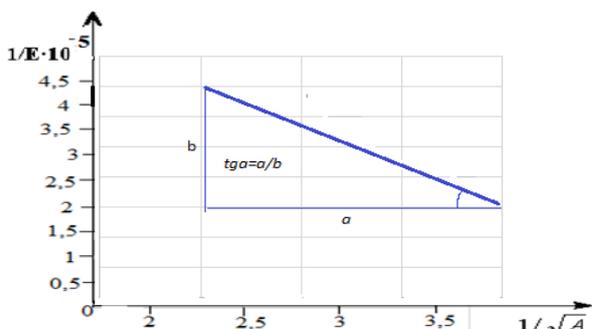
**Спектральные характеристики комплекса кобальта и никеля с иммобилизованными реагентами**

Металл	Цвет комплекса	pH			$\Delta\lambda$	C Me <sup>+2</sup> , мкг	Чувствительность по Сенделю, мкг/см <sup>2</sup> .
			<i>MeR</i>	<i>HR</i>			
Кобальт(II)	Коричнево-фиолетовый	3	575	485	90	50	0,0029
Никель(II)	Красно-фиолетовый	2,5	590	450	140	50	0,00276

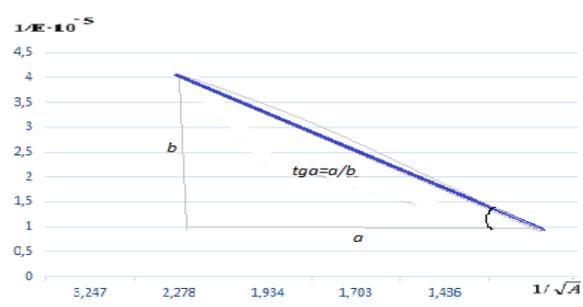
Из табл. 4 видно, что спектральные характеристики комплекса кобальта и никеля с иммобилизованными реагентами достаточно контрастны ( $\Delta\lambda = 90-140$  нм) и по значению Сенделя можно сделать вывод о чувствительности метода определения кобальта и никеля.

Состав и молярное соотношение полученных комплексных соединений определяли методом изоляричных серий. Установлено, что молярное соотношение комплексных соединений кобальта(II) и никеля(II), с иммобилизованными ГННАБС и ПАР солью составляет 1:1.

Методом Толмачева, рассчитаны константы равновесия реакции комплексообразования и истинный молярный коэффициент поглощения комплексов. (рис.9-10).



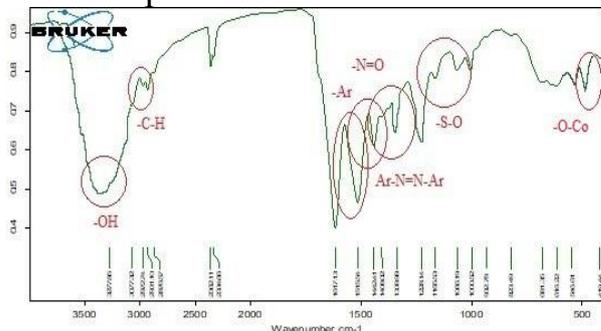
**Рис. 9. График нахождения константы равновесия при определении иона Co (II) с реагентом ГНАБС, иммобилизованным на волокне фиброин шелка**



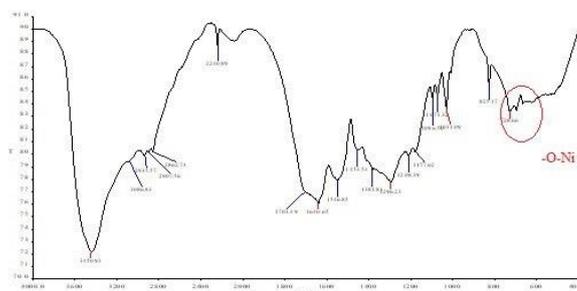
**Рис.10. График нахождения константы равновесия при определении иона Ni(II) с реагентом ПАР солью, иммобилизованным на волокне ППД-1.**

По численным значениям  $\epsilon_{ист}$  и  $K_{рав}$  для иона никеля (II) и кобальта (II) было установлено, что разработанный метод обладает высокой чувствительностью, а комплекс достаточной стабильностью.

В четвертой главе диссертации «Анализ спектроскопических методов определения ионов кобальта(II) и никеля(II) с иммобилизованной реагентами ПАР-солью и ГНАБС» приводятся данные ИК-спектроскопический, рентгенофлуоресцентный анализ и СЭМ. В ходе исследования спектров были получены результаты и проанализированы первоначальные до и после иммобилизации на носители реагентов ГНАБС и ПАР-соли (рис.11-12).



**Рис.11. ИК - спектр комплекса кобальта с иммобилизованной ГНАБС**



**Рис.12. ИК - спектр комплекса никеля с иммобилизованной ПАР-солью**

При ИК- спектроскопическом анализе наблюдались на ИК-спектрах волокна ППД–1 в областях 3188, 2850, 1450, 1638  $\text{cm}^{-1}$  валентные и деформационные колебания, характерные для гидроксильных, метильных, углерод-углеродных, азот-водород содержащих групп. После иммобилизации ПАР соли в волокне ППД-1, были получены изменения в новых областях, в частности, расширение в области 3414  $\text{cm}^{-1}$ , относящейся к группе -ОН, изменение, специфичное для связи S-O, в области 1167-1100  $\text{cm}^{-1}$ , характерное для ароматической азо группы N=N 1378-1294  $\text{cm}^{-1}$ , изменение в области 3052-3090  $\text{cm}^{-1}$  наблюдались изменения, характерные



**иммобилизованной 4-((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)-азо) бензойной кислотой**

**иммобилизованной 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфонатриевой соли**

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа иммобилизованной на фиброине шелка 4-((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил)азо)бензойной кислоты и его комплекса с кобальтом(II) (рис.15) появление высокоинтенсивного пика для серы показывает, что реагент содержит сульфогруппу, участвующую в процессе иммобилизации, а также образование нового комплексного соединения реагента с ионом металла можно объяснить появлением характерного для кобальта высокоинтенсивного пика. Аналогичные результаты наблюдались и для иона никеля (рис.16). Тот факт, что количественные доли ионов кобальта(II) и никеля(II) в обоих волокнах составляют 24,1% и 31,7% соответственно, еще раз подтверждает о комплексообразовании между ионом металла и иммобилизованным реагентом.

В пятой главе диссертации **«Аналитическое применение сорбционно-спектроскопических методов обнаружения ионов кобальта и никеля, изучение и мониторинг воздействия на окружающую среду»** приведены результаты анализа сточных вод Навоийской области, влияния ионов на обнаружение ионов кобальта(II) и никеля(II), а также выявление этих ионов разработанным методом из состава искусственных смесей, природных и техногенных вод, почвы, изучены влияния ионов на растительность и мониторинг объектов окружающей среды.

Первоначально на основе анализа сточных вод Навоийской области с использованием ICP-MS было определено количество содержащихся в них ионов кобальта и никеля. Анализ показал, что сточные воды АО «Навоиазот» содержат 43 элемента, при этом количество изучаемых нами ионов в сточных водах - кобальта составляет 0,115 мг/л, а никеля 4,543 мг/л.

Изучено влияние мешающих ионов на определение ионов Co(II) и Ni(II). Установлено, что в сильноокислой среде ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  мешают ионам Co(II),  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и ЭДТА- соответственно при определении иона Ni(II). Но как только образуется комплекс никеля, ЭДТА в любых количествах не мешает определению. Это позволяет удалить мешающие ионы путем промывки почвы раствором ЭДТА. Ионы, мешающие ионам Co(II) и Ni(II), устраняли с помощью маскирующих реагентов и на основании анализа искусственных смесей. Полученные результаты использовали для определения данных ионов.

Таблица 4

Результаты определения иона кобальта(II) в бинарных, тройных и более сложных смесях с помощью реагента ИМГННАБС [P=0,95; n=3]

Состав анализируемой смеси, мкг	найдено Co <sup>2+</sup> , мкг $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S <sub>r</sub>
Co(10)+Ni(20)	9,81 ± 0,28	0,152	0,015
Co(10)+Cu(50)+Cr(15)	9,88 ± 0,34	0,182	0,018
Co(10)+Fe(50)+Ni(50)	9,32 ± 0,87	0,476	0,051
Co(10)+Cd(30)+Pb(50)+Cu(10)	9,14 ± 1, 52	0,826	0,090
Co(10)+Ni(30)+Cu(20)+Zn(10,0)+Cd(50)	9,07 ± 1,73	0,940	0,104

Таблица 5

Результаты определения иона никеля(II) в бинарных, тройных и более сложных смесях с помощью реагента ИМПАР[P=0,95; n=3]

Состав анализируемой смеси, мкг	найдено Ni <sup>2+</sup> , мкг $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S <sub>r</sub>
Ni(10)+Co(20)	9,91 ± 0,24	0,130	0,013
Ni(10)+Cu(50)+Zn(50)	9,85 ± 0,30	0,163	0,017
Ni(10)+Fe(20)+Zn(30)	9,82 ± 0,39	0,214	0,022
Ni(10)+Cr(50)+Hg(10)+Cd(30)	9,69 ± 0,82	0,449	0,046
Ni(10)+Co(30,0)+Cu(15)+Zn(10)+Cd(50)	9,35 ± 1,89	1,031	0,110

Из представленной таблицы видно, что относительное стандартное отклонение не превышает 0,110, что показывает на достаточную точность и воспроизводимость метода при определении исследуемых ионов.

Были проанализированы природные и сточные воды реки Зарафшан в Навоийской области, результаты которых представлены в таблице 6.

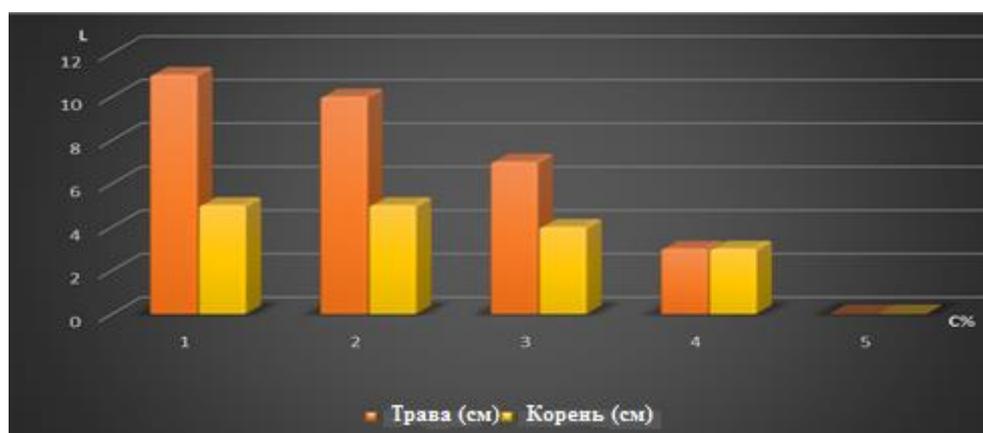
По результатам анализа разработанный метод концентрирования ионов металлов на иммобилизованном реагентами волокне фиброине шелка и ППД-1 (табл.6), является эффективным и точным.

Таблица 6

**Результаты обнаружения иона кобальта (II) в различных объектах Навайской области по методом «введено-найдено»**

Анализируемой ион	Объекты анализа	Введено, мг/л	Найдено, мг/л	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	Sr
Co	Питьевая вода	5,0	4,98	0,33	0,178	0,036
	вода реки Зарафшан	5,0	5,13	1,13	0,614	0,120
	вода из канала Конимех	5,0	5,06	0,93	0,505	0,100
Ni	Питьевая вода	5,0	4,85	0,56	0,307	0,063
	вода реки Зарафшан	5,0	5,05	0,97	0,530	0,105
	вода из канала Конимех	5,0	5,02	1,04	0,566	0,113

Воздействие ионов кобальта и никеля в сточных водах завода на объекты окружающей среды было проанализировано на примере пшеницы.



**Рис. 17. Результаты проращивания зерна пшеницы в сточных водах различной концентрации**

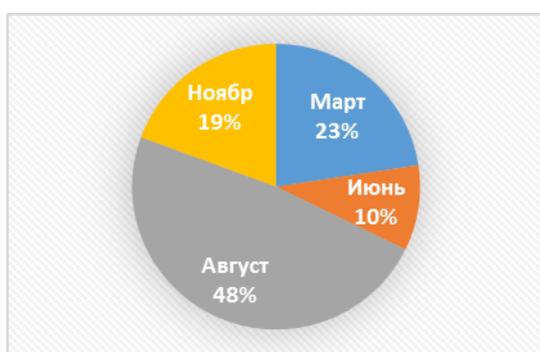
Результаты показали, что у зародышей пшеницы, орошаемых сточными водами с высокой концентрацией (40%) ионов металлов, вегетационный период не наблюдался (рис.17). Мы наблюдали, что ствол и корень пшеницы, политые водой концентрацией 10 и 20%, очень слабо прорастают. Рентгенофлуоресцентный анализ зерна пшеницы (20%), пророщенного сточными водами, был проведен с целью определения из состава почвы количества ионов кобальта, усвоенных пшеничным зерном из состава почвы. Согласно результатам рентгенофлуоресцентного анализа зерна пшеницы, в пробе взятой со сточных вод производственных предприятий, наряду с ионами Cu, Fe, Mn также было обнаружено повышенное содержание кобальта и никеля. По данным анализа

установлено, что усвоение растением из состава почвы избыточных ионов металлов, в том числе ионов кобальта и никеля, негативно сказывается на его вегетационном периоде.

Таблица 7

**Сезонные уровни ионов кобальта (II) и никеля (II) в воде реки Зарафшан в Навоийском районе**

Анализируемой ион	ПДК	15.03.2022	18.06.2022	27.09.2022	17.11.2022
Кобальт(II) мг/л	0.01	0,007	0,003	0,015	0,006
Никель(II) мг/л	0.01	0,018	0,012	0,02	0,018

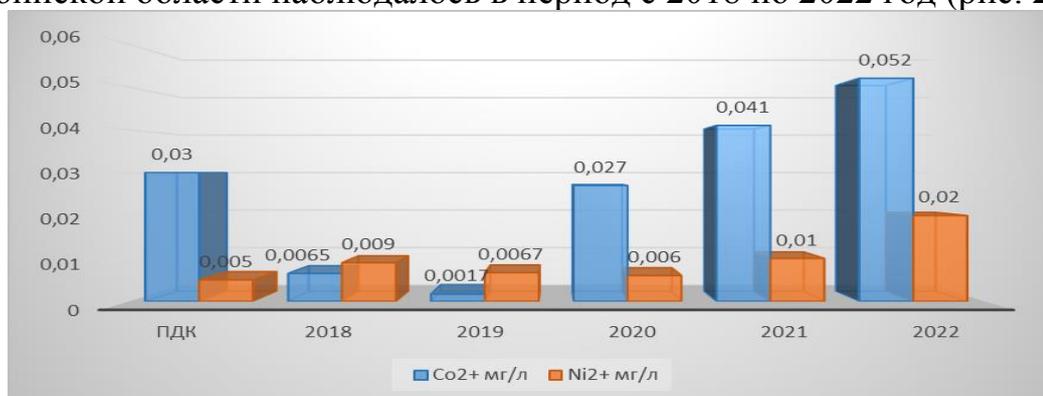


**Рисунок 18. Диаграмма сезонного количества иона кобальта(II) в речной воде, мг/л**

**Рисунок 19. Диаграмма сезонного количества иона никеля(II) в речной воде, мг/л**

По результатам сезонного содержания иона кобальта (II) в речной воде (рис.18) установлено, что из-за миграции кобальта в летнее время года его количества больше, чем в другие сезоны, а иона никеля (II) в осеннее и летнее время по миграционному свойству элемента-больше, чем в другие сезоны(рис.19).

Содержание ионов кобальта (II) и никеля (II) в сточных водах Навоийской области наблюдалось в период с 2018 по 2022 год (рис. 20).



**Рисунок 20.Содержание ионов кобальта(II) и никеля (II) в сточных водах Навоийской области (мг/л) (2018-2022 гг.)**

Согласно сводке мониторинга сточных вод наблюдается, что количество ионов никеля (II) немного превышало ПДК в 2021, 2022 годах, а количество ионов кобальта(II) немного превышало ПДК в 2020-2022 годах.

Разработанный сорбционно-спектроскопический метод сравнивали с ГОСТ методами (фотометрическим, атомно-абсорбционным спектроскопическим), а также сравнивали со значениями, рассчитанными на основе критериев Стьюдента и Фишера, двух независимых методов оценки воспроизводимости и точности. Тот факт, что вычисляемые значения меньше табличных ( $F=1,218 < 2,26$ ;  $t=1,76 < 4,47$ ) означает, что в методе нет систематических ошибок и резких расхождений между результатами методов.

### Заключение

1. Для определения ионов кобальта(II) и никеля(II) в качестве аналитических реагентов были выбраны 4-((2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафтил) азо) бензойная кислота и натрия соль 1-(2-пиридилазо)-2-оксинафталин-6-сульфо кислоты, фиброин шелка и ППД-1. Определены оптимальные условия иммобилизации волокон органических реагентов.

2. Подобраны оптимальные условия комплексообразования ионов кобальта (II) и никеля (II) иммобилизованными реагентами, механизм и состав комплексообразования подтверждены спектрофотометрическими, ИК-спектроскопией, рентгенофлуоресцентным и СЭМ методами

3. Определены константы устойчивости комплексов кобальта(II) и никеля(II):  $K_{Co}=3,72 \cdot 10^9$ ;  $K_{Ni}=4,48 \cdot 10^{11}$  и молярные соотношения Me:R составляющие 1:1 найдены методами изомолярных серии и прямолинейных Асмуса;

4. Результаты разработанных методов сравнивались с гостовскими методами. Было доказано, что они имеют преимущества перед другими методами по экспрессности, по селективности, относительно стандартном отклонением не превышающем 0,11 возможности повторного использования сорбентов, а также рекомендованы для определения ионов кобальта и никеля.

5. Сорбционно-спектроскопический метод, разработанный для обнаружения ионов кобальта (II) и никеля (II), был апробирован при анализе почв, растений, природных и сточных вод получил экологическую оценку;

6. Воздействие ионов кобальта (II) и никеля (II) на окружающую среду было проанализировано на примере растений пшеницы и овса, и было обнаружено, что избыток этих ионов отрицательно влияет на обмен веществ в растениях;

7. Разработанный сорбционно-спектроскопический метод определения был апробирован и рекомендован к применению в центральных лабораториях Навоийского АО "Навоиазот" и Навоийского горно-металлургического комбината.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON THE AWARDING OF  
SCIENTIFIC DEGREES DSc.03/30.12.2019.K.01.03.AT TASHKENT  
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

---

**NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

**HALILOVA LOLA MEHRIDDINOVNA**

**DEVELOPMENT AND MONITORING OF NEW METHODS FOR  
DETECTING CO(II), NI(II) IONS IN WASTEWATER OF NAVOI  
REGION**

**02.00.02.-Analytical chemistry  
03.00.10.-Ecology**

**DOCTOR OF PHILOSOPHY(PhD) DISSERTATION  
CHEMISTRY BY SCIENCES**

**Tashkent-2023**

**The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in chemical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with the number b B2023.2.PhD/K619**

The dissertation has been carried at the National University of Uzbekistan.

Abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) posted on the web page at the address of the Scientific Council ik-kimyo.nuu.uz . and the information and educational portal "ZiyoNET" at www.ziynet.uz .

**Scientific supervisors:**

**Smanova Zulaykho Asanalievna**  
doctor of chemical sciences, professor

**Abdullayeva Mubarak Makhmusovna**  
doctor of biological sciences, professor

**Official opponents:**

**Yakhshiyeva Zukhra Ziyatovna**  
doctor of chemical sciences, professor

**Azimova Dilbar Artikovna**  
candidate of biological sciences

**Leading Organization**

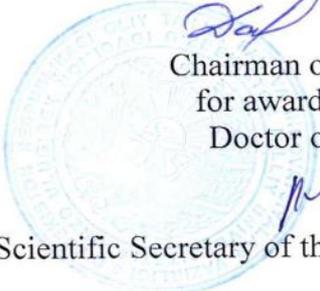
Tashkent pharmaceutical institut

The dissertation defense will take place " 16 " 12 2021 y. in 11<sup>30</sup> hours at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.To.01.03 at the National University of Uzbekistan. (Address: 4 University str., Tashkent, 100174, Tel.: (99871)246-07-88, (99871)277-12-24; fax: (99871) 246-53-21. e-mail: chem0102@mail.ru .

The dissertation has been found at the Information Resource Center of the National University of Uzbekistan under 182 100174, Tashkent, University str. 4, Tel.: (99871)246-67-71).

The abstract of the dissertation has been distributed " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 year.

( protocol at the register №. 11 dated 02.12 2023 year.)



**Sh.Sh.Daminova**  
Chairman of the Scientific Council  
for awarding Academic Degrees,  
Doctor of Economics, Professor

**N.H.Kutlimuratova**  
Scientific Secretary of the Scientific Council for  
Awarding Academic  
Degrees, Doctor of Economics, Professor

**E.Abdurakhmanov**  
Chairman of the scientific seminar at  
the Scientific Council for awarding Academic  
Degrees, Doctor of Economics, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** Development of sorption-spectroscopic methods for detecting Co(II) and Ni(II) ions contained in the wastewater of the Navoi region using organic reagents and monitoring in natural and man-made facilities.

**The objects of the research** is cobalt(II) and nickel(II) ions contained in industrial waste and wastewater of the Navoi region..

**The scientific novelty of the dissertational research is:**

in the determination of cobalt (II) and nickel (II) ions, 4 ((2-hydroxy-3-nitroso-1-naphthyl)azo)benzo sulfo acid, 1-(2-pyridylazo)-2-oxynaphthalene-6-sulfo sodium salt were proposed as analytical reagents and the optimal conditions for their immobilization on carriers;

optimal conditions for the complexation of cobalt(II) and nickel(II) ions with 1-(2-pyridylazo)-2-oxynaphthalene-6-sulfo sodium salt and 4((2-hydroxy-3-nitroso-1-naphthyl)azo)benzo sulfonic acid (pH=2.5 for the Ni ion(II), pH=3 for the Co(II) ion);

it is proved that the molar ratios of complexes formed by cobalt(II) and nickel(II) ions with immobilized reagents 4((2-hydroxy-3-nitroso-1-naphthyl)azo)benzo sulfo acid and 1-(2-pyridylazo)-2-oxynaphthalene-6-sulfo sodium salt, they are 1:1, and the equilibrium constants are  $K=3.42 \cdot 10^9$  for the Ni(II) ion and  $K=4.08 \cdot 10^{11}$  for the Co(II) ion, which indicates the stability of the complexes.

for the first time, a new, sensitive, express method of sorption spectroscopic determination of cobalt (II) and nickel (II) ions was developed;

the influence of Co(II) and Ni(II) ions on the environment has been proved by the example of plants (wheat and oats);

monitoring and environmental assessment of the content of Co(II) and Ni(II) ions in natural and wastewater of the Navoi region was carried out.

**Implementation of the research results.**Based on the results of studies conducted to determine Co(II) and Ni(II) ions in industrial wastewater using immobilized PAR and GNNABS reagents:

introduced into the central analytical laboratory of Navoiazot JSC (reference of Navoiazot JSC dated July 19, 2021 No. 01-8/5295). As a result, sensitive and rapid determination of Co(II) and Ni(II) ions in wastewater using immobilized PAR and HNNABS reagents by sorption spectroscopic method became possible.

PAR and GNNABS reagents immobilized on polymer sorbents are recommended for implementation in the Central Research Laboratory of JSC "Navoi Mining and Metallurgical Combine" ("Navoi Mining and Metallurgical Combine", December 6, 2022 23.01-01-07/805-reference number). As a result, it is proved that the determination of Co(II) and Ni(II) ions in the composition of industrial wastewater differs in expressiveness, cost and selectivity.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation was 120 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Bobomurodova M.S., Ashirov M.A., Gafurova D.A., Shakhidova D.N., Khalilova L.M., Jumayeva E.Sh. Polimer sorbents from Nitron Fiber Waste// Neuro Quantology .2021- №19(7).-P. 64-71. (Scopus, IF-0,214);
2. Madusmanova N.K., Khalilova L.M., Jumayeva E.Sh., Gafurova D.A., Smanova Z.A., Tadjimammedov H.Sh. Nitrosophthol Derivatives as Analytical reagents for Cobalt Ions// Journal of analytical chemistry// Russian.2022-№1.- P.26-32 (Scopus; IF-1,180);
3. Khalilova L.M., Smanova Z.A., Ahmadjonov U.G`, Aliyeva T.I. Sorption photometrik determination of nickel ions in environmental objects // The academy tabobat of Uzbekistan, Journal of chemistry of goods and traditional medicine.2022.-Т.1 №5.-P.38-53. (02.00.00.№18);
4. Халилова Л.М., Сманова З.А. Влияние тяжелых металлов на антропогенную деятельность // Экология хабарномаси. 2022.- №4(4).-С.49-57. (03.00.00.);
- 5.Raximov S., Innatova M., Xalilova L.M., Isakulov F., Smanova Z.Temir (II) ionini yangi imobillangan reagent yordamida sorbsion-fotometrik aniqlash// O`zbekiston Milliy universiteti xabarлари.-2020.-№ 3/1.-В.224-227.(02.00.00. №12 )

**II bo`lim (tezislar)**

6. Халилова Л.М., Сманова З.А. Сорбционно-спектрофотометрическое изучение реакции комплексообразования никеля азореагентом ПАР-солью // Science and innovation, international scientific journal. 2022- V.1- I.12.- P.227-235 (ОАК; IF-8,2).
- 7.Ashirov M.A., Xalilova L.M., Yangibayev A.E., Smanova Z.A. Spektrophotometric Determination of Mercury Ions with the New Reagent N-Methylanabazin –A – Azo-1,8–aminonaphthol-4,6 –Disulfonic Acid // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020- Volume 8, 9.-P.5413-5418
- 8.Халилова Л.М. Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах // Та`лим, fan va ishlab chiqarish integratsiyasida innovatsion texnologiyalarni qo`llash mamlakat taraqqiyotining muhim omili. Mirzo Ulug`bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura- qurilish instituti XV respublika ilmiy-amaliy anjumani.- Samarqand, 2018 -В.229-231.
9. Халилова Л.М. Источники загрязнения атмосферы // Та`лим, fan va ishlab chiqarish integratsiyasida innovatsion texnologiyalarni qo`llash mamlakat taraqqiyotining muhim omili Mirzo Ulug`bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura- qurilish instituti XV respublika ilmiy-amaliy anjumani.- Samarqand, 2018, -В.235-237.

10. Халилова Л.М., Жумаева Э.Ш., Йулчиева С.Р., Мадусманова Н.К. Новые производные нитрозанафтолов и их комплексобразование с ионами меди, кобальта и железа// *Kimyoning dolzarb muammolari professor o`qituvchilar va yosh olimlarning respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari.*- Toshkent 2021-B.372
11. Xalilova L.M., Smanova Z.A. Temir ionlari immobilangan 3 –gidroksi-4-nitrozo-2-naftoykislotasining IQ spektroskopik tahlil natijalari// “ Zamonaviy ta`lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g`oyalar, takliflar va yechimlar” mavzusidagi 15-sonli Respublika ilmiy –amaliy on-line konferensiyasi.-2021-B.245-246.
12. Халилова Л.М., Сманова З.А. Органик реагентнинг толада иммобилизациясида мухитнинг таъсири //“Металлорганик юкори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий конференция.- Тошкент., 2021. -B.359-361.
13. Madatov O`A., Raximov S.B., Khalilova L.M., Normatov B.R., Tuychiyeva S.R., Smanova Z.A. Immobilized Reagent Disodium salt of 1,8-dioxynaphelene-3,6 disulfonic Acids for the Determination of Chromium ions// The 1 st International Conference of problems and Perspectives of Modern Science, Tashkent-2021, P.425-430.
14. Xalilova L.M., Smanova Z.A., Doniyeva K.E. Kobalt ionlarini immobilangan nitrozanaftol bilan sorbsion-fotometrik aniqlash// O`zbekiston respublikasi sog`liqni saqlash vazirligi, “Abu ali Ibn Sino va zamonaviy farmasevtikada innovatsiyalar” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani.- Toshkent 2022 -B.90-91.
15. Сманова З.А., Халилова Л.М. Избирательное определение ионов кобальта и никеля иммобилизованным реагентом // “Кимёнинг ривожда фундаментал, амалий тадқиқотлар ва уларнинг истиқболлари” УзМУ ва “Шўртан газ кимё мажмуаси” МЧЖ Тошкент-2022.-B.502.
16. Madatov U.A., Khalilova L.M., Gulboyeva D.R., Smanova Z.A. Development of a method for sorption-spectroscopic determination of manganese (II) ions using an immobilized organic reagent // *European Journal of Molecular & Clinical Medicine.* – 2023. –V. 10. –I. 1. – P.1356-1360.
17. Халилова Л.М., Сманова З.А., Абдуллаева М.М. Атроф-мухит объектларида никель ионларини сорбцион фотометрик аниқлаш // *Фундаментальные и практические аспекты функциональных полимеров: Сбор. матер. науч.-практ. междун. конф.*- Ташкент. 2023-С.657-661.
18. Xalilova L.M., Abdullayeva M.M. Mikroelementlar: kobalt va nikelning o`simlik fiziologiyasiga ta`siri // “Kimyo va Kimyoviy texnologiyaning dolzarb muammolari va yechimlari” mavzusidagi respublika ilmiy amaliy konferensiya. Navoiy. 2023 -B. 611.