

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.04.2022.K.78.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

NORMATOV BEKTOSH RAMAZON O'G'LI

**IMMOBILLANGAN REAGENTLAR YORDAMIDA QO'RG'OSHIN VA
VISMUT IONLARINI SORBSION-SPEKTROSKOPIK ANIQLASH
(Qashqadaryo viloyati tabiiy obyektlari misolida)**

02.00.02 – Analitik kimyo

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

Termiz – 2025

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

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

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

Normatov Bektosh Ramazon o'g'li

Immobilangan reagentlar yordamida qo'rg'oshin va vismut ionlarini sorbsion-spektroskopik aniqlash (Qashqadaryo viloyati tabiiy obyektlari misolida).....3

Норматов Бектош Рамазонович

Сорбционно-спектроскопическое определение ионов свинца и висмута иммобилизованными реагентами (на примере природных объектов Кашкадарьинской области).....21

Normatov Bektosh

Sorption-spectroscopic determination of lead and bismuth ions by immobilized reagents (using natural objects of the Kashkadarya region as an example).....41

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

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

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.04.2022.K.78.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

NORMATOV BEKTOSH RAMAZON O'G'LI

**IMMOBILLANGAN REAGENTLAR YORDAMIDA QO'RG'OSHIN VA
VISMUT IONLARINI SORBSION-SPEKTROSKOPIK ANIQLASH
(Qashqadaryo viloyati tabiiy obyektlari misolida)**

02.00.02 – Analitik kimyo

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

Termiz – 2025

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbeki Respublikasi Oliy ta'lim fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiya B2024.2.PhD/K756 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Qorshi davlat universitetida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezюме)) ilmiy kengash veb-sahifasi (www.fernu.uz) va "Ziyouci" Axborot-ta'lim portalida (www.ziyouci.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Simanova Zulayxo Asanaliyevna kimyo fanlari doktori, professor
Rasmiy opponenlar:	Sultonov Marat Mirzayevich kimyo fanlari doktori, professor Umirova Gulnora Abduraxmonovna kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori
Yetakchi tashkilot:	Toshkent farmatsevtika instituti

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat universiteti huzuridagi PhD.03/30.04.2022.K.78.05 raqamli ilmiy kengashning 2025 yil « 04 » aprel soat 14⁰⁰ daqi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 190111, Termiz sh, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55 faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@gmail.uz).

Dissertatsiya bilan Termiz davlat universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 284 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 190111, Termiz sh, Barkamol avlod ko'chasi, 43-uy. Tel.: (+99876) 221-74-55 faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@gmail.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil « 18 » 03 kuni tarqatildi.

(2025-yil « 18 » 03 daqi L raqamli reyestr bayonnomasi).




Z.Z. Yaxshiyeva
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash raisi, k.f.d., prof.


Y.A. Geldiyev
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash kotibi, k.f.d.


I.E. Abduraxmonov
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, k.f.d., dots.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Bugungi kunda dunyoda sanoatning rivojlanishi va transport vositalarining ko'payishi atrof-muhitning og'ir hamda zaharli metall ionlari bilan ifloslanishiga, buning natijasida, insonlar va tirik organizmlarda turli xil og'ir kassalliklar rivojlanishiga olib kelmoqda. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun tabiiy obyektlardagi og'ir va zaharli metallar ionlarining konsentratsiyalarini nazorat qilish talab etiladi. Mavjud usullardan foydalangan holda bu metallar ionlarining juda kam konsentratsiyalarini aniqlashda atrof-muhit obyektlarining tarkib jihatdan murakkabligi, xalaqit beruvchi ionlarning ko'pligi, asbob-uskunalarining qimmatligi va boshqa turli omillar sababli, sezgirligi yuqori, arzon hamda tanlab ta'sir etuvchan tahlil usullarini ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etadi.

Jahonda turli atrof-muhit obyektlari, jumladan, suv va tuproq tarkibidagi og'ir metallarni aniqlash maqsadida ishlatiladigan ma'lum usullarni takomillashtirish bo'yicha keng miqyosda ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, atrof-muhitning turli obyektlaridagi qo'rg'oshin va vismut ionlarni aniqlashda tanlovchan organik reagentlardan foydalanish, mavjud spektroskopik usullarni takomillashtirish, kompleks hosil qiluvchi organik reagentlar asosida yangi sorbsion-spektroskopik usullarini ishlab chiqish, atrof-muhit tabiiy obyektlari tarkibidagi zaharli metallar ionlari konsentratsiyalarini aniqlash hamda nazorat qilishda qo'llash, ularning monitoringini olib borish muhim ahamiyatga ega.

Respublikamizda kimyo sanoatining yangi turdagi mahsulotlar ishlab chiqarish yo'nalishida muayyan natijalarga erishilmoqda, jumladan mahalliy xom ashyodan oqilona foydalanish va u asosida xorijdan keltiriladigan mahsulotlar o'rnini bosa oladigan yangi sorbentlarini olish borasida ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Yurtimizda, innavatsion texnologiyalarni tadbiiq etish orqali sanoat obyektlarini yuritishning ilmiy asoslangan tizimi va atrof-muhitni muhofaza qilushning chora-tadbirlarini amalga oshirishga katta e'tibor qaratilmoqda. Yangi O'zbekistonning 2022-2026 yillardagi «taraqqiyot strategiyasida»¹ iqtisodiyotni rivojlantirish ustuvor yo'nalishlari belgilangan hamda mahalliy xomashyo resurslarini qayta ishlash asosida, yuqori qo'shilgan qimmatli tayyor mahsulot turlarini ko'paytirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiyalar turlarini o'zlashtirish masalalari alohida belgilab qo'yilgan. Bu borada, jumladan, atrof-muhit obyektlaridagi turli og'ir, zaharli metall ionlarini aniqlash uchun organik reagentlarni immobillash orqali yangi sorbsion-spektroskopik usullarni yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli «2022-2026 yillarda mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida», 2019-yil 30-oktyabrdagi PF-5863-sonli «2030-yigacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida» va 2019-yil 3-apreldagi PQ-4265-sonli «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora tadbirlari

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli «2022-2026 yillarda mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida» gi Farmoni

to'g'risida»gi Qarorlar hamda maskur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan daraja xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishning asosiy ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. Kimyo va kimyoviy texnologiyaning nazariy asoslari, nanotexnologiyalar XII. Organik, noorganik, polimer va boshqa tabiiy materiallarni olishning yangi texnologiyalari ustuvor yo'nalishlariga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Dunyoda ko'plab olimlar tomonidan qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini optik va boshqa usullari bilan xususan, optik, elektrokimyoviy va xromatografik aniqlash usullari mavjud, bu usullar bilan olingan natijalar ko'p ionlarning xalaqit berishi, ayrim usullarning aniqligi va sezgirligini yuqori emasligi, analizda sarf xarajatlarining ko'pligi, qimmatligi kuzatilgan. Qo'rg'oshin va vismut ionlarini optik usullar bilan shulardan, fotometrik va spektrofotometrik aniqlash usullari ko'p. Bu usullar bilan olingan natijalarida ko'p ionlarni xalaqit berishi, aniqligi va sezgirligining pastligi kuzatildi.

Sanoatda og'ir metallarni monitoringida kimyoviy toza moddalardan foydalanishga sezgir va tanlab ta'sir etuvchanligi yuqori bo'lgan usullarga bo'lgan talab oshib dolzarb muammolardan biriga aylanmoqda. Juda ko'p olimlar ushbu masalani yechimi sifatida immobillangan organik reagentlardan foydalanishni taklif qilgan. Qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini immobillangan organik reagentlar bilan kompleks hosil bo'lishi reaksiyasi mexanizmi kam o'rganilgan va ilmiy va texnik adabiyotlarda ushbu mavzu bo'yicha ma'lumotlar kam. Shuning uchun og'ir metallarni monitoringini o'tkazishda yangi, zamon talablariga javob beradigan usullarni ishlab chiqish va qo'llash zarur.

Immobillangan organik reagentlardan foydalanishga asoslangan, yangi yondashishlardan biri bo'lgan qattiq fazali-spektroskopik usullar sezgirlik va ishonchlilikka qo'yiladigan talablarga javob beradi. Bu yo'nalishda juda ko'p olimlar (Yu.A.Zolotov, G.D.Brikina, N.A.Gavrilenko, V.N.Losev, V.G.Amelin, YE.I.Morosanova, C.G.Dmitriyenko va boshqalar) tomonidan tashuvchi qatlam sifatida turli silikagellar, sorbentlar tabiiy seolitlar, PE plyonkalar, sellyuloza nitrati, polikaproamidli gel membranalar modifikatsiyalangan kremnezemlardan va boshqalarda foydalanadigan spektroskopik va fluoressent usullar ishlab chiqilgan.

O'zbekistonda elementlarni aniqlashda kimyoviy sensor va test-usullarini ishlab chiqish bilan A.M.Gevorgyan, M.A.Nasimov, E.Abduraxmanov, R.X.Djiyanbayeva, B.D.Kabulov, I.P.Shesterova, Z.A.Smanovalar shug'ullanishgan. Boshqa usullardan farqliroq qattiq fazali spektroskopiyada zaharli erituvchilar talab etilmaydi va shuning uchun analizning ekologik xavfsizligini ta'minlaydi. Qo'rg'oshin va vismut ionlarini aniqlashning zamonaviy va takomillashgan usullarini ishlab chiqish, hozirgi zamon talablariga javob beradigan ekspress usullarni yaratish kabi oldiga qo'yilgan vazifalar hozirgi kunda juda muhim va dolzarb.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Milliy universiteti va Qarshi davlat universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari

rejasining F-22.7 «Selektiv organik reagentlar sintezi» (2012-2016 yy), A-12.53 «Atrof muhit ob'ektlarida ekotok-sikantlarni fotometrik va sorbsion-fotometrik aniqlash usullarini ishlab chiqishda polimer tashuvchilarga immobillangan reagentlar» (2015-2017 yy) mavzularidagi fundamental va amaliy loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi immobillangan organik reagentlar (arsenazo III, ksilenol zarg'aldog'i) yordamida qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini aniqlashning arzon, tezkor, tanlab ta'sir etuvchan hamda sezgir sorbsion-spektroskopik usulini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlariga sezgir hamda tanlab ta'sir etuvchan organik reagentlarni tanlash, tanlab olingan reagentlarni immobillash uchun tashuvchi sorbent tanlash;

analitik xususiyatlari saqlangan holda organik reagentlarni polimer tashuvchi tolaga immobillashning maqbul sharoitlarini tanlash;

qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarining immobillangan organik reagentlar bilan rangli kompleks hosil qilishining maqbul sharoitlarini aniqlash;

qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarining immobillangan organik reagentlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari tarkibini aniqlash;

qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarining konsentratsiyalarini aniqlashda Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi, aniqlashning quyi chegarasi va halaqit beruvchi ionlarning ta'sirini aniqlash;

ishlab chiqilgan usulni turli xil tabiatli, binar, uchlamchi va yanada murakkab model aralashmalar, tabiiy va chiqindi suvlarning standart namunalari tahlillarida qo'llash;

Tadqiqotning obyekti sifatida atrof-muhit obyektlari, tabiiy va chiqindi suvlarning standart namunalari olingan.

Tadqiqotning predmetini turli atrof-muhit obyektlari tabiiy va chiqindi suvlari tarkibidan ifloslantiruvchi ekotoksikant hisoblangan og'ir va zaharli metallar qo'rg'oshin va vismut ionlari, ularning birikmalari ташкил этган.

Tadqiqotning usullari. Optik (sorbsion-spektrofotometrik, nur qaytarish spektroskopiya usuli, atom-absorbsion); elektrokimyoviy va statistik hisoblash usullari, element analizlari, IQ va Roman-spektrometrik, Rentgen-flyuoresent, SEM va kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

SMA-1, PPA-1, PPM-1 tolali tashuvchilarga organik reagentlar: arsenazo III va ksilenol zarg'aldog'ini immobillash analitik faol guruhlar hisobiga sodir bo'lishi hamda konsentrlash hisobiga sezuvchanlikning 100 marta oshishi isbotlangan;

maqbul tashuvchi sifatida PPM-1 tola tanlab olingan, immobillash va kompleks hosil qilishining maqbul sharoitlari aniqlangan;

immobillangan arsenazo III ni Pb (II) ionlari bilan ksilenol zarg'aldog'ini vismut (III) bilan kompleks hosil qilish reaksiyasida kompleksning spektroskopik tavsiflari (haqiqiy molyar so'ndirish koeffitsiyenti va kompleksning barqarorlik doimiyligi) aniqlangan;

qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini yangi immobillangan arsenazo III va ksilenol zarg'aldog'i bilan aniqlashning sorbsion-spektroskopik usuli ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul yordamida qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini aniqlashning Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi Pb (II) ionlari uchun 6-49 mkg/25 ml, Bi (III) ionlari uchun 3-42 mkg/25 ml oralig'ida bo'lishi isbotlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Immobillangan organik reagentlar yordamida qo'rg'oshin va vismut ionlarini aniqlashga asoslangan arzon, ekspress, selektiv va sezgir sorbsion-spektroskopik usuli ishlab chiqilgan.

Immobillangan organik reagentlar bilan atrof-muhit obyektlarida qo'rg'oshin va vismut ionlarini mikro miqdorini aniqlashning metrologik va analitik tavsiflari yaxshilangan usullari ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi umumqabul qilingan mezonlar asosida o'tkazilgan, spektrofotometriya, IQ, Roman-spektroskopiyasi, rentgeno-fluoretsent va SEM tahlil usullari bilan isbotlangan va solishtirilgan. Olingan natijalar "kiritildi-topildi", "qo'shimchalar qo'shish" hamda standart namunalari bilan taqqoslash usullari bilan tekshirilgan va natijalar matematik-statistik hisoblashlar olib borilgani, atrof-muhit obyektlarini ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul bilan tahlili boshqa mustaqil usullar bilan solishtirilgani bilan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqotda natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, polimer tolali tashuvchiga organik reagentlar arsenazo III va ksilenol zarg'aldog'ini immobillashning maqbul sharoitlari topilgan va ularni qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlariga tanlab ta'sir etuvchanligini oshirilganligi, analitik faol guruhlarni reagentlar molekulasiga kiritish asosida analitik va metrologik parametrlari yaxshilanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usuli yordamida qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini aniqlash uchun atrof-muhit obyektlari bo'lgan Qashqadaryo viloyatidagi kanallar suvlari va sanoat chiqindi suvlaridan aniqlash kabi ekokimyo muammolarini yechishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Sanoat oqava suvlarini tarkibidan qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarining miqdorlarini aniqlash va tozalash bo'yicha yangi sorbsion-spektroskopik usulini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalari asosida:

qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini immobillangan organik reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik aniqlash usuli Qashqadaryo viloyati G'uzor tumanidagi Shurtan neft gaz qazib chiqarish boshqarmasiga qarashli konlar chiqindi suvlari tarkibidagi og'ir metall ionlarini aniqlash uchun joriy qilingan (Shurtan neft gaz qazib chiqarish boshqarmasining 2024 yil 6 iyundagi 20-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, suv tarkibida og'ir metall ionlarini aniqlash uchun immobillangan organik reagentlardan foydalanish imkonini bergan;

qo'rg'oshin (II) va vismut (III) ionlarini aniqlash va ajratib olish usuli Muborak

gazni qayta ishlash zavodida chiqindi suvlarini og‘ir metall ionlarini nazorat qilish va tozalash jarayonida joriy qilingan (Muborak gazni qayta ishlash zavodining 2024 yil 28 sentyabrdagi 02-02/ЭH-6415-sonli ma’lumotnomasi). Natijada, chiqindi suvlarini tarkibidan og‘ir metall ionlarini aniqlash va samarali tozalash imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 7 ta, Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma’ruza qilingan va muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarning e’lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 11 ta ilmiy ish chop etilgan, O‘zbekiston Respublikasi oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktorli (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan nashrlarida 4 ta, jumladan 3 ta maqola respublikada va 1 ta ilmiy maqola xalqaro (Scopus) jurnalda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiyaning tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 118 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida ishning dolzarbligi keltirilgan, 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 ko‘rsatilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, erishilgan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati aniqlangan, tadqiqot natijalarini joriy qilish ro‘yxati, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Qo‘rg‘oshin va vismut birikmalarining aniqlashni analitik usullari. (adabiyotlar sharhi)”** deb nomlangan birinchi bobida og‘ir metallar va ularning tirik organizmlarga ta’siri, qo‘rg‘oshin va uning birikmalarining analitik aniqlash usullari, vismut va uning birikmalarini analitik aniqlash usullari, qo‘rg‘oshin (II) ioning optik aniqlash usullari, vismut (III) ionini aniqlashning optik usullari, qo‘rg‘oshin va vismut ionlarini fizik – kimyoviy usullarda aniqlashda selektiv organik reagentlarning ahamiyati va immobillashda ishlatiladigan ba’zi tashuvchilarning tavsiflari haqida ma’lumotlar keltirilgan. O‘rganilgan adabiyotlardagi ma’lumotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, og‘ir va zaharli metallar bo‘lgan qo‘rg‘oshin va vismut ionlari atrof-muhit va inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Qo‘rg‘oshin va vismut ionlarini sorbentlar asosida organik reagentlarni immobillash, ushbu metall ionlari bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlari, shu jumladan organik reagentlar bilan tolasimon sorbentlarning o‘zaro ta’sirini murakkabligi to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan.

Adabiyotlar tahlilida hozirgacha qo‘llanilib kelinayotga organik reagentlarni ahamiyati va xossalari analitik nuqtai nazardan kam o‘rganilgan. Vismut (III) ionini aniqlashni elektrokimyoviy, ekstraksiya, optik va boshqa fizik- kimyoviy usullari mavjud. Lekin qattiq tolali polimer sorbentlarga organik reagentlarni immobillab sorbsion-spektroskopik usul yordamida aniqlashga doir ilmiy tadqiqotlar kam o‘rganilgan.

Dissertatsiyaning “**Qo‘rg‘oshin (II) va vismut (III) ionlarini aniqlashda ishlatiladigan uskunalar, reaktivlar hamda eritmalarini tayyorlash usullari**” nomli ikkinchi bobida, tadqiqot davomida ishlatilgan asbob-uskunalar, jihozlar, reaktivlar, qo‘rg‘oshin (II) va vismut (III) ionlarining hamda organik reagentlarning standart va ishchi eritmalarini tayyorlash usullari, tadqiqotda foydalanilgan bufer eritmalarini tayyorlash usullari keltirilgan hamda tadqiqotda foydalanilgan arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘i organik reagentlarning xususiyatlari va tolali tashuvchilar xususiyatlari keltirilgan. Tadqiqotda qo‘llanilgan arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘i organik reagentlarining struktura formulalari 1-jadvalda keltirilgan.

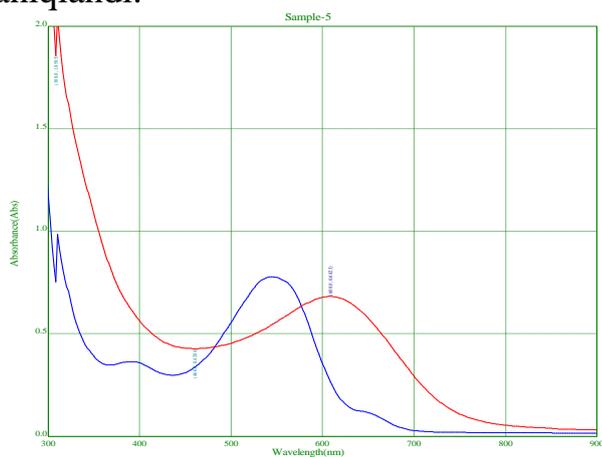
1-jadval

Organik reagentlarning tuzilish formulalari

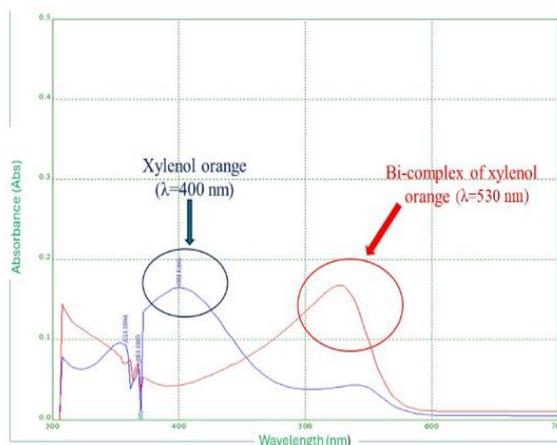
Organik reagent nomi	Arsenazo III (2,2'-(1,8-digidroksi-3,6-disulfonaftilen-2,7-bisazo) bisbenzolarsen kislota, 2,7-Bis(2-arsenofenilazo)xromotrop kislotasi)
Brutto formulasi, g/mol	$(\text{HO})_2\text{C}_{10}\text{H}_2(\text{SO}_3\text{H})_2(\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4\text{AsO}_3\text{H}_2)_2$ 776,37 g/mol
Stuktur formulasi	
Organik reagent nomi	Ksilenol zarg‘aldog‘ (2,2',2'',2'''-{(1,1-dioksido-3H-2,1-benzoksatiol-3,3-diil) bis [(6-gidroksi-5-metil benzol-3,1-diil) metandil nitrilo]}tetra sirka kislota)
Brutto formulasi, g/mol	$(\text{C}_{31}\text{H}_{32}\text{N}_2\text{O}_{13}\text{S})$ 672.66 g/mol
Stuktur formulasi	

Dissertatsiyaning «**Arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘i reagentlarini tashuvchiga immobillash va kompleks hosil qilishning maqbul sharoitlarini tanlash**» nomli uchinchi bobida organik reagentlarni immobillashda sorbsion sig‘imi yuqori bo‘lgan PPM-1 tolali tashuvchi tanlab olindi va arsenazo III, ksilenol zarg‘aldog‘i reagentlarini immobillanishning maqbul sharoitlari o‘rganildi. Qo‘rg‘oshin (II) va vismut (III) ionlarini immobillangan reagentlar bilan komplekslari olindi hamda optimal sharoitlari o‘rganildi. Kompleks hosil qilish xususiyatlari nur qaytarish va nur yutish spektrofotometriya usullarida tahlil qilindi.

Kompleks hosil bo'lishi va uning mexanizmi kvant-kimyoviy hisoblashlar, Roman va IQ-spektrometriya usullari yordamida o'rganildi. Shuningdek kompleks hosil bo'lganligini va tarkibini o'rganish maqsadida dastlabki hamda hosil bo'lgan maxsulotlar rentgen-fluorescent, SEM spektrometrik, izomalyar serialar usullarida tahlil qilindi va tarkib ikkala kompleks tarkibi Me:R o'zaro 1:1 ekanligi aniqlandi. Hosil bo'lgan komplekslar zaryadi o'rganilganda Pb (II) ion bilan arsenazo III ning kompleks zaryadi musbat, Bi (III) ion bilan ksilenol zarg'aldog'i hosil qilgan kompleks esa manfiy zaryadga ega ekanligi aniqlandi. Immobillangan arsenazo III yordamida Pb (II) ionni aniqlashning quyi chegarasi 0,24 mkg/ml, Bi (III) ionni immobilangan ksilenol zarg'aldog'i bilan aniqlashda esa 0,12 mkg/ml ekanligi aniqlandi.



1-rasm. Arsenazo III ($\lambda_p=540$ nm) va uning eritmadagi qo'rg'oshin (II) ion bilan kompleksi ($\lambda_k=610$) yutilish spektrlari



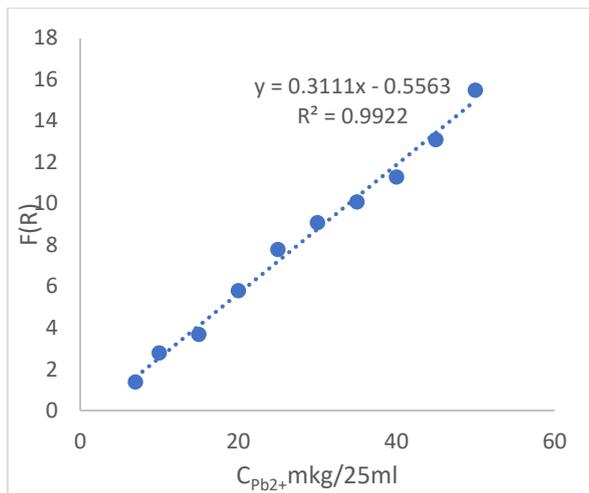
2-rasm. Ksilenol zarg'aldog'i ($\lambda_p=400$ nm) va uning eritmadagi vismut (III) ion bilan kompleksi ($\lambda_k=530$) yutilish spektrlari

1-rasmdan ko'rinib turibdiki keltirilgan yutilish spektrlari bo'yicha arsenazo III qo'rg'oshin (II) ion bilan hosil qilgan kompleksning maksimal nur yutilish sohasi 610 nm da arsenazo III esa 540 nm da kuzatildi. Reagent va hosil bo'lgan kompleks orasida bataxrom siljish kuzatilgan va orasidagi kontraslik 70 nm ga tengdir.

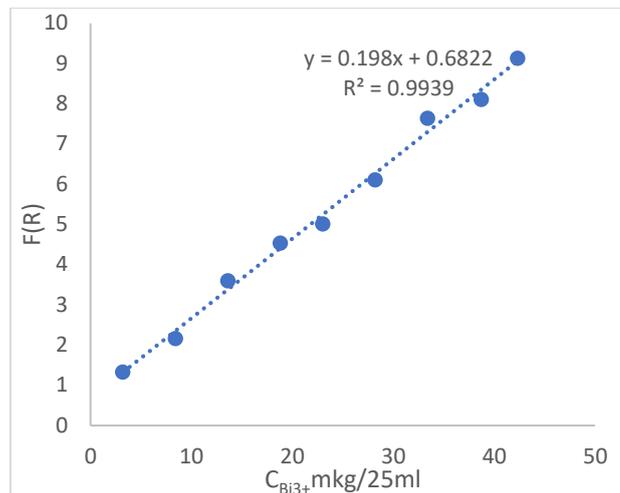
2-rasmdan ko'rinib turibdiki keltirilgan yutilish spektrlari bo'yicha ksilenol zarg'aldog'i vismut (III) ion bilan hosil qilgan kompleksning maksimal nur yutilish sohasi 530 nm da ksilenol zarg'aldog'iniki esa, 400 nm da kuzatildi. Reagent va hosil bo'lgan kompleks orasida bataxrom siljish kuzatilgan va orasidagi kontraslik 130 nm ga tengdir.

Immobillangan arsenazo III va ksilenol zarg'aldog'i reagentlarinig Pb (II) ion bilan va Bi (III) ion bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi va korrelyatsiya koeffitsiyenti topildi. Natijalar 3-4 rasmlarda keltirilgan. Pb(II) va Bi (III) ionlarini aniqlashning sorbsion-spektroskopil usuli yuqori aniqlikka ega ekanligi isbotlandi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunish sohalari Pb²⁺ ion uchun 6-49 mkg/25 ml oralig'ida va Bi³⁺ ion uchun 3 mkg dan 42 mkg/25 ml oralig'ida kuzatildi, bundan yuqori konsentratsiyada to'g'ri chiziqdan chetlanish yuzaga keladi.

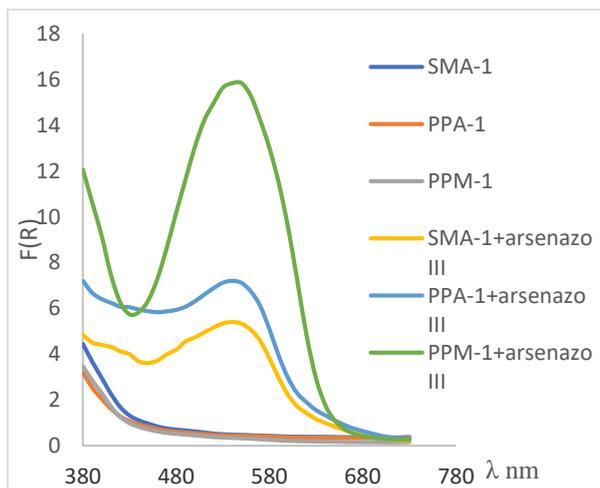


3-rasm Immobillangan arsenazo III bilan Pb (II) hosil qilgan kompleksning Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi va korrelyatsiya koeffitsiyenti grafigi.

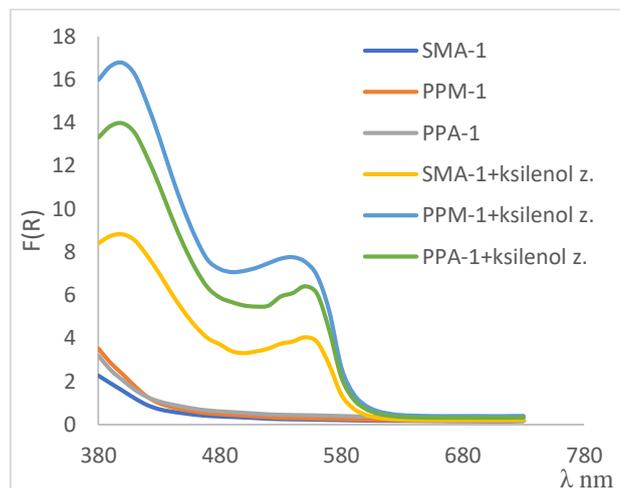


4-rasm Immobillangan ksilenol zarg'aldog'i bilan Bi (III) hosil qilgan kompleksining Buger-Lambert-Ber qonuniga bo'ysunishi va korrelyatsiya koeffitsiyenti grafigi.

Sorbsiyalash uchun tashuvchi tanlash tadqiqotni asosiy jarayonlaridan biri hisoblanadi. Chunki tashuvchiga organik reagentlarni hammasi ham yetarlicha immobillanmaydi. Buning uchun muqobil sharoit reagentning tuzilishi va immobillash uslubini to'g'ri bajarish lozim. Tadqiqot davomida asosan SMA-1, PPA-1 va PPM-1 polimer tolali tashuvchilarni organik reagentlar arsenazo-III va ksilenol zarg'aldog'i bilan immobillash sharoitlarini o'rganildi. Olingan natijalar 5-6 rasmlar va 2-jadvalda keltirilgan.



5-rasm. Turli xil sorbentlarga (SMA-1; PPA-1; PPM-1) arsenazo III ga immobillanishining oldin va keyingi nur qaytarish spektrlari.



6-rasm Turli xil sorbentlarga (SMA-1; PPA-1; PPM-1) ksilenol zarg'aldog'i immobillash ning oldin va keyingi nur qaytarish spektrlari.

Olingan spektrlardan xulosa qilish mumkinki, arsenazo III va ksilenol zarg'aldog'i reagentlarinig PPM-1 sorbentga immobillanishidan olingan nur qaytarishning maksimumlari F(R) nisbatdan yuqori. Tadqiqotlarni olib borishda tashuvchi sorbent sifatida PPM-1 tanlab olindi va keyingi ishlarda tanlab olingan

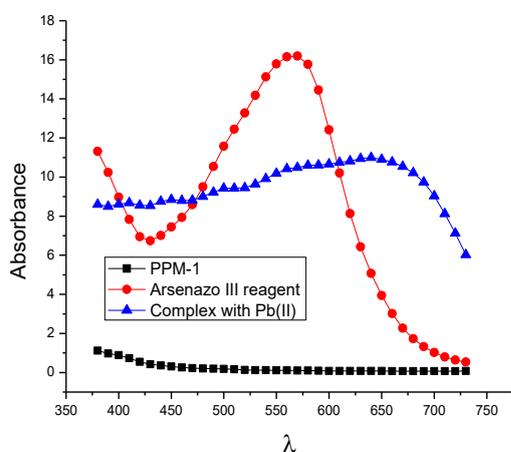
tashuvchi sorbentdan foydalanildi.

2-jadval

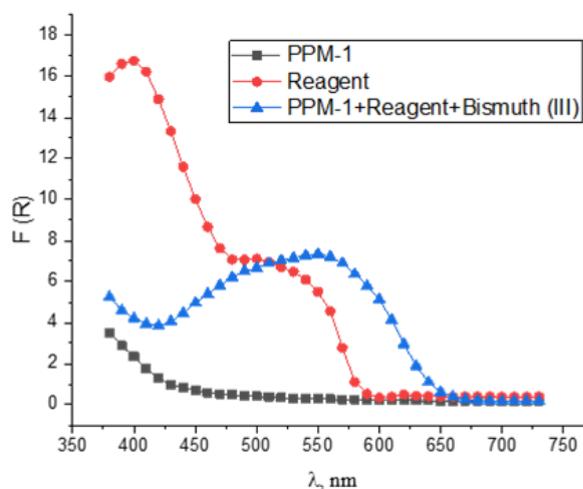
Reagentning optik zichligini tashuvchining tabiatiga bog‘liqligi

No	Tashuvchi turi	F(R) arsenazo-III	F(R) ksilenol zarg‘aldog‘i
1	SMA-1	5,33	8,82
2	PPA-1	7,11	13,97
3	PPM-1	15,83	16,76

Pb(II) ionini immobillangan arsenazo III organik reagenti bilan hamda Bi(III) ionini immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i bilan hosil qilgan kompleksining nur qaytarish spektrlari o‘rganildi. (7-8-rasm)



7-rasm PPM-1 sorbentiga immobillangan Arsenazo III reagentining Pb (II) ioni bilan hosil qilgan kompleksning nur qaytarish spektrlari.



8-rasm PPM-1 sorbentiga immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i reagentinig Bi(III) ioni bilan hosil qilgan kompleksning nur qaytarish spektrlari.

Nur qaytarish spektrlari tahlil natijalaridan ko‘rinib turibdiki, 7-rasm immobillangan arsenazo III reagenti 540 nm sohada, immobillangan arsenazo III ning Pb(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksi esa 650 nm sohada analitik signal qayd etilib, reaksiya kontrastligi 110 nmga teng. Bu esa reaksiyaning kontrastligi yuqori ekanligi va sezgirligidan dalolat beradi.

8-rasmdan ko‘rinadiki, PPM-1 sorbentiga immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i reagentinig nur qaytarish sohasi 400 nm sohada qayt etgan bo‘lsa, immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘ining Bi(III) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasining nur qaytarish sohasi 550 nm sohada qayt etgan. Reaksiya kontrastligi 150 nmga teng. Bu esa reaksiyaning kontrastligi yuqori ekanligi va sezgirligidan dalolat beradi.

Pb(II) ioni arsenazo III organik reagenti bilan va Bi(III) ioni ksilenol zarg‘aldog‘i reagent bilan hosil qilgan komplekslarining spektral tavsiflari maqbul sharoitlarda aniqlandi, natijalar 3-4-jadvalda keltirildi.

3-jadval

Qo'rg'oshin (II) ionini arsenazo III reagenti bilan hosil qilgan kompleksining spektral tasnifi ($\ell = 1,0$ sm, $C_{Pb^{2+}} = 60$ mkg)

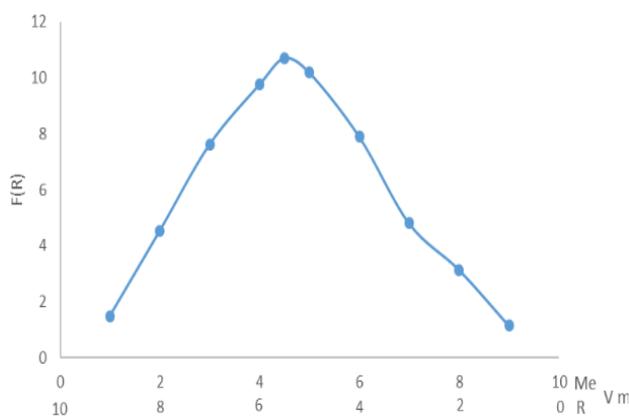
Kompleks rangi, faza	pH	λ , HR nm	λ , MeR nm	$\Delta\lambda$	$C_{Pb^{2+}}$ mkg/ml	ϵ_k , 10^4	Sendel bo'yicha sezgirlik, mkg/sm ²
Binafsha, eritma	5-6	540	610	70	60	2,2	0,0212
Binafsha, qattiq	5-6	540	650	110	60	5.3	0.0024

4-jadval

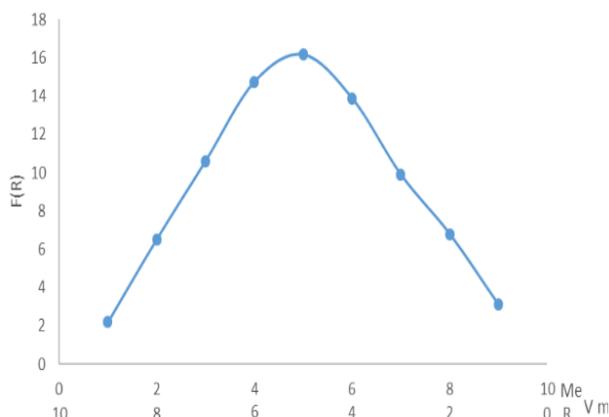
Vismut (III) ionini ksilenol zarg'aldog'i bilan hosil qilgan kompleksining spektral tasnifi ($\ell = 1,0$; $C_{Bi^{3+}} = 20$ mkg/)

Kompleks rangi, faza	pH	λ , HR nm	λ , MeR nm	$\Delta\lambda$	$C_{Bi^{3+}}$ mkg/ml	ϵ_k , 10^4	Sendel bo'yicha sezgirlik, mkg/sm ²
Qizil, eritma	2,25-2,5	400	530	130	20	1,43	0,012
Qizil, qattiq	2,25-2,5	400	550	150	20	1,56	0.001

Jadvallardan ko'rinib turibdiki, Pb(II) ionini arsenazo III reagenti bilan kompleks hosil qilish reaksiyasi katta kontrastlikka ($\Delta\lambda=110$ nm) va yaxshi sezgirlikka ($S.b.s = 0,0212$ mkg/sm²) ega hamda Bi(III) ionini ksilenol zarg'aldog'i bilan kontrastlikka ($\Delta\lambda=150$ nm) teng sezgirlikka eritmaga nisbatan ikki baravar oshgan aniqlash uchun sezgir analitik reagent sifatida qo'llash imkoniyatini bildiradi.



9-rasm Pb^{2+} (II) ni tolaga immobilangan arsenazo III bilan hosil qilgan kompleksining tarkibini izomolyar seriyalar usulida aniqlashni nur qaytarish spektri.

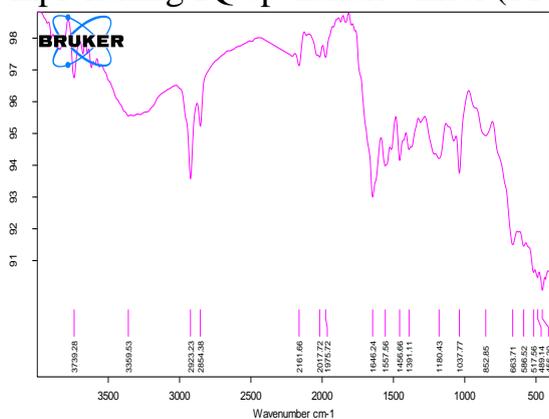


10-rasm Bi^{3+} (III) ni tolaga immobilangan ksilenol zarg'aldog'i bilan hosil qilgan kompleksining tarkibini izomolyar seriyalar usulida aniqlashni nur qaytarish spektri.

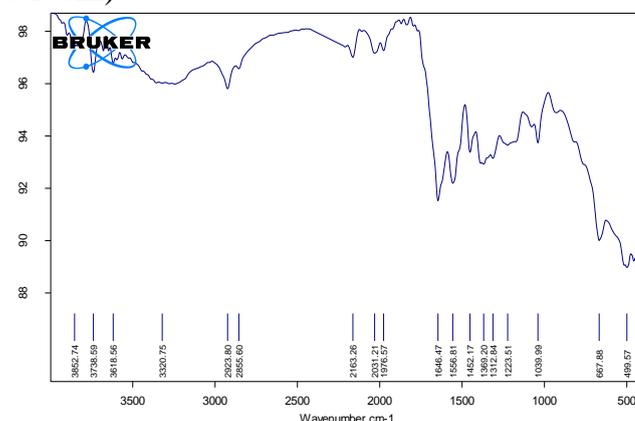
Immobilangan arsenazo III reagentining bilan Pb (II) ionini va immobilangan ksilenol zarg'aldog'i reagentining Bi (III) ionini bilan hosil qilgan komplekslarining tarkibi izomolyar seriyalar usulida topildi. (9-10-rasm) va qattiq fazada ularning nisbati 1:1 ligi aniqlandi.

PPM-1 sorbentiga immobilangan ksilenol zarg'aldog'ining immobilanishi

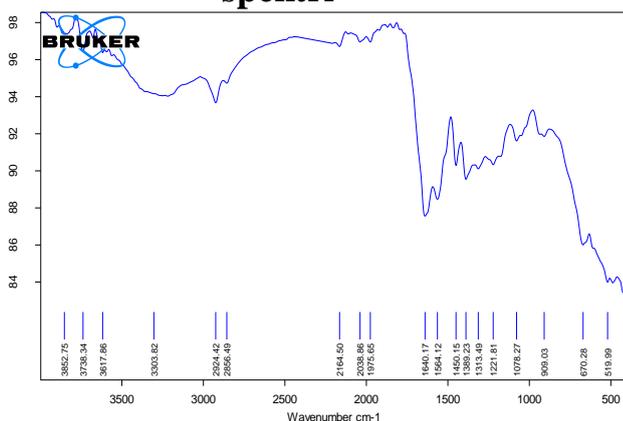
mexanizmlari IQ-spektrometriya usulida o'rganildi. Tadqiqot davomida foydalanilgan polimer tashuvchi sifatida O'zMU Kimyo fakultetining polimer kimyosi kafedrasida tomonidan sintez qilib olingan tolasimon tashuvchilar ishlatildi. Kimyoviy barqaror va katta sorbsion sig'imga ega PPM-1 tolasi tashuvchi sifatida ishlatilgan, immobillangan arsenazo III va Pb^{2+} ioni bilan hosil bo'lgan kompleks hamda immobillangan ksilenol zarg'aldog'i va Bi (III) ioni bilan hosil bo'lgan kompleksning IQ-spektrlari olindi (11-14-rasm).



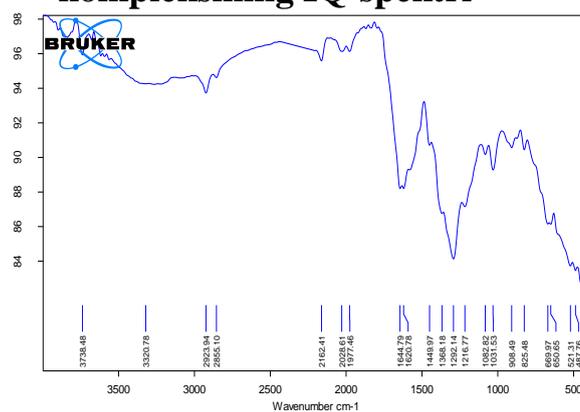
11-rasm PPM-1 tashuvchi tolaga immobillangan arsenazo III IQ-spektri



12-rasm immobillangan arsenazo III ni $Pb(II)$ ioni bilan hosil qilgan kompleksining IQ-spektri



13-rasm PPM-1 tashuvchi tolaga immobillangan ksilenol zarg'aldog'ining IQ-spektri.



14-rasm immobillangan ksilenol zarg'aldog'ining Bi (III) ioni bilan hosil qilgan kompleksining IQ-spektri.

Immobillangan arsenazo III ning infra qizil spektri tahlilida 3369 cm^{-1} sohada O-H bog'ining, 1620 cm^{-1} sohada $-N=N-$ bog'ining $1413-1478\text{ cm}^{-1}$ sohada SO_3 bog'ining $1169-1297\text{ cm}^{-1}$ sohada C-OH bog'ining $423-626\text{ cm}^{-1}$ sohada As-O bog'ining tebranishida hosil bo'lgan yutilish cho'qqilarini kuzatish mumkin.

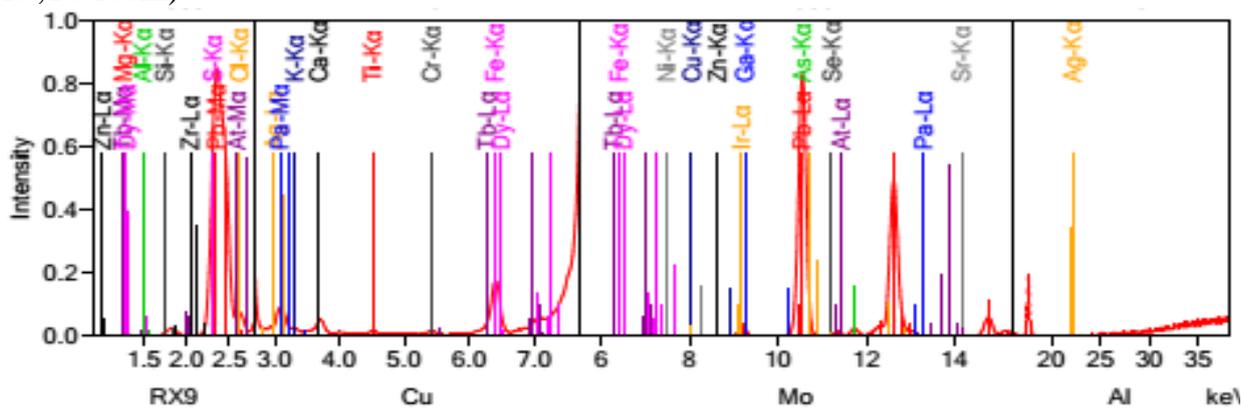
Immobillangan arsenazo III ni Pb^{2+} ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasining infra qizil spektri tahlili (12-rasm) shuni ko'rsatdiki $499-667\text{ cm}^{-1}$ sohalar oralig'i Pb-O (Me-O) bog'ining, immobillangan arsenazo III IQ spektriga nisbatan solishtirilganda 600 cm^{-1} sohada to'rtlamchi aminga xos yangi yutilish cho'qqisini hosil bo'lganligini kuzatish mumkin. Qolgan belgilangan sohalar arsenazo III spektridagi sohalarni takrorlaydi.

13-rasmda immobillangan ksilenol zarg'aldog'ini IQ-spektri tahlili bo'yicha

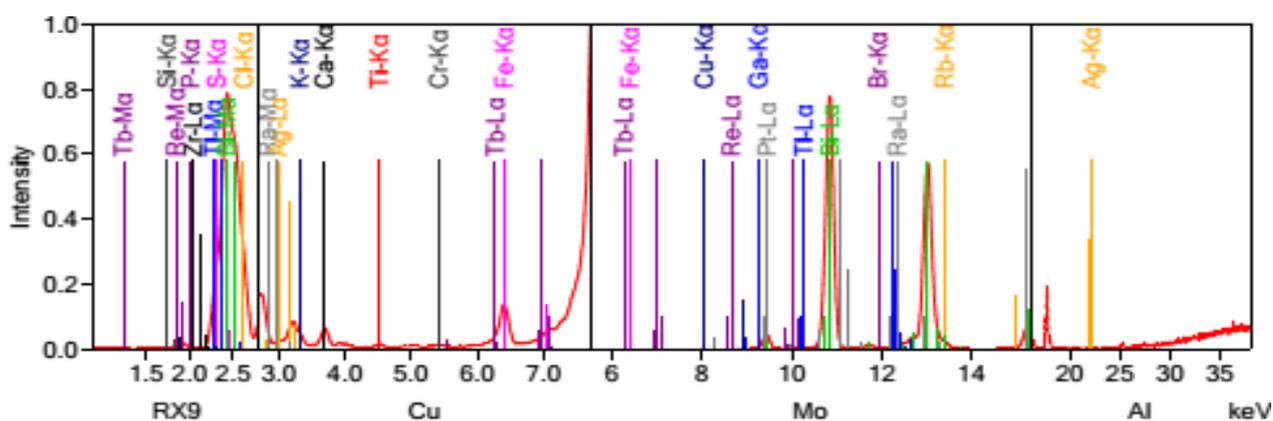
3882-3364 cm^{-1} sohada -OH bog‘ining, 1620 cm^{-1} sohada -C=O bog‘ining, 1453 cm^{-1} sohada S=O bog‘ining 445 cm^{-1} sohada Ar-S bog‘ining tebranishini kuzatish mumkin.

Kompleksni IQ-spektri tahlili bo‘yicha (14-rasm) 3320 cm^{-1} sohada intensivligi past va keng cho‘qqili -OH guruhiga tegishli yutilish cho‘qqini ko‘rish mumkin. 487-669 cm^{-1} sohalar oraliqlari Me-O, Me-N bog‘lariga tegishli yutilish chiziqlarini kuzatish mumkin.

PPM-1 sorbentidagi immobillangan arsenazo III ning Pb^{2+} ioni bilan hosil qilagan kompleksi va immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘ini Bi^{3+} bilan hosil qilagan kompleksini rentgen-fluoussent spektri tahlil qilinganda kompleksning rentgen-fluoussent spektrida qo‘rg‘oshin ionlarining eng yuqori xarakteristikasi cho‘qqi paydo bo‘lganini ko‘rish mumkin, vismut uchun esa kompleksda immobillangan reagent ksilenol zarg‘aldog‘i bilan solishtirganda, vismut (III) ionlarining eng yuqori xarakteristik cho‘qqisi paydo bo‘lganini ko‘rish mumkin. Bu esa immobillangan reagentning metall ionlari bilan o‘zaro ta‘sirini ko‘rsatadi (15,16-rasm).



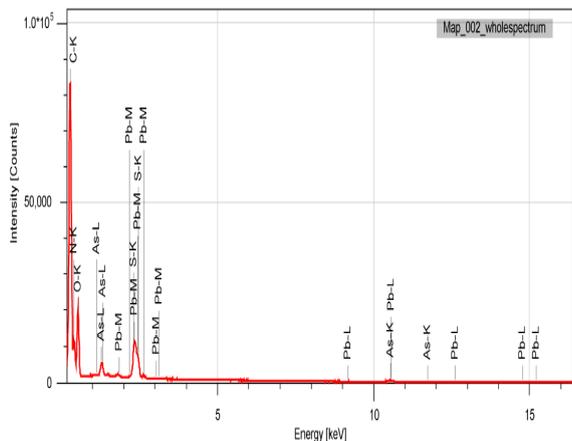
15-rasm Qo‘rg‘oshin (II) ionlarini immobillangan arsenazo III reagent bilan kompleks birikmasining rentgen-fluoussent spektri.



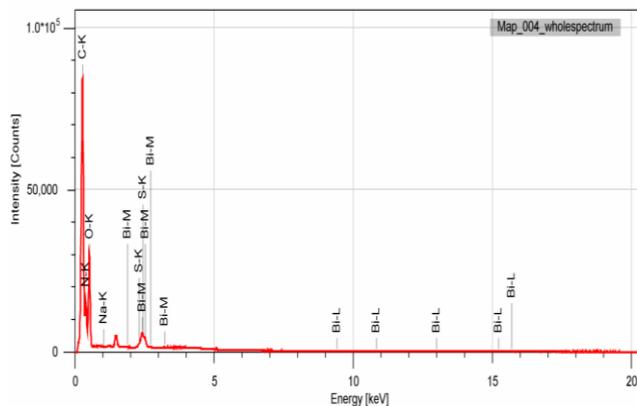
16-rasm Immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i reagentining Bi^{3+} ioni bilan kompleks birikmasining rentgen-fluoussent spektri.

Morfologik tadqiqotlar va tolalarning elementar tarkibi "VO-MA 15" (Zeiss, Germaniya) skanerlash elektron mikroskopi yordamida amalga oshirildi. Elementlarning tarkibi haqida ma‘lumot olishda tanlangan joylashuvi bo‘lgan

elektron fotosuratlar, kompozitsiyalar jadvali va tola namunalarning grafik spektri, immobillangan arsenazo III va uning qo‘rg‘oshin (II) ion bilan kompleksi hamda immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i va uning vismut (III) ion bilan kompleksi taqdim etildi. Skanerlovchi elektron mikroskopiyasi tahlili natijalari 17,18-rasmlarda keltirib o‘tilgan.



17-rasm PPM-1 tolasiga immobillangan arsenazo III bilan Pb (II) ionidan hosil bo‘lgan kompleksning SEM spektri



18-rasm Immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i reagentining Bi (III) ion bilan kompleksining SEM spektri

17-rasmdan ko‘rinadiki, PPM-1 tolasiga immobillangan arsenazo III bilan Pb (II) ionidan hosil bo‘lgan kompleksning skanerlovchi elektron mikroskopiyasi spektrida Pb (II) ioniga tegishli intensiv cho‘qqini ko‘rish mumkin.

18-rasmdan ham ko‘rinadiki, Immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i reagentining Bi (III) ion bilan kompleksining skanerlovchi elektron mikroskopiyasi spektrida Bi (III) ioniga tegishli intensiv cho‘qqini ko‘rish mumkin. SEM spektri natijalaridan xulosa qilinadiki, immobillangan organik reagentlar bilan metall ionlari o‘zaro tasirlashib birikma hosil qilgan.

Dissertatsiyaning **“Pb (II) va Bi (III) ionlarini aniqlashda yondosh ionlar tasirini o‘rganish va ishlab chiqilgan usulni sun‘iy hamda tabiiy obyektlar tahliliga qo‘llash” deb nomlangan** to‘rtinchi bobida Pb(II) va Bi(III) ionlarini aniqlashda yondosh ionlar tasiri, Pb(II) va Bi(III) ionlarini aniqlashning ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usulini murakkab model aralashmalar analiziga qo‘llanilishi, turli tabiiy suvlardan Pb(II) va Bi(III) ionlarini ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usulda aniqlash hamda Pb(II) va Bi(III) ionlarini aniqlashning sorbsion-spektrofotometrik usulini raqobatbardoshligini baholash haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Pb (II) va Bi(III) ionlarini aniqlashda tabiiy obyektlar tarkibida birga va yondosh holatda uchraydigan metall ionlarini tasiri o‘rganildi. Bunda metall ionlarini miqdori qo‘rg‘oshin va vismut ionlariga nisbatan turli nisbatta olinib, sorbsion–spektrofotometrik usulda tahlil qilindi (5,6-jadvallar). Pb (II) va Bi (III) ionlarini aniqlashning sorbsion-spektrofotometrik usulini aralashmalar analizida qo‘llash mumkin.

5-jadval

Pb (II) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlashda halaqit beruvchi ionlar ta'siri (pH=5,5; P=0,95)

[Pb] : [X]	Topildi Pb, mkg ($\bar{x} \pm \Delta X$)	n	S	S _r
Pb : Cu 1:100	1,02±0,09	5	0,08	0,078
Pb : Cd 1:100	0,981±0,074	4	0,06	0,066
Pb : Zn 1:80	1,01±0,08	4	0,07	0,069
1:100	1,12±0,11	5	0,10	0,085
Pb : Cr 1:10	0,991±0,095	5	0,08	0,083
1:25	0,972±0,102	4	0,09	0,091
1:50	0,66±0,085	5	0,07	0,112
Pb : Mn 1:100	1,00±0,15	5	0,13	0,131
Pb : Fe 1:100	0,983±0,214	4	0,186	0,189

6-jadval

Bi³⁺ ni aniqlashda yondosh kationlarning ta'sirini o'rganish natijalari (C=1,0 mkg; X-yondosh bo'lgan metall, P = 95)

[Bi] : [X]	Topilgan Bi, mkg ($\bar{x} \pm \Delta X$)	n	S	S _r
Bi : Cu 1:50	1,05±0,11	4	0,081	0,077
Bi : Fe 1:20	1,04±0,12	5	0,104	0,101
Bi : Pb 1:20	1,00±0,03	5	0,027	0,027
1:100	1,01±0,03		0,030	0,030
Bi : Zn 1:10	0,98±0,03	5	0,027	0,027
1:20	1,00±0,04		0,032	0,032
Bi : Al 1:10	1,00±0,03	5	0,029	0,029
1:20	1,01±0,03			
Bi : Ag 1:10	0,99±0,04	4	0,031	0,031
1:100	1,02±0,04		0,028	0,028

Ishlab chiqilayotgan usulni real obyektlar analiziga qo'llash uchun dastlab tabiiy obyekt tarkibiga yaqin bo'lgan murakkab model aralashma tayyorlab olindi va shu eritmalar tarkibidagi Pb (II) va Bi (III) ionlarini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash usuli hamda sharoitlari individual eritmalarda aniqlash kabi olib borildi. Tahlil natijalari 7-jadvalda keltirilgan.

7-jadval

Sun'iy aralashmalar tarkibidan Pb (II) ionini immobililangan arsenazo III bilan aniqlash natijalari (P=0,95 n=5)

Tahlil qilinayotgan aralashmaning tarkibi, mkg	Topildi Me, mkg (P=0,95; n=5)		
	$\bar{x} \pm \Delta X$	S	S _r
Pb(1,0)+ Cr(2,0)+Cu(1,0)	1,05±0,14	0,12	0,114
Pb(1,0)+ Ni(2,0)+Cd(4,0)	0,98±0,08	0,10	0,102
Pb(2,0)+ Fe(1,0)+Zn(15)	1,98±0,11	0,09	0,046
Pb(1,0)+ Cr(1,0)+Cd(13,0)+Cu(10,0)	0,98±0,12	0,11	0,112
Pb(3,0)+ Mn(5,0)+Fe(15,0)+Mn(10,0)	2,96±0,15	0,25	0,084
Pb(0,5)+Ca(3,0)+Mg(2,0)+Cu(10,0)+Fe(30,0)	0,52±0,09	0,06	0,115

7-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, qo'rg'oshin (II) ni uchlamchi va undan murakkabroq aralashmalarda sorbsion-spektrometrik aniqlash mumkin va nisbiy standart chetlanish barcha holatlarda 0,115 dan oshmaydi, bu nisbatan yaxshi aniqlikdan dalolat beradi va ishlab chiqilgan usulning qayta takrorlanuvchan. Tabiiy obyektlar tarkibidan Pb (II) va Bi(III) ionlarini bo'lganda aniqlash uchun analiz qilinadigan obyektga uning standart eritmasidan qo'shiladi va nur qaytarish spektrofotometrda qayd etiladi. Tahlil natijalari 8,9-jadvallarda keltirilgan.

8- jadval
Qashqadaryo suvidan Pb (II) ionini
ishlab chiqilgan sorbsion-
spektrofotometrik aniqlash natijalari
(n=4; P=0,95)

№	Kiritildi Pb ²⁺ , mkg/ml	Topildi Pb ²⁺ , mkg/ml ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S _r
1	0	0,021±0,03	0,081	0,086
2	1,0	1,044±0,081	0,06	0,052
3	2,0	2,019±0,097	0,093	0,098

9-jadval
Qizil daryodan (Yakka bog') Bi
(III) ionini ishlab chiqilgan
sorbsion-spektrofotometrik
aniqlash natijalari (n=5; P=0,95)

№	Qo'shildi Bi ³⁺ , mkg/25ml	Topildi Bi ³⁺ , mkg/ml \bar{x} ($\pm \Delta X$)	S	S _r
1	20,0	20,25±0,12	0,09	0,120
2	20,0	20,44±0,16	0,10	0,165
3	20,0	20,51±0,09	0,07	0,095

8-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki turli tabiiy suvlar tarkibidan Pb²⁺ ionini aniqlashda ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usulni qo'llash mumkin. Bunda S_r qiymat 0,098 dan oshmaydi bu esa ishlab chiqilgan usulni ishonchliligidan dalolat beradi. Ma'lumki, tabiiy va oqava suvlarda vismutning miqdori oz bo'lgani uchun, vismut birikmalarining kimyoviy xossalarini turli-tumanligi, uni aniqlashga halaqit beradigan komponentlarning ko'pligi tufayli ijobiy natijalar olish qiyin. Sorbsion spektroskopik usul yordamida konsentrlash va ajratmasdan metall ionini aniqlash imkoniyatini beradi.

9-jadval natijalaridan ko'rinadiki, ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usulda Bi (III) ionini aniqlashga qo'llanilganda S_r qiymatlari 0,165 dan oshmaganligi usulni ishonchli ekanligini bildiradi. Vismut birikmalarini farmaseftika sohasida keng qo'llanilganligi uchun ishlab chiqilgan usulni turli dori preparatlari analiziga qo'llab ko'rildi (10-jadval). Ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usul dori vositalaridagi vismutni 0,005 xatolik bilan aniqlashi mumkin.

10-jadval
Dori tarkibidagi Bi (III) ionini ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik
aniqlash natijalari (n=5; P=0,95)

Dori nomi	Vismut (III) kiritilgan, mkg	R	Topilgan vismut(III), mkg	n	S	S _r
De-nol	50,00	0,350	50,50	5	0,012	0,004
De-nol	20,00	0,148	20,26	4	0,009	0,005

Taklif qilingan sorbsion-spektrofotometrik usulida Pb (II) va Bi(III) ionlarini aniqlashning raqobatbardoshligini baholash uchun, shuningdek olingan natijalarning ishonchliligini aniqlash maqsadida boshqa muqobil usullarning ba'zi bir metrologik va analitik parametrlari solishtirildi (11-jadval).

11-jadval
Turli xil tahlil natijasida olingan qiyosiy natijalar ishlab chiqilgan va
nazorat qilish usullari misolida (n=5; P=95)

№ namunalar	Ishlab chiqilgan usul		IV*		AA**	
	$\bar{x} \pm \Delta X$	S _r	$\bar{x} \pm \Delta X$	S _r	$\bar{x} \pm \Delta X$	S _r
1	3,68±0,37	0,096	3,71±0,14	0,093	3,58±0,13	0,016
2	4,07±0,13	0,080	4,02±0,18	0,086	4,03±0,15	0,072
3	7,34±0,41	0,053	7,21±0,13	0,023	7,45±0,19	0,012

*- inversion voltamperometriya ** - atom-absorbsion

12-jadval

Turli xil tahlillar natijasida olingan qiyosiy natijalar ishlab chiqilgan suvlarning tabiati va nazorat qilish usullari (n=5; P=95)

№	Ishlab chiqilgan usul		SF*		IV**	
	$\bar{x} \pm \Delta X$	S _r	$\bar{x} \pm \Delta X$	S _r	$\bar{x} \pm \Delta X$	S _r
1	4,05 ± 0,18	0,031	4,03 ± 0,18	0,033	4,16 ± 0,24	0,041
2	4,99 ± 0,19	0,027	5,09 ± 0,23	0,032	5,13 ± 0,18	0,026
3	6,23 ± 0,21	0,025	6,16 ± 0,24	0,028	6,16 ± 0,30	0,035

*- spektrofotometriya ** - inversion voltamperometriya

Shunday qilib, 11-12-jadvaldagi keltirilgan tahlillardan xulosa qilish mumkinki, Pb (II) va Bi (III) ionini immobillangan arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘i yordamida aniqlashning ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usulining metrologik xarakteristikalari (to‘g‘riligi, qayta takrorlanuvchanligi, tanlovchanligi) bo‘yicha shu metallarni aniqlashda qo‘llaniladigan usullardan qolishmaydi, olingan tahlil natijalari ishonchliligi farqlanadi, bu esa ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usulning raqobatbardoshligini ko‘rsatadi va ishlab chiqilgan texnik va real ob‘ektlarni tahlil qilishda qo‘llanilishi mumkin.

XULOSA

1. Pb (II) ionini aniqlashda arsenazo III, Bi (III) ionini aniqlashda esa ksilenol zarg‘aldog‘i tanlab tasir etuvchan analitik reagent sifatida tavsiya etildi. Tanlangan organik reagentlarni immobillashda qattiq matritsa sifatida PPM-1 tolasimon sorbent taklif qilindi.

2. Arsenazo III va ksilenol zarg‘aldog‘ining PPM-1 tolasiga immobillanish sharoitlari (konsentratsiyaga bog‘liqligi, immobillanish vaqti) hamda immobillangan reagentlar bilan Pb (II), Bi (III) ionlarini kompleks hosil qilishining maqbul sharoitlari (Pb (II) uchun pH=5.5, Bi (III) uchun pH=2.25, vaqt bo‘yicha barqarorligi) aniqlandi.

3. Pb (II) va Bi (III) ionlarini immobillangan organik reagentlar bilan kompleks hosil qilish mexanizmini va tarkibini kvant-kimyoviy hisoblash, IQ, Roman spektrometrik, rentgeno-fluoretsent va SEM tahlili yordamida aniqlandi.

4. Pb (II) va Bi (III) ionlarini sorbsion-spektrofotometrik aniqlashning Buger-Lambert-Ber qonuniga bo‘ysunishi Pb (II) ion uchun 6-49 mkg/25 ml, Bi (III) ion uchun 3-42 mkg/25 ml oralig‘ida, olingan natijalarni aniqligi korrelyatsiya koeffisienti Pb (II) ion uchun 0,9922 va Bi (III) ion uchun 0,9939 ga tengligi bilan izohlandi.

5. Pb (II) va Bi (III) ionlarini aniqlashning ishlab chiqilgan sorbsion-spektrofotometrik usuli turli xil tabiatli model binar, uchlamchi va yanada murakkab aralashmalar, shuningdek Qashqadaryo viloyatining tabiiy suvlarining namunalari analizida qo‘llanildi va tahlil natijalari atom-absorbsion hamda boshqa usullar bilan solishtirilgan holda isbotlandi.

6. Pb (II) ionini arsenazo III va Bi (III) ionini ksilenol zarg‘aldog‘i bilan aniqlashning sorbsion-spektrofotometrik usuli “Shurtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi” va “Muborak gazni qayta ishlash zavodi” ning markaziy laboratoriyalarida sinovdan o‘tkazildi hamda analitik laboratoriyaga tadbiiq etish uchun tavsiya etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD 30/03.04.2022.К.78.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТЕРМИЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

КАРШИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОРМАТОВ БЕКТОШ РАМАЗОН УГЛИ

**СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ИОНОВ СВИНЦА И ВИСМУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИММОБИЛИЗИРОВАННЫХ РЕАГЕНТОВ
(на примере природных объектов Кашкадарьинской области)**

02.00.02 – Аналитическая химия

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

Термез – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Вы аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан, номером В2024.2.PhD/К756.

Диссертация выполнена Карвинского государственного университета Национальном университете Узбекистана.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме) размещен на веб-странице по адресу (www.termu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZIVONET» по адресу www.zivonet.uz.

Научный руководитель: Сманова Зулайхо Асаналиевна
Доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты: Султонов Марат Мирзаевич
Доктор химических наук, профессор
Умирова Гулнора Абдурахмоновна
Доктор философии по химическим наукам

Ведущая организация: Ташкентский фармацевтический институт

Защита диссертации состоится «04» 04 2025 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD 30/03.04.2022.К.78.05 при Термизском государственном университете (адрес: 190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол Авлод 43. Тел.: (99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@gmail.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Термизском государственном университете за № 289 с диссертацией можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол Авлод 43. Тел.: (99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@gmail.uz).

Автореферат диссертации разослан «18» 03 2025 г.
(реестр протокола рассылки № 4 от «18» 03 2025 г.)




З.З. Яшнева
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.х.н., проф.

Ю.А. Гелдиев
Ученый секретар, научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.ф.х.н.


Н.С. Абдурахмонов
Председатель научного семинара при
Научном совете по присуждению ученых
степеней, д.х.н., доц.

Актуальность и необходимость темы диссертации. В настоящее время развитие промышленности и увеличение количества транспортных средств приводят к загрязнению окружающей среды тяжелыми и токсичными металлами, что приводит к развитию различных серьезных заболеваний у человека и живых организмов. Чтобы устранить и предотвратить эти проблемы, необходимо контролировать содержание ионов тяжелых и токсичных металлов в природных объектах. Определение следовых количеств этих металлов доступными методами вызывает определенные трудности, поскольку состав объектов окружающей среды сложен, большое количество мешающих ионов, высокая стоимость оборудования и других различных факторов, поэтому особенно важно разработать высокочувствительные, дешевые, селективные аналитические методы для определения очень низких концентраций ионов этих металлов с использованием существующих методов.

В мире проводятся широкомасштабные научные исследования по совершенствованию методов определения тяжелых металлов в различных объектах окружающей среды, включая воду и почву. В этом контексте важно использовать селективные органические реагенты для определения ионов свинца и висмута в различных объектах окружающей среды, улучшить существующие спектроскопические методы, разрабатывать новые сорбционно-спектроскопические методы на основе комплексообразующих органических реагентов, а также применять их для определения и контроля концентраций токсичных металлов в составах природных объектов и проводить их мониторинг.

В нашей республике достигнуты определенные результаты в направлении производства новых видов продукции химической промышленности, включая рациональное использование местного сырья и получение новых сорбентов, которые могут заменить импортируемую продукцию. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы¹ определены приоритетные направления для развития экономики, в частности, акцент сделан на переработке местных сырьевых ресурсов, увеличение видов готовой продукции с высокой добавленной стоимостью и освоение качественно новых видов продукции и технологий. В этом контексте особое внимание уделяется созданию новых сорбционно-спектроскопических методов путем иммобилизации органических реагентов для определения различных тяжелых и токсичных металлов в объектах окружающей среды.

УП-60 от 28 января 2022 года Президента Республики Узбекистан «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», ПП-5863 от 30 октября 2019 года «2030 год» «Об утверждении концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан в период до 2019 года» и ПП - 4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности».

¹Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для выполнения задач, установленных в решениях и других нормативно-правовых актах, касающихся указанной деятельности.

Соответствие исследований основным приоритетам республиканского научно-технического развития. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии Республики VII. Химия, Химическая технология и нанотехнологии.

Уровень изученности проблемы. Многие ученые мира используют оптические и другие методы определения ионов свинца (II) и висмута (III) оптическими, электрохимическими и хроматографическими методами результаты, полученные этими методами, интерферированы многими ионами, точность и чувствительность некоторых методов невысока, дороговизна анализа, и высокая стоимость приборов.

В мире существует множество оптических, фотометрических и спектрофотометрических методов определения ионов свинца и висмута. В результатах, полученных этими методами, много мешающих сопутствующих ионов, низкая точность и чувствительность. Одной из актуальных проблем становится потребность в методах с высокой чувствительностью и селективностью использование химически чистых веществ при мониторинге тяжелых металлов в промышленности. Многие ученые в качестве решения этой проблемы предлагали использовать иммобилизованные органические реагенты. Механизм реакции комплексообразования ионов свинца (II) и висмута (III) с иммобилизованными органическими реагентами изучен слабо, и в научно-технической литературе имеется мало информации по этой теме. Поэтому необходимо разрабатывать и использовать новые, современные методы мониторинга тяжелых металлов. Один из новых подходов — твердофазные спектроскопические методы, основанные на использовании иммобилизованных органических реагентов, отвечают требованиям чувствительности и надежности. В этом направлении многие ученые (Ю.А.Золотов, Г.Д.Брыкина, Н.А.Гавриленко, В.Н.Лосев, В.Г.Амелин, Е.И.Моросанова, В.Г.Дмитриенко и др.) использовали в качестве носителя различные силикагели, сорбенты, природные цеолиты, полиэтиленовые пленки, нитрат целлюлозы. Разработаны спектроскопические и флуоресцентные методы с использованием поликапроамидных гелевых мембран, модифицированных диоксидом кремния и другие.

А.М.Геворгян, М.А.Насимов, Э.Абдурахманов, Р.Х.Джиянбаева, Б.Д.Кабулов, И.П.Шестерова принимали участие в разработке химических сенсоров и методов испытаний для обнаружения элементов в Узбекистане. В отличие от других методов твердофазная спектроскопия не требует токсичных растворителей и, следовательно, обеспечивает экологическую безопасность анализа. Такие задачи, как разработка современных и усовершенствованных методов определения ионов свинца и висмута, создание экспресс-методов, отвечающих требованиям настоящего времени, очень важны и актуальны.

Связь темы диссертации с научно-исследовательской работой вуза, в

котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено на основе планов совместной научно-исследовательской работы кафедры неорганической химии Каршинского государственного университета и кафедры аналитической химии Национального университета Узбекистана F-22.7 «Синтез селективных органических реагентов» (2012-2016 гг.), № А-12-53. «Иммобилизованные реагенты для полимерных носителей в разработке фотометрических и сорбционно-фотометрических методов определения экотоксикантов в объектах окружающей среды» (2015-2017гг.).

Цель исследования Дешевое, быстрое, селективное и чувствительное определение ионов свинца (II) и висмута (III) с использованием иммобилизованных органических реагентов (арсеназо III, ксиленоловое золото) абсорбционно-спектроскопический заключается в разработке метода.

Задачи исследования:

Свинец(II) и подбор органических реагентов, чувствительных и селективных к ионам висмута(III) и подбор сорбента-носителя для иммобилизации выбранных реагентов;

подбор оптимальных условий иммобилизации органических реагентов на полимерном волокне - носителе при сохранении аналитических свойств и определение оптимальных условий образования окрашенных комплексов органических реагентов, иммобилизованных ионами свинца (II) и висмута (III);

определить механизм реакции и сложный состав ионов свинца (II) и висмута (III) с иммобилизованными органическими реагентами;

соблюдение закона Бера обнаружения ионов свинца (II) и висмута (III), нахождение нижнего предела обнаружения, определение влияния ионов-поглотителей;

использование разработанного метода в модельных бинарных, тройных и более сложных смесях различной природы, стандартных пробах природных и сточных вод и других анализах;

Объект исследования взяты стандартные пробы объектов окружающей среды, природных и сточных вод.

Предмет исследования - из состава природных и сточных вод различных объектов окружающей среды взяты тяжелые и токсичные металлы, ионы свинца и висмута, их соединения, считающиеся загрязнителями экотоксикантами.

Методы исследования. Оптические (абсорбционно-спектрофотометрический, метод спектроскопии отражения, атомно-абсорбционный); Использовались методы электрохимического и статистического расчета, элементного анализа, ИК- и римско-спектрометрического, рентгенофлуоресцентного, СЭМ и квантово-химического методов расчета.

Научная новизна исследования состоит из:

доказано, что иммобилизация носителей SMA-1, PPA-1, PPM-1 органическими реагентами: арсеназо III и ксиленоловым оранжевым происходит за счет аналитически активных групп, а также за счет

концентрирования чувствительность увеличивается в 100 раз;

в качестве оптимального носителя было выбрано волокно РРМ-1 и определены оптимальные условия иммобилизации и комплексообразования;

определены спектроскопические характеристики (истинный молярный коэффициент погашения и константа устойчивости комплекса) комплекса иммобилизованных арсеназо III с ионами Pb (II) и ксиленолового оранжевого с ионами висмута (III);

разработан сорбционно-спектроскопический метод определения ионов свинца (II) и висмута (III) с помощью иммобилизованного арсеназо III и ксиленолового оранжевого;

доказано, что подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера при определении ионов свинца (II) и висмута (III) разработанным сорбционно-спектроскопическим методом находится в диапазоне 6-49 мкг/25 мл для иона Pb (II) и 3-42 мкг/25 мл для иона Bi (III).

Практические результаты исследования состоит из:

Разработан простой, экспрессный, селективный и чувствительный сорбционно-спектроскопический метод, определения ионов свинца и висмута с использованием иммобилизованных органических реагентов.

Разработаны и усовершенствованные метрологические и аналитические методы микроколичественного определения ионов свинца и висмута в объектах окружающей среды с использованием иммобилизованных органическими реагентами.

Достоверность результатов исследований была доказана и сопоставлена с методами спектрофотометрии, ИК-спектроскопии, рaman спектроскопии, рентгенофлуоресцентного и SEM-анализа, проведенными на основе общепринятых критериев. Полученные результаты проверены методами “введено-найдено”, “добавок” и сравнения со стандартными образцами и основаны на выполнении математико-статистических расчетов, анализа объектов окружающей среды разработанным сорбционно-спектроскопическим методом в сравнении с другими независимыми методами.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в нахождении оптимальных условий иммобилизации органических реагентов арсеназо III и ксиленолового оранжевого на полимерном волокнистом носителе и избирательном повышении чувствительности к ионам свинца (II) и висмута (III). Аналитические и метрологические параметры улучшены за счет введения в молекулу реагентов аналитически активных групп.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанный сорбционно-спектроскопический метод служит для решения таких задач экохимии, как определение ионов свинца (II) и висмута (III) из объектов окружающей среды, таких как канальные воды и промышленные сточные воды Кашкадарьинской области.

Внедрение результатов исследований. На основе научных результатов разработан новый сорбционно-спектроскопический метод определения и

очистки ионов свинца (II) и висмута (III) из состава промышленных сточных вод:

Сорбционно-спектроскопический метод определения ионов свинца (II) и висмута (III) с использованием иммобилизованных органических реагентов внедрен для лаборатории АО «Шуртанского нефтегазодобывающего управления» Гузорского района Кашкадарьинской области. (Справка Шуртанского нефтегазодобывающего управления №20 от 6 июня 2024 года). В результате появилась возможность использовать иммобилизованные органические реагенты для определения ионов тяжелых металлов в воде;

Метод обнаружения и выделения ионов свинца (II) и висмута (III) внедрен на Мубаракском ГПЗ в процессе контроля и очистки ионов тяжелых металлов в сточных водах (Мубаракский ГПЗ, номер 02-02/EN-6415 от 28 сентября 2024 г.). В результате удалось идентифицировать ионы свинца и висмута из состава сточных вод и эффективно их очищать.

Утверждение результатов исследования. 12 результатов этого исследования включая 4 международных и 8 из них доклад были представлены и обсуждены на республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего 16 опубликованных научных работ, основные научные результаты докторских диссертаций ВАК Республики Узбекистан рекомендованы к публикации из этих составляет 10, включая 5 статей в республике и 5 научных статей опубликованных в международных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составил 118 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.

Во введении представлена актуальность работы, определены цель и задачи исследования, определены объекты и предметы исследования, совместимость исследования с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики Узбекистан, указаны научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, определена теоретическая и практическая значимость достигнутых результатов, перечень внедрений результатов исследования, опубликованных работ и сведения о структуре представлены диссертации. В первой главе **«Аналитические методы определения соединений свинца и висмута. (литературный обзор)»** приведен обзор по тяжелым металлам и их влияние на живые организмы, методы аналитического определения свинца и его соединений, методы аналитического определения висмута и его соединений, методы оптического определения ионов свинца (II), висмута, представлены оптические методы определения ионов, значение селективных органических реагентов в физико-химическом определении свинца и висмута, а также описание некоторых носителей, используемых для иммобилизации. Анализ данных изученной литературы показывает, что ионы свинца и висмута, являющиеся тяжелыми и токсичными металлами, могут оказывать негативное

воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Для обнаружения, разделения и концентрирования тяжелых и токсичных металлов предложены различные сорбенты с различными функциональными группами и аналитически активными группами (ААГ). В этой же главе приводятся иммобилизация органических реагентов на сорбенты ионов свинца и висмута, механизмы взаимодействия с ионами этих металлов, включая сведения о сложности взаимодействия волокнистых сорбентов с органическими реагентами.

В обзоре литературы указывается что на данный момент значение и свойства органических реагентов, с аналитической точки зрения мало изучены. Существуют электрохимические, экстракционные, оптические и другие физико-химические методы определения иона висмута(III) и свинца(II). Однако научные исследования по определению органических реагентов, иммобилизованных на волокнистых полимерных сорбентах, сорбционно-спектроскопическим методом изучены не полностью.

Таблица 1

Структурные формулы органических реагентов

Название органического реагента	Арсеназо III (2,2'-(1,8-дигидрокси-3,6-дисульфонафтилен-2,7-бисазо)бисбензоларсеновая кислота, 2,7-бис(2-арсенофенилазо)хромотроповая кислота)
Брутто формула, г/моль	$(\text{HO})_2\text{C}_{10}\text{H}_2(\text{SO}_3\text{H})_2(\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4\text{AsO}_3\text{H}_2)_2$ 776,37 г/моль
Структурная формула	
Название органического реагента	Ксиленовый оранжевый (2,2',2'',2'''-{(1,1-диоксидо-3Н-2,1-бензоксатиол-3,3-диил)бис[(6-гидрокси-5-метилбензол-3,1-диил)метандилнитрил]}тетрауксусная кислота)
Брутто формула, г/моль	$(\text{C}_{31}\text{H}_{32}\text{N}_2\text{O}_{13}\text{S})$ 672,66 г/моль
Структурная формула	

Во второй главе диссертации под названием «Оборудование, реактивы и методы приготовления растворов, применяемые при определении ионов свинца (II) и висмута (III)» описаны оборудование, аппаратура, реактивы, свинец (II) и методы приготовления стандартных растворов и рабочих растворов ионов висмута(III) и органических реагентов, приведены методы

приготовления буферных растворов, использованных в исследованиях, а также арсеназо III и ксиленоловый оранжевый, использованные в исследованиях. Представлены свойства реагентов и характеристик волокнистых носителей. Структурные формулы использованных в органических реагентов арсеназо III и ксиленолового оранжего представлены в табл. 1.

В третьей главе диссертации «Иммобилизация арсеназо III и ксиленолового оранжего на носителе и подбор оптимальных условий комплексообразования» для иммобилизации органических реагентов был выбран волокнистый носитель ППМ-1 с высокой сорбционной способностью, арсеназо III, ксиленолового оранжего изучены оптимальные условия иммобилизации чист-реагентов арсеназо III и ксиленолового оранжего. Получены комплексы ионов свинца (II) и висмута (III) с иммобилизованными реагентами и изучены их оптимизированные условия. Комплексообразование иммобилизованных реагентов с Pb(II) и Bi(III) методами отражательной и абсорбционной спектрофотометрии. Механизм комплексообразование изучены с помощью квантово-химических расчетов, методов и ИК-спектрометрии. Также с целью изучения образования и состава комплекса были проанализированы исходные и образовавшиеся продукты методами рентгенофлуоресцентного, СЭМ спектрометрии и установлено, что состав обоих комплексов Me:R 1:1. При изучении заряда образующихся комплексов установлено, что комплексный заряд арсеназо III с ионом Pb(II) положительный, а комплекс, образованный ксиленоловым золотом с ионом Bi(III), имеет отрицательный заряд. Нижний предел обнаружения иона Pb(II) с использованием иммобилизованного арсеназо III составил 0,24 мкг/мл, а иона Bi(III) с иммобилизованным ксиленоловым оранжевым - 0,12 мкг/мл.

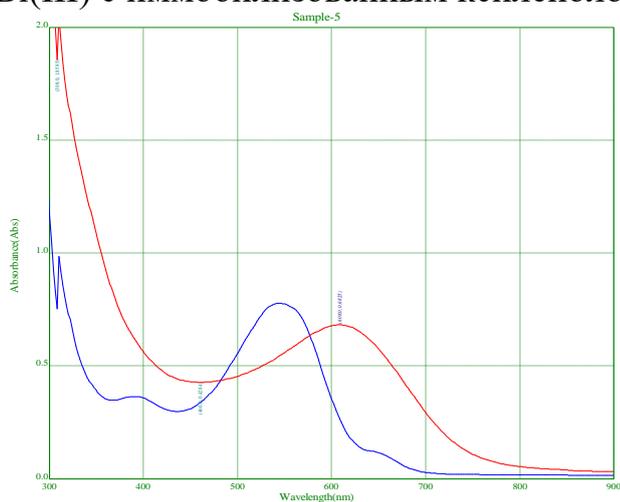


Рис1. Спектры поглощения Арсеназо III ($\lambda_{\text{max}} = 540 \text{ nm}$) в его комплекса с ионами свинца (II) ($\lambda = 610 \text{ nm}$).

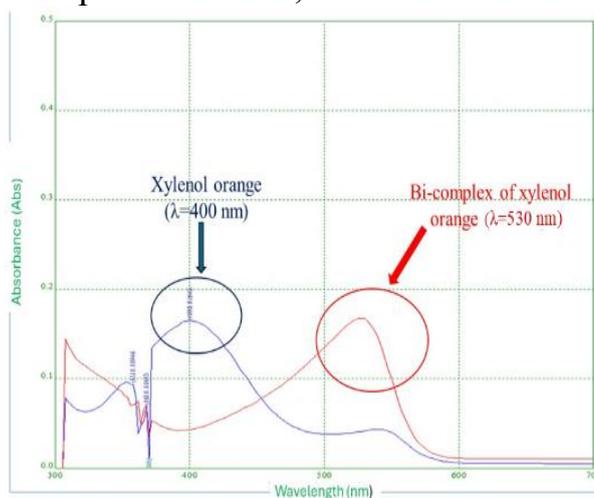


Рис2. Спектры поглощения ксиленоловый оранжевый ($\lambda_{\text{max}} = 400 \text{ nm}$) и его комплекса с ионами висмута (III) ($\lambda = 530 \text{ nm}$).

Как видно из рис.1, согласно приведенным спектрам поглощения, максимальная область светопоглощения комплекса, образованного арсеназо III с ионом свинца (II), наблюдалась при 610 нм, а арсеназо III – при 540 нм.

Между реагентом и образовавшимся комплексом наблюдался батохромный сдвиг полосы поглощения, контрастность которой составила 70 нм.

Из рис.2 видно, что согласно приведенным спектрам поглощения максимальная площадь светопоглощения комплекса, образованного ксиленолым оранжевым с ионом висмута (III), наблюдалась при 530 нм, а на сорбенте с иммобилизованным реагентом - при 400 нм. Между реагентом и образовавшимся комплексом наблюдался батохромный сдвиг, контрастность составила 130 нм.

Установлены коэффициент корреляции и подчиненность закону Бугера-Ламберта-Бера комплексных соединений, образованных иммобилизованными реагентами арсеназо III и ксиленолового оранжевого с ионами Pb(II) и Bi(III). Результаты представлены на рис 3-4.

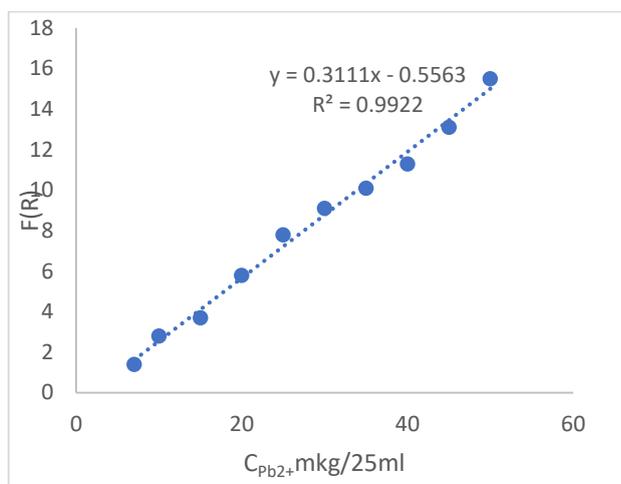


Рис 3. Соблюдение закона Бугера-Ламберта-Бера комплекса с свинца(II) иммобилизованным арсеназо III.

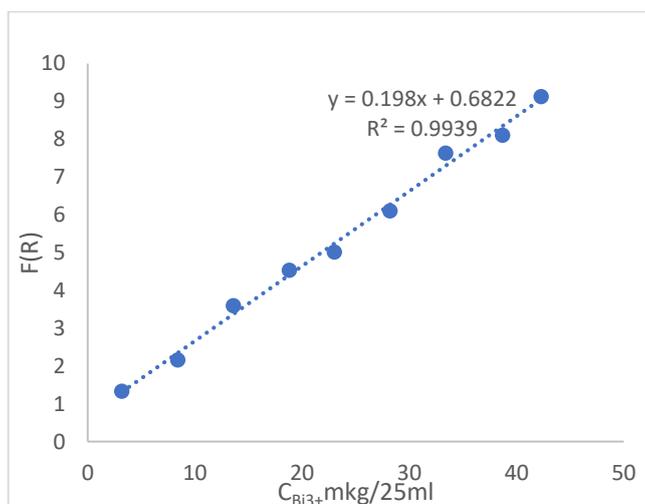


Рис 4. Соблюдение закона Бугера-Ламберта-Бера комплекса Bi (III) иммобилизованным ксиленоловым оранжевым.

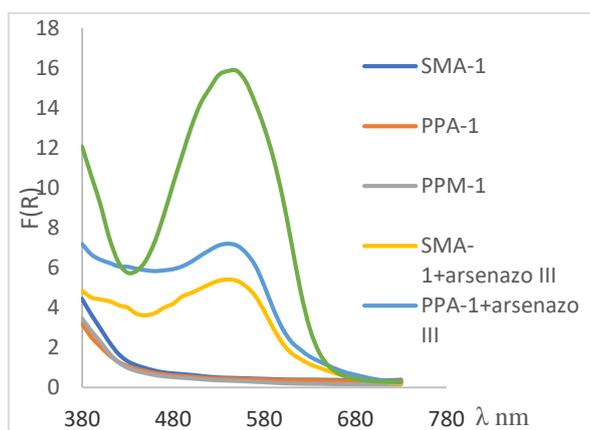


Рис 5. Спектры отражения различных сорбентов (СМА-1; ППА-1; ППМ-1) до и после иммобилизации с арсеназо III

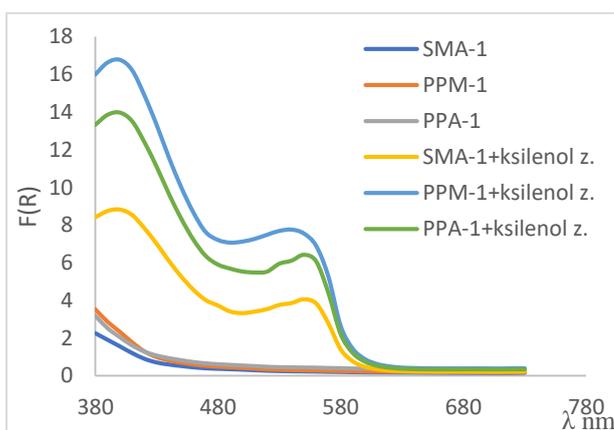


Рис 6. Спектры отражения различных сорбентов (СМА-1; ППА-1; ППМ-1) до и после иммобилизации ксиленолового оранжевого

Доказана высокая точность сорбционно-спектроскопического метода

определения ионов Pb(II) и Bi(III). Полученные результаты показывают, что области действия закона Бугера-Ламберта-Бера находятся в диапазоне 6-49 мкг/25 мл для иона Pb(II) и Bi(III) для иона от 3 мкг до 42 мкг/25 мл наблюдалось в диапазоне, при более высокой концентрации происходит отклонение от прямолинейной зависимости.

Выбор носителя для сорбции является одним из основных процессов исследования так как не все органические реагенты достаточно иммобилизуются на носителях. Для этого должны быть правильно выбраны оптимальные условия, строение реагента и метод иммобилизации. В ходе исследований в основном изучались условия иммобилизации полимерных волокнистых носителей СМА-1, ППА-1 и ППМ-1 органическими реагентами арсеназо III и ксиленоловым оранжевым. Полученные результаты представлены на рисунках 5-6 и в таблице 2. По полученным спектрам можно сделать вывод, что максимумы отражения, полученные при иммобилизации реагентов арсеназо III и ксиленолового оранжевого на сорбенте ППМ-1, превышают соотношение F(R). В качестве сорбента носителя в ходе исследований был выбран ППМ-1, который был использован в дальнейших исследованиях.

Таблица 2

Зависимость оптической плотности реагента от природы носителя

№	Тип сорбента	F(R) арсеназоIII	F(R) ксиленолового оранжевого
1	СМА-1	5.33	8,82
2	ППА-1	7.11	13.97
3	ППМ-1	15.83	16,76

Изучены спектры отражения комплексов, образованных ионами Pb(II) и Bi(III) с иммобилизованным органическим реагентом арсеназо III и ксиленоловым оранжевым (рис.7-8).

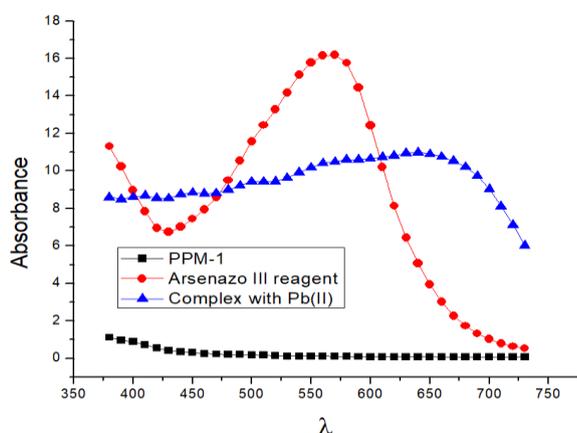


Рис.7. Спектры отражения сорбента иммобилизованного реагента и его комплекса с ионами Pb(II)

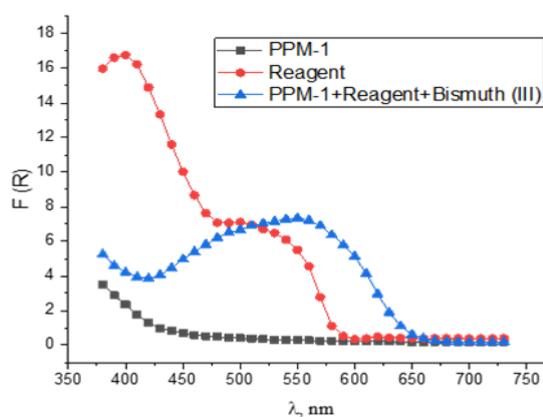


Рис.8. Спектры отражения сорбента ППМ-1, иммобилизованного ксиленолового оранжевого и его комплекса с ионами Bi(III)

Как видно из результатов анализа спектров отражения на рис 7, иммобилизованный реагент арсеназо III имеет аналитический сигнал в области 540 нм, а комплекс, образованный иммобилизованным арсеназо III с ионом Pb(II), имеет аналитический сигнал в области 650 нм, а контрастность реакции равна 110 нм, что более высокой чувствительности реакции на сорбенте по сравнению с раствором.

Из рис 8 видно, что спектр отражения ксиленолового оранжевого, иммобилизованного на сорбенте ППМ-1, составляет 400 нм, тогда как спектр отражения комплекса с ионами Bi(III) 550 нм. Контрастность реакции составляет 150 нм. Это свидетельствует о высокой контрастности и чувствительности реакции.

Спектральные характеристики комплексов, образуемых ионом Pb(II) с органическим реагентом арсеназо III и ионов Bi(III) с реагентом ксиленол-оранжевого, определены в оптимальных условиях, результаты представлены в таблицах 3-4.

Таблица 3.

Спектральная классификация комплекса иона свинца(II) с реагентом арсеназо III ($l=1,0$ см, $C_{Pb^{2+}}=60$ мкг)

Цвет, фаза	pH	λ , HR нм	λ , MeP н.м.	λ	$C_{Pb^{2+}}$ мкг/мл	Растен ие 10^4	Чувствительность по Сенделю, мкг/см ²
Фиолетовый, раствор	5-6	540	610	70	60	2,2	0,0212
Фиолетовый, на носителе	5-6	540	650	110	60	5.3	0.0024

Таблица 4

Спектральные характеристики комплексообразования ионов висмута (III) с ксиленоловым оранжевым ($l=1,0$; $C_{Bi^{3+}}=20$ мкг/мл)

Цвет комплекса	pH	λ , HR нм	λ , MeP н.м.	λ	$C_{Bi^{3+}}$ мкг/мл	10^4	Чувствительность по Сенделю, мкг/см ²
Красный, раствор	2,25-2,5	400	530	130	20	1,43	0,012
красный, твёрдый носитель	2,25-2,5	400	550	150	20	1,56	0.001

Как видно из таблиц 3 и 4, реакция комплексообразования иона Pb(II) с реагентом арсеназо III имеет высокую контрастность ($\lambda=110$ нм) и хорошую чувствительность ($S=0,0024$ мкг/см²), а ион Bi(III) ксиленоловым оранжевым имеет также высокую контрастность 150 нм и чувствительность на 2 порядка ниже по сравнению с раствором, что указывает на возможность использования этих ионов в качестве чувствительных аналитических реагентов. Методом изомолярных серий установлен состав комплексов, образуемых иммобилизованными арсеназо III и ксиленоловым оранжевым с ионами Pb(II) и Bi(III). Рис. 9-10 соответственно и установлено что на твёрдой фазе состав комплексов равен 1:1.

Методом ИК-спектроскопии изучены механизмы иммобилизации арсеназо III и ксиленолового оранжевого на сорбенте ППМ-1. В качестве полимерного носителя, использованного в ходе исследования, были использованы волокнистые носители, синтезированные сотрудниками кафедры химии полимеров химического факультета НУУз.

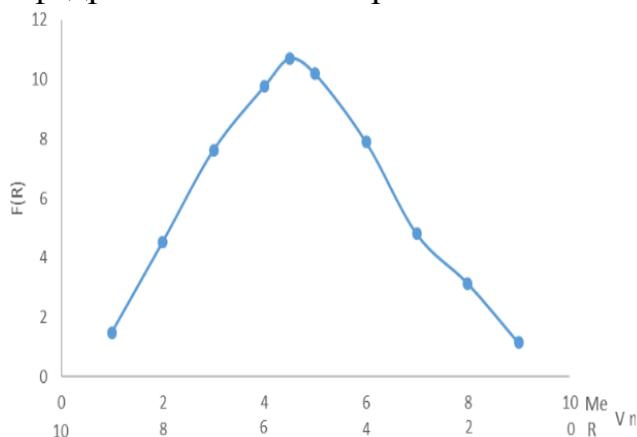


Рис.9. Определения состава комплекса Pb^{2+} с иммобилизованным арсеназо III методом изомолярный серий

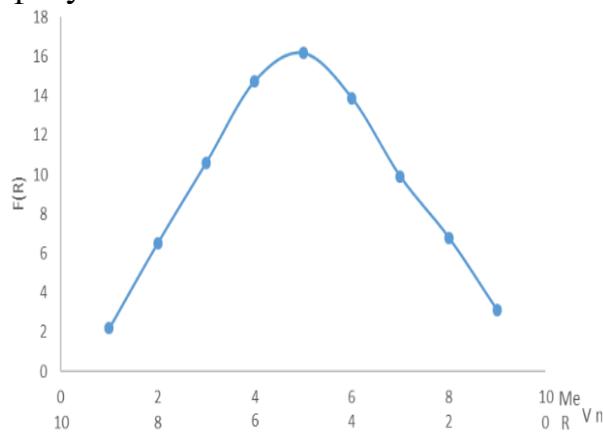


Рис.10. Определение состава комплекса Bi^{3+} с иммобилизованным ксиленоловым оранжевым методом изомолярных серий

В качестве носителя использовали химически стабильное и обладающее высокой сорбционной способностью волокно ППМ-1, получены ИК-спектры комплекса с иммобилизованными арсеназо III и ионом Pb^{2+} и комплекса с иммобилизованными ксиленоловым оранжевым и ионами $Bi(III)$ (рис.11,12).

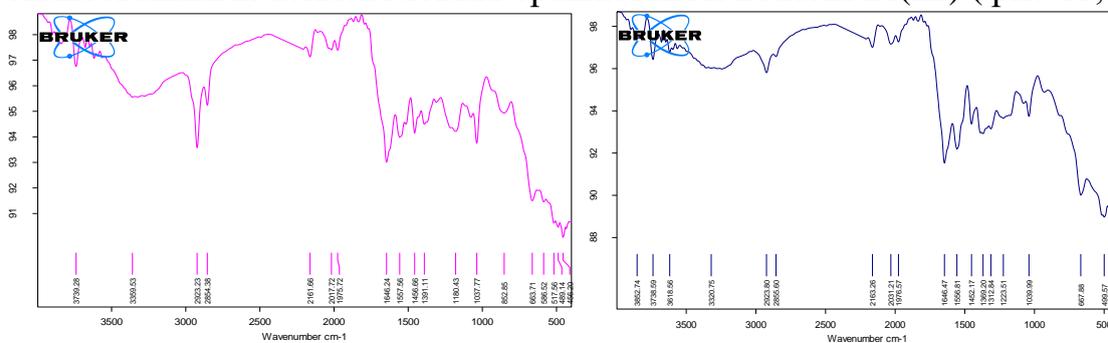


Рис. 11. ИК-спектры иммобилизованного на волокне ППМ-1 арсеназо III (1) и его комплекса с ионами $Pb(II)$ (2).

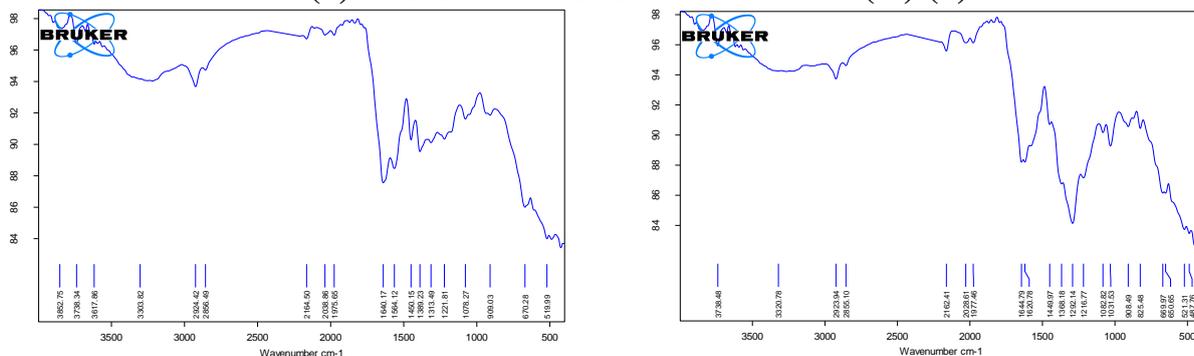


Рис. 12. ИК-спектры иммобилизованного на волокне ППМ-1 Ксиленол оранжа (1) и его комплекса с ионами $Bi(III)$ (2).

При анализе инфракрасного спектра иммобилизованного арсеназо III (рис 11а) появляются пики поглощения, характерные для связи -ОН в области 3369 см^{-1} , для -N=N- в области 1620 см^{-1} , -SO₃ при $1413-1478\text{ см}^{-1}$ и для связи As-O в области $423-626\text{ см}^{-1}$.

Анализ ИК-спектров комплекса (рис.11 б) иммобилизованного арсеназо III с ионом Pb²⁺ показал, что область $499-667\text{ см}^{-1}$ по сравнению с ИК-спектром в области см^{-1} самого спектра появляется характерный для связи Pb-O- (Me-O-). Остальные отмеченные области дублируют области спектра арсеназо III. По данным ИК-спектрального анализа иммобилизованного ксиленового оранжевого связи -ОН в области $3882-3364\text{ см}^{-1}$ (рис.12а) наблюдается пики характерные для -N=N- в области 1620 см^{-1} , для -C=O связи 1453 см^{-1} для S=O. ИК-спектральный анализ комплекса (рис. 12б) показывает пик поглощения, принадлежащий -ОН-группе, малой интенсивности и широкий пик в области 3320 см^{-1} . Линии поглощения, принадлежащие связям Me-O, Me-N, можно наблюдать в диапазоне $487-669\text{ см}^{-1}$.

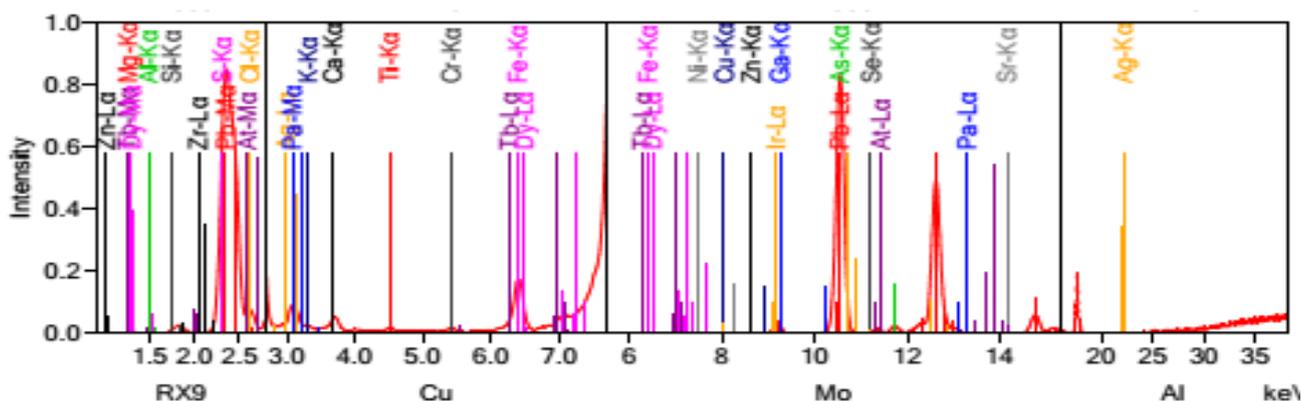


Рис. 13. Рентгенофлуоресцентный спектр комплекса ионов свинца(II) с иммобилизованным реагентом арсеназо III.

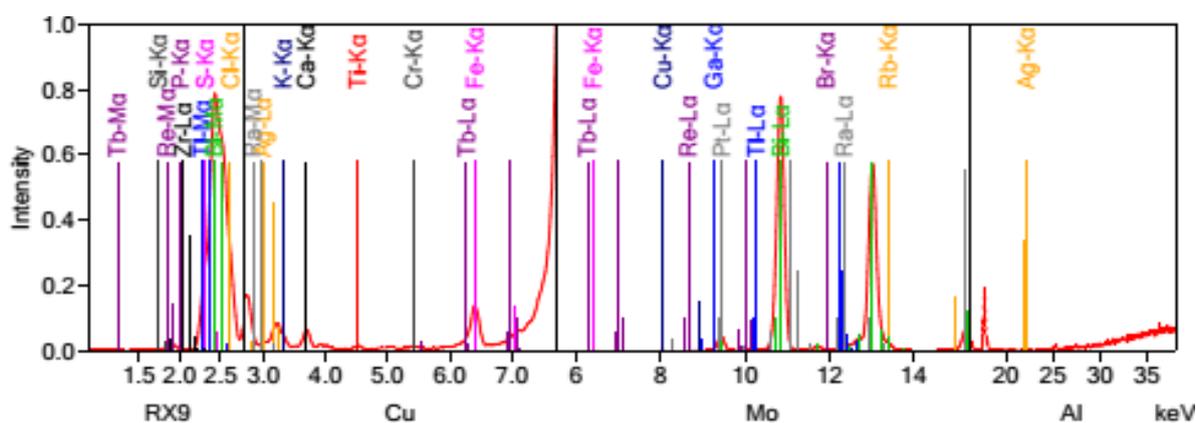


Рис. 14. Рентгенофлуоресцентный спектр комплекса иммобилизованного ксиленолового оранжевого с ионом Vi³⁺

Рентгенофлуоресцентный спектральный анализ комплекса иммобилизованного арсеназо III с ионом Pb²⁺ и комплекса иммобилизованного ксиленолового оранжевого Vi³⁺ на сорбенте ППМ-1 показал, что появилась наиболее высокий характеристический пик ионов

свинца, а для висмута, по сравнению с иммобилизованным в комплексе реагентом ксиленоловым оранжевым, появилась наиболее высокий пик характерный для ионов висмута(III), что свидетельствует о взаимодействии иммобилизованных реагентов с ионами металлов. (рис. 13, 14).

Морфологические исследования и элементный состав волокон проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа «ВО-МА 15» (Zeiss, Германия). Представлены электронные фотографии, таблицы состава и графические спектры образцов волокон с выбранными областями для информации об элементном составе, иммобилизованного арсеназо III и его комплекса с ионом свинца(II), иммобилизованного ксиленолового оранжевого и его висмута. Результаты анализа сканирующей электронной микроскопии представлены на рисунках 15, 16.

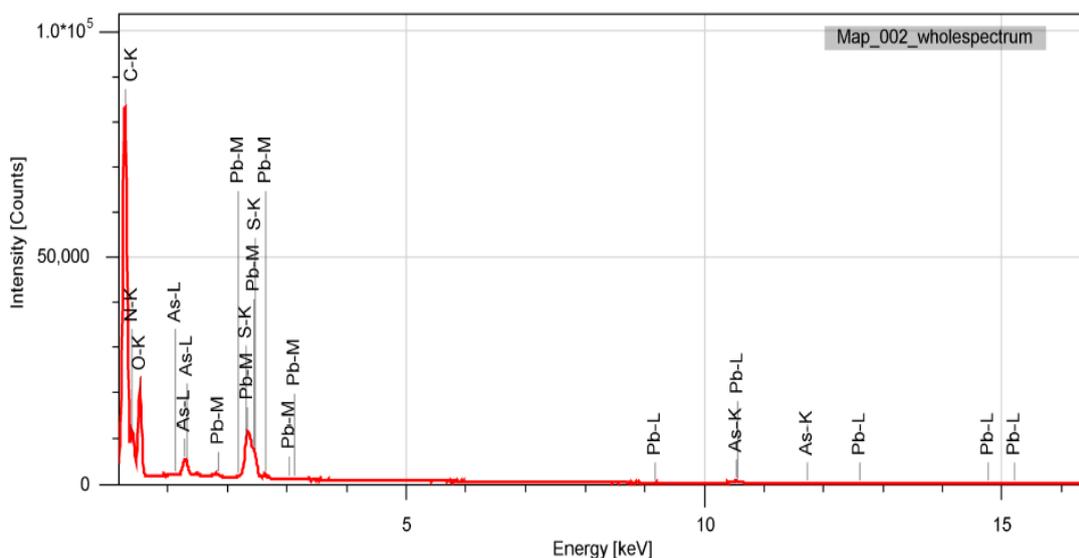


Рис. 15. СЭМ-спектр комплекса иона Pb(II) с иммобилизованным на волокне ППМ-1 арсеназо III.

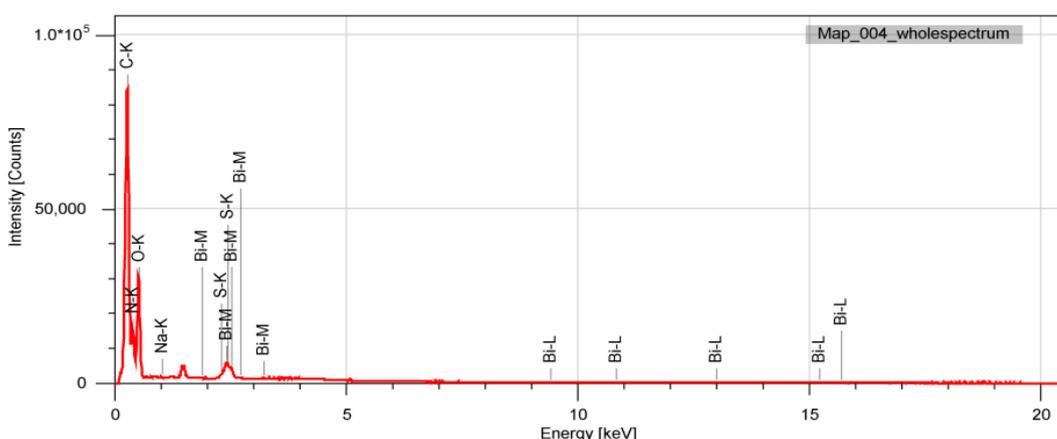


Рис. 16. СЭМ-спектр комплекса иммобилизованного ксиленолового оранжевого с ионами Bi(III).

Из рис.15 видно, что в спектре СЭМ комплекса, образованного ионом Pb(II) с арсеназо III, иммобилизованным на волокне ППМ-1, виден интенсивный пик, соответствующий иону Pb(II).

Данные СЭМ показали (рис.16) что в спектре комплекса иммобилизованного ксиленолового оранжевого с ионами Vi(III) виден интенсивный пик, соответствующий иону металла доказывает о образовании нового соединения.

В четвертой главе диссертации под названием "**Изучение влияния сопутствующих ионов на определение ионов Pb(II) и Vi(III) и применение разработанного метода для анализа искусственных и природных объектов**" представлены данные о влиянии сопутствующих ионов на определение ионов Pb(II) и Vi(III) , использование разработанного сорбционно-спектрофотометрического метода для анализа сложных модельных смесей, определение ионов Pb(II) и Vi(III) из различных природных вод с помощью разработанного сорбционно-спектрофотометрического метода, а также оценка конкурентоспособности сорбционно-спектрофотометрического метода для определения ионов Pb(II) и Vi(III) .

Изучено влияние сопутствующих ионов, которые встречаются в природе вместе с ионами Pb(II) и Vi(III) . Количество посторонних ионов было взято в различных соотношениях по сравнению с ионами свинца и висмута, и проведен анализ с использованием сорбционно-спектрофотометрического метода. (Табл. 5 и 6).

Из результатов, представленных в таблицах 5,6, можно сделать вывод, что Pb(II) и ионов Vi(III) сорбционно-спектрофотометрический метод определения может быть использован при анализе смесей. Для применения разработанного метода к анализу реальных объектов сначала были приготовлены сложные модельные смеси, близкие по составу к природным объектам.

Таблица 5

Влияние мешающих ионов на сорбционно-спектрофото-метрическое определение иона Pb(II) ($\text{pH}=5,5$; $\text{P}=0,95$)

[Pb: [X]	Найдено Pb, мкг ($\bar{x} \pm \Delta X$)	n	S	Sr
Pb: Cu 1:100	1,02±0,09	5	0,08	0,078
Pb: Cd 1:100	0,981±0,074	4	0,06	0,066
Pb: Zn 1:80	1,01±0,08	4	0,07	0,069
1:100	1,12±0,11	5	0,10	0,085
Pb: Cr 1:10	0,991±0,095	5	0,08	0,083
1:25	0,972±0,102	4	0,09	0,091
1:50	0,66±0,085	5	0,07	0,112
Pb: Mn 1:100	1,00±0,15	5	0,13	0,131
Pb: Fe 1:100	0,983±0,214	4	0,186	0,189

Таблица 6

Результаты исследования влияния посторонних катионов на определение Bi^{3+} ($C=1,0$ мкг; X-ассоциированный металл, $P=95$)

[Bi]: [X]	Найдено Bi , мкг ($\bar{x} \pm \Delta X$)	n	S	Sr
Bi: Cu 1:50	1,05±0,11	4	0,081	0,077
Bi: Fe 1:20	1,04±0,12	5	0,104	0,101
Bi: Pb 1:20 1:100	1,00±0,03 1,01±0,03	5	0,027 0,030	0,027 0,030
Bi: Zn 1:10 1:20	0,98±0,03 1,00±0,04	5	0,027 0,032	0,027 0,032
Bi: Al 1:10 1:20	1,00±0,03 1,01±0,03	5	0,029	0,029
Bi: Ag 1:10 1:100	0,99±0,04 1,02±0,04	4	0,031 0,028	0,031 0,028

Условия сорбционно-спектрофотометрического определения проводили так же, как и при определении в индивидуальных растворах (табл 7).

Таблица 7

Результаты определения иона Pb(II) из искусственных смесей с иммобилизованным арсенозо III ($P=0,95$ $n=5$)

Состав анализируемой смеси, мкг	Найденный Me , мкг ($R=0,95$; $n=5$)		
	$\bar{x} \pm \Delta X$	S	Sr
Pb(1,0)+ Cr(2,0)+Cu(1,0)	1,05±0,14	0,12	0,114
Pb(1,0)+Ni(2,0)+Cd(4,0)	0,98±0,08	0,10	0,102
Pb(2,0)+ Fe(1,0)+Zn(15)	1,98±0,11	0,09	0,046
Pb(1,0)+ Cr(1,0)+Cd(13,0)+Cu(10,0)	0,98±0,12	0,11	0,112
Pb(3,0)+Mn(5,0)+Fe(15,0)+Mn(10,0)	2,96±0,15	0,25	0,084
Pb(0,5)+Ca(3,0)+Mg(2,0)+Cu(10,0)+Fe(30,0)	0,52±0,09	0,06	0,115

Из данных табл. 7 видно, что свинец (II) можно определять сорбционно-спектрометрически в тройных и более сложных смесях, причем относительное стандартное отклонение во всех случаях не превышает 0,115, что свидетельствует об относительно хорошей точности и правильности.

Из состава природных объектов ионы Pb(II) и Bi(III) определяют методом „добавок“ добавляя к раствору известную концентрацию Bi и регистрируют на спектрофотометре спектры отражения. В зависимости от

увеличения оптической плотности рассчитывают концентрацию ионов Pb^{2+} и Bi^{3+} . Результаты анализа приведены в таблицах 8, 9.

Таблица 8

Результаты разработанного сорбционно-спектрофотометрического определения иона $Pb(II)$ из вод Кашкадарьи (n=4; $P=0,95$)

№	Введенный Pb^{2+} , мкг/мл	Найдено Pb^{2+} , мкг/мл ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	Sr
1	0	0,021±0,03	0,081	0,086
2	1.0	1,044±0,081	0,06	0,052
3	2.0	2,019±0,097	0,093	0,098

Таблица 9

Результаты разработанного сорбционно-спектрофотометрического определения иона $Bi(III)$ из реки Кизил Дарё (Якка Бог) (n=5; $P=0,95$)

№	Добавлено Bi^{3+} , мкг	Найдено Bi^{3+} , мкг/мл ($\pm \Delta X$)	S	Sr
1	20,0	20,25±0,12	0,09	0,120
2	20,0	20,44±0,16	0,10	0,165
3	20,0	20,51±0,09	0,07	0,095

Из данных, представленных в таблице 11, видно, что разработанный сорбционно-спектрофотометрический метод может быть использован для определения иона Pb^{2+} в составе различных природных вод. При этом значение Sr не превышает 0,098, что свидетельствует о надежности разработанного метода. Известно, что из-за малого количества висмута в природных и сточных водах химические свойства соединений висмута различны, а из-за большого количества компонентов, мешающих его обнаружению, трудно получить положительные результаты использования сорбционной спектроскопии позволяет совместить процесс концентрирования и определения ионов металлов без разделения.

Из результатов таблицы 9 видно, что значения Sr не превысили 0,165 применительно к определению иона $Bi(III)$ в разработанном сорбционно-спектрофотометрическом методе, что указывает на надежность метода. Метод, разработанный для соединения висмута широко используются в фармацевтике, для анализа различных лекарственных средств, поэтому разработанный метод был применен (табл.9)

Таблица 10

Результаты разработанного сорбционно-спектрофотометрического определения иона $Bi(III)$ в лекарственном средстве (n=5; $P=0,95$)

Название препарата	Введено висмута, (III) мкг	R	Найдено висмута(III), мкг	n	S	Sr
Де-нол	50.00	0,350	50,50	5	0,012	0,004
Де-нол	20.00	0,148	20,26	4	0,009	0,005

Предлагаемый сорбционно-спектрофотометрический метод позволяет определять висмут в лекарственных препаратах с погрешностью 0,005.

В предлагаемом сорбционно-спектрофотометрическом методе $Pb(II)$ ионов $Bi(III)$ для оценки конкурентоспособности определения, а также для

определения достоверности полученных результатов сравнивались некоторые метрологические и аналитические параметры других альтернативных методов. Результаты анализа представлены в таблицах 11, 12.

Таблица 11

Были получены сравнительные результаты различных анализов и использованы методы контроля (n=5; P=95).

№ образцов	Разработанный метод		IV*		АА**	
	$\bar{x} \pm \Delta X$	старший	$\bar{x} \pm \Delta X$	старший	$\bar{x} \pm \Delta X$	старший
1	3,68±0,37	0,096	3,71±0,14	0,093	3,58±0,13	0,016
2	4,07±0,13	0,080	4,02±0,18	0,086	4,03±0,15	0,072
3	7,34±0,41	0,053	7,21±0,13	0,023	7,45±0,19	0,012

*- инверсионная вольтамперометрия ** - атомно-абсорбционная

Таблица 12

Сравнительные результаты, полученные при различных анализах. Природа освоенных вод и методы борьбы (n=5; P=95).

№	Разработанная методика		Сан-Франциско*		IV**	
	$\bar{x} \pm \Delta X$	старший	$\bar{x} \pm \Delta X$	старший	$\bar{x} \pm \Delta X$	старший
1	4,05 ± 0,18	0,031	4,03 ± 0,18	0,033	4,16 ± 0,24	0,041
2	4,99 ± 0,19	0,027	5,09 ± 0,23	0,032	5,13 ± 0,18	0,026
3	6,23 ± 0,21	0,025	6,16 ± 0,24	0,028	6,16 ± 0,30	0,035

*- спектрофотометрия ** - инверсионная вольтамперометрия

Из анализов, представленных в табл. 11. 12, можно сделать вывод, что по метрологическим характеристикам (точность, воспроизводимость, селективность) разработанного сорбционно-спектрофотометрического метода определения ионов Pb(II) и Bi(III) с использованием иммобилизованных Арсеназо III и ксиленолового оранжевого данные методики не уступают ряду других широко используемых методов определения и их можно использовать при анализе технических и реальных объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В качестве селективного аналитического реагента при определении иона Pb(II) рекомендовано арсеназо III, ксиленоловый оранжевый для ионов Bi(III). В качестве твердой матрицы для иммобилизации избранных органических реагентов предложен волокнистый сорбент ППМ-1.

2. Найдены оптимальные условия иммобилизации (концентрационная зависимость, время иммобилизации) Арсеназо III и ксиленолового оранжевого на волокне ППМ-1 и и комплексообразования ионов Pb(II), Bi(III) с иммобилизованными реагентами (Pb(II) для pH=5,5, для Bi(III) pH=2,25,

концентрация и устойчивость во времени).

3. Механизм комплексообразования ионов Pb(II), Bi(III) с иммобилизованными органическими реагентами и состав комплексов найден квантово-химическими расчетными ИК, СЭМ, рентгенофлуоресцентной спектроскопией.

4. Сорбционно-спектрофотометрическое определение ионов Pb(II) Bi(III) подчиняется закону Бера в диапазоне 6-49 мкг/25 мл для иона Pb(II), 3-42 мкг/25 мл точность полученных результатов объясняется тем, что коэффициент корреляции равен 0,9922 для иона Pb(II) и 0,9939 для иона Bi(III).

5. Разработан сорбционно-спектрофотометрический метод определения ионов Pb(II) и Bi(III). В модельных бинарных, тройных и более сложных смесях, а также в пробах природных вод Кашкадарьинской области, а результаты анализа были подтверждены сравнением с атомно-абсорбционным и другими независимыми методами.

6. Сорбционно-спектрофотометрический метод определения ионов Pb(II) с Арсеназо III и Bi(III) с ксиленоловым оранжевым апробирован в центральных лабораториях «Шуртанского нефтегазодобывающего управления» и «Мубаракского газоперерабатывающего завода» и рекомендован и внедрению в аналитических лабораториях.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
PhD 30/03.04.2022.K.78.05 AT TERMIZ STATE UNIVERSITY**

KARSHIN STATE UNIVERSITY

NORMATOV BEKTOSH

**DETERMINATION OF LEAD AND BISMUTH IONS USING
IMMOBILIZED REAGENTS THROUGH SORPTION-SPECTROSCOPIC
ANALYSIS**

02.00.02 - Analytical chemistry

**DISSERTATION ABSTRACT
OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD) ON CHEMICAL SCIENCES**

Termez-2025

The dissertation theme of doctor of philosophy (PhD) is registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with the number B2024.2.PhD/K756.

The dissertation research has been carried out at the National university of Uzbekistan. The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is available online (k-kimyo.nuu.uz, and on the website of «ZiyoNET» information-educational portal www.ziyo.net.

Scientific supervisor:

Sumanova Zulaiho
doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Sultonov Marat
doctor of chemical sciences, professor
Umirova Gulnora
doctor of Philosophy in Chemical Sciences

Leading organization:

Tashkent Pharmaceutical Institute

The defense will take place on «01» 09 2025 at 14:00 o'clock at the meeting of the Scientific Council PhD.03/30.04.2022.K.78.05 at Termiz State University. (Address: 190111, Termiz city, Barkamol Avlod street 43. Tel: (99876) 221-74-55, fax; (99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@gmail.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Termiz State University under №___. (Address: 190111, Termiz city, Barkamol Avlod street 43. Tel: (99876) 221-74-55, fax; (99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@gmail.uz).

Abstract of the has been dissertation on «18» 03 2025 y.

(Protocol at the register: № 1 dated «18» 03 2025 y).



Z.Z. Yakhshiyeva
Chairman of the Scientific Council
on Awarding scientific Degrees,
Doctor of Chemical Sciences, professor

Yu.A. Geldiev
Scientific Secretary of the Scientific
Council for Awarding the scientific Degrees,
Doctor of Philosophy in Chemical Sciences

I.E. Abdurakhmanov
Chairman of the scientific seminar under
scientific Council for Awarding the
Scientific Degrees Doctor of Chemical
Sciences, Docent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research. The aim of the research is to develop a cheap, rapid, selective, and sensitive sorption-spectroscopic method for the determination of lead (II) and bismuth (III) ions using immobilized organic reagents (arsenazo III, xilenol orange).

The scientific novelty of the research consists of the following:

It has been proven that immobilization of SMA-1, PPA-1, PPM-1 carriers with organic reagents: arsenazo III and xilenol orange occurs due to analytically active groups, and also due to concentration the sensitivity increases by 100 times;

The PPM-1 fiber was selected as the optimal carrier and the optimal conditions for immobilization and complex formation were determined;

the spectroscopic characteristics (true molar extinction coefficient and stability constant of the complex) of the complex of immobilized arsenazo III with Pb(II) ions and xilenol orange with bismuth(III) ions were determined;

a sorption-spectroscopic method for determining lead (II) and bismuth (III) ions using immobilized arsenazo III and xilenol orange has been developed;

It has been proven that compliance with the Bouguer-Lambert-Beer law in determining lead (II) and bismuth (III) ions by the developed sorption-spectroscopic method is in the range of 6-49 $\mu\text{g}/25\text{ ml}$ for the Pb (II) ion and 3-42 $\mu\text{g}/25\text{ ml}$ for the BI (III) ion.

Implementation of the research results. Based on the scientific findings obtained from the development of a new sorption-spectroscopic method for the detection and purification of lead (II) and bismuth (III) ions from industrial wastewater;

The sorption-spectroscopic method using immobilized organic reagents for detecting lead (II) and bismuth (III) ions has been implemented to identify heavy metal ions in the wastewater of the Shurtan Oil and Gas Production Department's fields in the G'ozor district of the Kashkadarya region. (Reference No. 20 dated June 6, 2024, from the Shurtan Oil and Gas Production Department). As a result, the use of immobilized organic reagents has enabled the detection of heavy metal ions in water;

The method for detecting and isolating lead (II) and bismuth (III) ions has been put into practice at the Mubarak Gas Processing Plant during the process of monitoring and purifying heavy metal ions in wastewater (Reference No. 02-02/EN-6415 dated September 28, 2024, from the Mubarak Gas Processing Plant). Consequently, this has allowed for the identification and effective purification of heavy metal ions from wastewater;

Structure and volume of the dissertation.

The composition of the dissertation includes an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 118 pages.

E'LON QILINGAN ISHLARI RO'YXATI

I bo'lim (I часть; part I)

1. Сманова З.А., Норматов Б.Р., Ахмаджонов У. Ф., Яхшиева З.З., Мадатов У.А. Висмут учун аналитик реагент // Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнали. – 2024. – №2. – 135-137 б. (02.00.02.)

2. Normatov B.R., Madatov U.A., Raximov S.B., Smanova Z.A. Vismut (III) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash // O'zMU xabarlarlari jurnali 2024. – № 3/2 – 418-422 б. (02.00.02.)

3. Smanova Z., Normatov B., et al. Sorption-spectrophotometric determination of bismuth ion (III) using immobilised xylenol orange on modified polyacrylonitrile // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. – 2024. – С. 1-21. <https://doi.org/10.1080/03067319.2024.2405067> Scopus Q1.

4. Normatov B.R., Madatov U.A., Raximov S.B., Smanova Z.A. Qo'rg'oshin (II) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash // QarDU xabarlarlari ilmiy-nazariy, uslubiy jurnali.- 2024. – № 3/2 – 155-159 б. (02.00.02.)

II bo'lim (II часть; part II)

5. Турамбетова А.К., Сманова З.А., Норматов Б.Р., Инатова М.С. Сорбционно-спектроскопическое определение некоторых тяжелых и токсичных металлов иммобилизованными органическими реагентами // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. 9 –13 сентября, 2019 - Санкт-Петербург. С. 321

6. Madatov U., Rakhimov S., Normatov B., , Tuychiev S., Khalilova L., Smanova Z. Immobilized Reagent Disodium Salt of 1, 8-Dioxynaphthalene-3,6-Disulfonic Acids for the Determination of Chromium Ions // The 1st International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science. Tashkent, Uzbekistan 10–11 June 2021 pp 0500022-1-0500022-7 Scopus

7. Мадатов У.А., Норматов Б.Р., Ахмаджонов У. Г., Сманова З.А., Кутлимуротова Н.Х. Заведующий Почетной кафедрой Евразийского национального университета имени Гумилева, известный учёный, доктор химических наук, профессор ТАШЕНОВ А: редактор материалов Республиканской конференции по химии, посвящённой «Ключевым вопросам химии и химии». 4 сентября 2022 г. (4 апреля 2022 г.), 2022 г. – Нур-Султан, Республика Казахстан. стр. 74-77.

8. Normatov B.R., Madatov U.A., Smanova Z.A. Qo'rg'oshin(II) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash // Kimyoning dolzarb muammolari Resp. ilm.-amal. konf. to'pl. – 21-22-iyun, 2024. – Urganch, 2024. 135- б.

9. Сманова З.А., 2 Норматов Б.Р. ИК-спектроскопическое исследование процесса иммобилизации и комплексования аналитического реагента ксиленоловый оранжевый с ионом висмута // O'zbekistonda tabiiy fanlarning zamonaviy tadqiqotlari va ilm-fan integratsiyasi Resp. ilm.-amal. konf. to'pl. – 19-20-sentabr, 2024. – Xiva shahri, 2024. 27- б.

10. Сманова З.А., Норматов Б.Р. IR spectroscopic study of immobilization and complexation process of arsenazo III reagent with lead (II) ions.// O'zbekistonda

tabiiy fanlarning zamonaviy tadqiqotlari va ilm-fan integratsiyasi Resp. ilm.-amal. konf. to‘pl. – 19-20-sentabr, 2024. – Xiva shahri, 2024. 321- b.

11. Normatov B.R., Raximov S.B., Smanova Z.A. oqava suvlar tarkibidan og‘ir va zaharli metall ionlarini aniqlashda organik reagentlarning ahamiyati // Zamonaviy organik kimyo: yutuqlar, muammolar, yechimlar mavzusidagi xorijiy olimlar ishtirokidagi Resp. ilm.-amal. konf. to‘pl. – 20-21-sentabr, 2024. – Toshkent shahri, 2024. 135- b.

Avtoreferat «Surxondaryo ilm va fan» jurnali tahririyatida tahrir o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 14.03.2025 yil.
Ofset bosma qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60×84 1/16.
“Times New Roman” garniturası. Ofset bosma usuli.
Shartli b.t. 2,8. Adadi 50 nusxa. Buyurtma № 138.

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