

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ Ph.D.03/30.12.2019.К.02.05
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ХОРАЗМ МАЪМУН АКАДЕМИЯСИ

АШИРОВ МАНСУР АЛЛАНАЗАРОВИЧ

**ИММОБИЛЛАНГАН АМИДО ҚОРА ВА СУЛЬФАРСАЗЕН ОРГАНИК
РЕАГЕНТЛАРИ ЁРДАМИДА RV(II) ВА HG(II) ИОНЛАРИНИ
АНИҚЛАШНИНГ СОРБЦИОН – СПЕКТРОСКОПИК УСУЛИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.02 – Аналитик кимё

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

Самарқанд – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Аширов Мансур Алланазарович

Иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ёрдамида Рb(II) ва Hg(II) ионларини аниқлашнинг сорбцион – спектроскопик усулини ишлаб чиқиш..... 3

Аширов Мансур Алланазарович

Разработка сорбционно-спектроскопического метода определения ионов Рb (II) и Hg (II) иммобилизованными органическими реагентами амидо чёрным и сульфарсазеном 21

Ashirov Mansur Allanazarovich

Development of sorption-spectroscopic method for the determination of Pb (II) and Hg (II) ions using immobilized amido black and sulfarsazene organic reagents ... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 42

**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ PhD.03/30.12.2019.К.02.05
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ХОРАЗМ МАЪМУН АКАДЕМИЯСИ

АШИРОВ МАНСУР АЛЛАНАЗАРОВИЧ

**ИММОБИЛЛАНГАН АМИДО ҚОРА ВА СУЛЬФАРСАЗЕН ОРГАНИК
РЕАГЕНТЛАРИ ЁРДАМИДА Pb(II) ВА Hg(II) ИОНЛАРИНИ
АНИҚЛАШНИНГ СОРБЦИОН – СПЕКТРОСКОПИК УСУЛИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.02 – Аналитик кимё

**КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

Самарқанд – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2PhD/К177 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Хоразм Маъмун академиясида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.samdu.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Сманова Зулайхо Асаналиевна кимё фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Султонов Марат Мирзаевич кимё фанлари доктори, доцент Қутлимуратова Нигора Хакимовна кимё фанлари доктори, доцент
Етакчи ташкилот:	Умумий ва ноорганик кимё институти

Диссертация химояси Самарқанд давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.К.02.05 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «_____» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 140104, Самарқанд ш, Университет хиёбони, 15 уй, физика-кимё биноси, 3-кават, 305 хона Тел.: (+99866)239-11-40, факс: (+99866) 239-11-40; E-mail: devonxona@samdu.uz).

Диссертация билан Самарқанд давлат университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (____ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 140104, Самарқанд ш, Университет хиёбони, 15-уй. Ахборот-ресурс маркази. Тел.: (+99866) 239-11-51, E-mail: m_nasrullayeva@mail.ru

Диссертация автореферати 2022 йил «_____» _____да тарқатилди.
(2022 йил «_____» _____даги _____ рақамли рестр баённомаси).

Насимов А.М.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Сайитқулов Ш.М.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, к.ф.н., доцент

Абдурахманов Э.А.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси к.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори диссертацияси аннотацияси (PhD))

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Глобал миқёсда, сўнги йилларда илм-фан, ишлаб чиқариш ва саноат соҳаларининг ривожланиши, янги технологик жараёнларни ишлаб чиқаришга жорий этилиши натижасида инсоннинг атроф-муҳитга таъсири сезиларли даражада ортиб бормоқда. Бунинг натижасида атроф-муҳитга турли хил чиқиндилар шу билан биргаликда кўрғошин ва симоб ионларини чиқиши тирик организмларга ва атроф-муҳитга жиддий ҳавф туғдиради. Ушбу металл ионларининг миқдорини оқова ва ер усти сувларида таҳлилини олиб бориш экоаналитиклар олдида турган асосий ва долзарб вазифаларидан бири ҳисобланади.

Жаҳонда аналитик кимёгарлар томонидан кўрғошин ва симоб ионлари билан турли хил комплекслар ҳосил қилувчи ташувчиларга иммобилланган органик реагентлар ёрдамида сорбцион-спектроскопик аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш ва уларни ривожлантириш борасида кенг миқёсда илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Органик реагентларни толасимон ташувчиларга иммобиллашда аналитик фаол гуруҳларнинг таъсир этиш механизмини аниқлаш, комплекс ҳосил бўлишида функционал фаол гуруҳларга эга бўлган органик реагентларни танлаш ва янги усулларни яратиш долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Атроф-муҳитнинг турли объектларидан кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашда маҳаллий хомашёлар асосида олинган органик реагентлар ва полимер ташувчи моддалар ёрдамида юқори сезгирликка эга бўлган танлаб таъсир этувчан, тезкор замонавий усулларни ишлаб чиқиш алоҳида аҳамият касб этади.

Республикамизда ҳам бугунги кунда ишлаб чиқариш ва саноат корхоналарининг жадал ривожланиши натижасида атроф-муҳит объектларининг ифлосланиш кўрсаткичларини ошиши, улар таркибидаги оғир металлларнинг назоратини олиб боришда янги иммобилланган органик реагентлар ёрдамида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашнинг сорбцион-спектроскопик усулларини яратишга бўлган эҳтиёж тобора ортиб бормоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясида «юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, материалларнинг сифатини ва тозалик даражасини назорат қилиш, атроф-муҳит объектларининг назоратини олиб бориш учун берилган аналитик тавсифларга эга бўлган маҳаллий хомашё асосида олинган толасимон ташувчиларни мақсадли синтез қилиш ва уларга органик реагентларни иммобиллашдан иборат. Иммобилланган органик реагентлар ёрдамида турли

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

хил чиқинди сувлар таркибидаги оғир металларни аниқлашда қўлланилиши муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришни Харакатлар стратегияси» ҳақидаги Фармони, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибдорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ва 2020 йил 2 мартдаги ПФ-5953-сон «Илм, маърифат ва рақамли иқтисодиётни ривожлантириш йили»да амалга оширишга оид Давлат дастури тўғрисида»ги Фармони ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меърий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. Кимё, кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунё олимлари томонидан кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини оптик усуллар билан жумладан, фотометрик ва спектрофотометрик ва электрокимёвий аниқлаш усуллари мавжуд бўлиб, бу усуллар билан олинган натижалар кўп ионларнинг ҳалақит бериши, айрим усулларнинг аниқлиги ва сезгирлигини юқори эмаслиги, анализда сарф харажатларининг кўплиги, қимматлилиги кузатилган.

Шунинг учун, замон талабларига жавоб берадиган янги, арзон, танлаб таъсир этувчан усулларни ишлаб чиқиш зарур. Бундай муаммони ҳал этишда кўпгина олимлар органик реагентларни ташувчиларга иммобиллаш, реакция механизмларини ўрганиш ва уларни анализда қўллашни таклиф қилганлар. Иммобилланган органик реагентлардан фойдаланишга асосланган янги қаттиқ фазали-спектроскопик усуллар сезгирлик, ишончлилиқ ва тезкорлик каби қўйиладиган талабларга жавоб беради. Бу йўналишда жуда кўп олимлар Clark K.T., Saxena R., Moad E., Kumar M., Lemos V.A., Брыкина Г.Д., Гавриленко Н.А., Лосев В.Н., Золотов Ю.А., Амелин В.Г., Саввин С.Б., Сангалов Ю.А ва бошқалар томонидан ташувчи қатлам сифатида турли силикагеллар, табиий цеолитлар, полиэтилен плёнкалар, целлюлоза нитрати, поликапроамидли гел мембраналар, модификацияланган кремнеземлардан фойдаланиладиган спектроскопик усуллар ишлаб чиқилган. Золотов Ю.А., Саввин С.Б., Мясоедова Г. М ва бошқалар томонидан саноат корхоналаридаги ва қазилма ҳолдаги нодир ва оғир металларни грануласимон ионитлардан фойдаланган ҳолда сорбцион-спектроскопик усуллар ишлаб чиқилган.

Ўзбекистонда сорбцион-спектроскопик усуллар ёрдамида оғир ва заҳарли металларни аниқлаш билан Геворгян А.М., Насимов А.М., Абдурахманов Э., Джиянбаева Р.Х., Кабулов Б.Д., Шестерова И.П., Турабов Н.Т лар шуғулланган. Қаттиқ фазали ташувчиларда олиб бориладиган спектроскопик усулларда заҳарли эритувчиларни қўллаш талаб этилмайди ва

тахлилнинг хавфсизлигини таъминлайди. Бугунги кунда кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашнинг экспресс, сезгир, танлаб таъсир этувчанлиги юқори замонавий ва такомиллашган усулларини ишлаб чиқиш устида илмий изланишлар давом эттирилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Ўзбекистон Миллий университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг №Ф-7-48 (2017-2020 йй.) «Полимер материаллари юзасида иммобилизация қилинган металл нанозаррачаларининг фазавий ўзгариши механизмини ўрганиш», №А-12-53 «Экотоксикантларни атроф-муҳит объектларида фотометрик ва сорбцион-фотометрик аниқлаш усулларини ишлаб чиқишда полимер ташувчиларга иммобилланган реагентлар» (2015-2017 йй.) мавзусидаги фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ёрдамида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини атроф-муҳит объектлари таркибидан аниқлашнинг сорбцион-спектроскопик усулини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

танланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларини ППД-1 ва ППА-1 сорбентларга иммобиллашнинг оптимал шароитлари (муҳитнинг таъсири, толаларнинг статик сифимлари) ва иммобилланиш механизмини аниқлашда иштирок этаётган органик реагентнинг аналитик ва функционал фаол ($-\text{SO}_3^-$, $-\text{N}=\text{N}-$, $-\text{OH}$) гуруҳлар таъсирини таҳлил қилиш;

янги ППД-1 ва ППА-1 толаларга иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларнинг кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари билан комплекс ҳосил қилишининг оптимал шароитлари: эритма кислоталилиги, Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсунуши, ҳалақит берувчи ионларнинг таъсирини аниқлаш;

ҳосил қилинган комплекс бирикмаларнинг барқарорлик константалари, комплекс бирикма таркиби, комплекс ҳосил бўлиш механизмини аниқлашда квант-кимёвий ҳисоблаш, ИҚ ва нур қайтариш спектроскопиясининг танланган органик реагентнинг аналитик хоссалари билан боғлиқлигини аниқлаш;

ППД-1 ва ППА-1 толаларга иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ёрдамида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини сорбцион-спектроскопик усулини ишлаб чиқиш ва аниқлигининг баҳоланиши;

ишлаб чиқилган кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашнинг сорбцион-спектроскопик усулини турли модел, бинар, учламчи ва мураккаб аралашмалар, оқова сувлар ҳамда саноат чиқиндилари анализига қўллаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида турли хил атроф-муҳит объектлари, табиий ва чиқинди сув намуналари ва бошқалар олинган.

Тадқиқотнинг предмети турли атроф-муҳит объектларини ифлослантирувчи кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари, уларнинг

бирикмалари, ПАН асосидаги янги ППА-1 ва ППД-1 толалар, турли хил функционал гуруҳ тутган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот усуллари сифатида оптик (фотометрия, спектрофотометрия, сорбцион-спектроскопия, нур қайтариш спектроскопия усули, рентгенофлуоресцент спектроскопия); математик статистика, элемент анализ, ИҚ-спектроскопия ва квант-кимёвий ҳисоблаш усуллари олинган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ППД-1 ва ППА-1 толаларга амидо қора ва сульфарсазен реагентларини иммобиллаш жараёнида ўзаро таъсирлашув моддалар таркибидаги аналитик фаол сулфо- гуруҳ ва толалардаги амид- гуруҳлари ҳисобига бориши аниқланган;

полиакрилонитрилнинг полиэтиленполиаминли модификациясига 4- ((4-(3-(2-арсано-4-нитрофенил) триаз-2-енил) фенил) диазенил) бензенсульфонат натрий (САА) ни, полиэтиленполиаминнинг дихлорэтанли модификациясига 4-амино-5-гидрокси-3-((Е)-(4-нитрофенил) диазенил)-6-((Е)-фенилдиазенил) нафталин-2,7-дисульфат натрий (АҚ) нинг иммобилланиш механизми ва мақбул шароитлари топилган;

кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен билан ҳосил қилган комплексларининг мол нисбатлари (1:1) эканлиги ва барқарорлик константалари Pb^{2+} $K_{бар}=1,39 \cdot 10^7$ ва Hg^{2+} $K_{бар}=1,33 \cdot 10^7$ аниқланган;

кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлаш учун иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлардан фойдаланиб сорбцион-спектроскопик усул ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ёрдамида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашга асосланган экспресс, селектив ва сезгир сорбцион-спектроскопик усул ишлаб чиқилган ва метрологик ва аналитик тавсифлари яхшиланган ҳолда кўрғошин (II), симоб (II) ионларини атроф-муҳит объектлари (табиий, чиқинди ва ер усти сувлар) таркибидан аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги умумий қабул қилинган стандартлар асосида ўтказилган, қиёсий таҳлил, қўшимчалар қўшиш, «киритилди-топилди» усуллари, ҳамда стандарт намуналар билан таққосланган. Олинган натижалар математик статистика усуллари билан қайта ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, полимер ташувчилар ППА-1, ППД-1 ларга амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларини кислотали шароитда иммобиллаш аниқланган, уларни кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашда бегона ҳалақит берадиган ионларнинг таъсири камайтирилган. Иммобилланган органик реагентлар

ёрдамида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлаш усулининг аналитик ва метрологик параметрларини яхшилангани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, ишлаб чиқилган кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларининг микроикдорларини аниқлашнинг сорбцион-спектроскопик усулини бинар, учламчи ва мураккаб аралашмалар ҳамда атроф-муҳит объектлари (табиий, чиқинди ва ер усти сувлар) анализига қўллаш учун хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши. Сорбцион-спектроскопик усул ёрдамида табиий шароитда кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларининг кичик миқдорларини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларининг иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ёрдамида сувли муҳитларда сорбцион-спектроскопик аниқлаш усули «Навоийазот» АЖда амалиётга жорий этилган («Навоийазот» АЖнинг 2021 йил 19 июлдаги 01-8/5296-сон маълумотномаси). Натижада, руда ва шламларни қайта ишлашда кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларни аниқлаш сезгирлиги ва экспресслигини ошириш имконини берган;

симоб (II) ионларини ажратиб олиш усули «Ўзбекнефтгаз» АЖда амалиётга жорий этилган. («Муборак газни қайта ишлаш заводи» АЖнинг 2021 йил 23 июлдаги 727/GK-07-сон маълумотномаси). Натижада, чиқинди сувлар таркибида токсик металларнинг, айниқса симобни экспресс аниқлаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 9 та, жумладан, 3 та халқаро ва 6 та Республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган нашрларида 6 та, жумладан, 3 та республика ва 3 та халқаро журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 113 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари асослаб берилган, тадқиқотнинг объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатиб берилган, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари келтирилган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти ёритилган, тадқиқот натижаларини жорий этиш рўйхати келтирилган, ишнинг нашр этилганлиги ва диссертациянинг тузилиши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

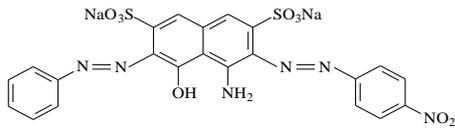
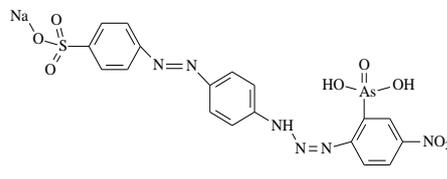
Диссертациянинг «**Табиатда оғир ва захарли металллар. Қўрғошин ва симоб бирикмалари**» номли биринчи бобида қўрғошин ва симоб ионларини тарқалиши уларнинг табиатдаги токсикологик таъсири, келтириб чиқарадиган турли хил касалликлари ва шу билан биргаликда сорбцион-спектроскопик усуллар ёрдамида турли сорбентлар билан аниқлаш, табиатига кўра турлича бўлган сорбентлардан фойдаланиш, уларни сорбцион-спектроскопик ва визуал-тест усулларда қўлланилиши, оптик кимёвий сенсорларда ишлатилиши бўйича мавжуд маълумотларнинг таҳлили келтирилган.

Турли объектларда иммобилланган органик реагентлар ёрдамида оғир ва захарли металлларни аниқлаш натижалари тизимлаштирилди. Қайд этилдики, қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлаш учун органик реагентларнинг толасимон сорбентларга иммобилланиши етарлича тўлиқ ўрганилмаган.

Диссертациянинг «**Қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашда ишлатиладиган асбоблар, материаллар ва реактивлар ҳамда эритмаларни тайёрлаш усуллари**» номли иккинчи бобида материаллар, асбоблар ва тадқиқот усуллари, қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларининг, органик реагентларнинг стандарт ва ишчи эритмаларини тайёрлаш, намуналарни танлаш ва уларни анализга тайёрлаш усуллари келтирилган. Тадқиқотда қўлланилган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларининг структура формулалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Органик реагентларнинг тузилиш формулалари

№	Номи	Брутто формуласи	Структур формуласи	Мг г/м
1.	1-Амино-2,7-бис [(п-нитрофенил) азо]-8-оксинафталин-3,6-дисульфокислота динатрий ли тузи	$C_{22}H_{14}N_6Na_2O_9S_2$		616,49
2.	4-((4-(3-(2-арсоно-4-нитрофенил) триаз-2-енил) фенил)диазенил) бензолсульфонат натрий	$C_{18}H_{14}AsN_6NaO_8S$		572,32

Диссертациянинг «**Амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларини толали сорбентларга иммобиллашнинг мақбул шароитларини танлаш**» номли учинчи бобида полимерлар кимёси кафедрасида маҳаллий хомашёлар асосида синтез қилинган, арзон ПАН асосига модификацияланган, янги ППД-1 ва ППА-1 сорбентларига иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларини иммобиллашнинг мақбул шароитлари ўрганилди. Турли ташувчиларга амидо

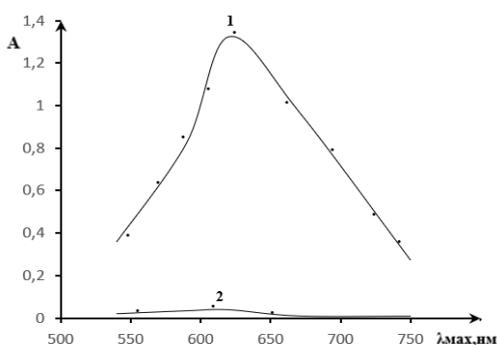
қора ва сульфарсазен органик реагентларини иммобиллашнинг оптимал шароитлари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

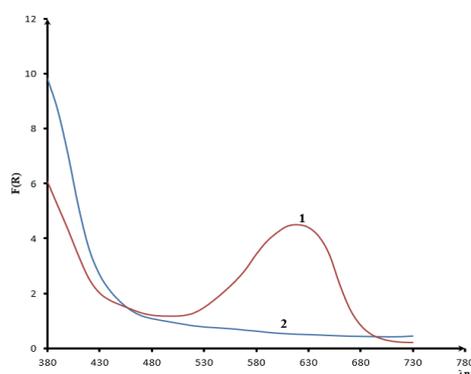
Органик реагентлар иммобилланишининг мақбул шароитлари
($m_{\text{тола}} = 0,2000 \text{ г}$)

Реагент	Ташувчи	pH	Буфер аралашма ҳажми, мл	Ютилиш максимуми, нм	Вақт, мин
АҚ	ППД-1	3,0 – 7,0	5,00	620	5
САА	ППА-1	3,0 – 6,0	3,00	420	10

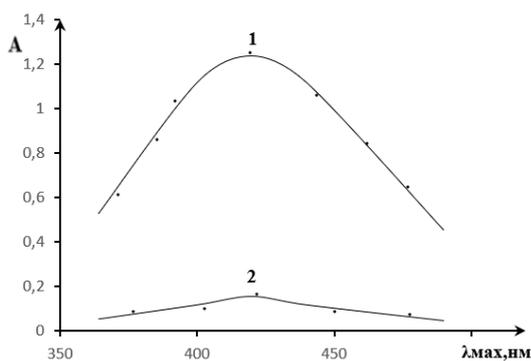
2-жадвалда келтирилган натижалардан фойдаланган ҳолда кейинги тадқиқотларда ППД-1 ва ППА-1 толаларга, келтирилган мақбул шароитларда органик реагентлар иммобилланди ва улар текшириладиган намуналар таркибидаги қўрғошин (Pb) ва симоб (Hg) ионларини аниқлаш учун қўлланилди.



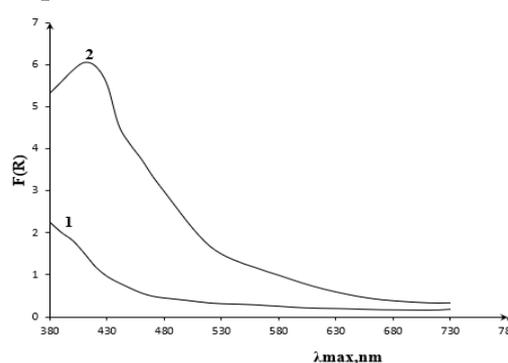
1-расм. ППД-1 толага иммобилланган амидо қора органик реагентининг ютилиш спекри. Иммобиллашдан олдин (1), иммобиллашдан сўнг (2). ($C_R=0,001\text{M}$, $\lambda=620 \text{ нм}$, $\text{pH}=3$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10\text{мл}$, $t=5 \text{ мин}$)



2-расм. ППД-1 толага иммобилланган амидо қора органик реагентининг нур қайтарилиш спекри. Иммобилланган амидо қора (1), тола (2) ($C_R=0,001\text{M}$, $\lambda=620 \text{ нм}$, $\text{pH}=3$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10\text{мл}$, $t=5 \text{ мин}$)



3-расм. ППА-1 толага иммобилланган сульфарсазен органик реагентининг ютилиш спекри. Иммобиллашдан олдинги (1), иммобиллашдан сўнг (2). ($C_R=0,001\text{M}$, $\lambda=420 \text{ нм}$, $\text{pH}=4$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10 \text{ мл}$, $t=10\text{мин}$)



4-расм. ППА-1 толага иммобилланган сульфарсазен органик реагентининг нур қайтарилиш спекри. Иммобилланган сульфарсазен (1), тола (2). ($C_R=0,001\text{M}$, $\lambda=420 \text{ нм}$, $\text{pH}=4$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10 \text{ мл}$, $t=10\text{мин}$)

Юқорида келтирилган 1,2,3,4-расмларда эритмадаги ва иммобилланган шароитдаги амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларнинг нур

ютилиш ва нур қайтариш спектрларининг таҳлили қилинганда уларнинг нур ютилиш ва нур қайтариш спектрларида ўзаро ўхшашлик борлиги кузатилди. Органик реагентларнинг турли муҳитларда амидо қора органик реагентини толага иммобиллаш $pH=3$ га тенг бўлган муҳитда, сульфарсазен органик реагенти $pH=4$ га тенг бўлган муҳитда толаларга тўлиқ иммобилланади, чунки бошқа муҳитларда иммобилланишга қайтар жараёнлар кечеди ва натижада керакли натижага эришишнинг имконияти бўлмайди.

Ўрганилган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларининг турли хил ФФГ ва АФГ ларни иммобилланишга таъсири ўрганилган вақтда аниқландики, ППД-1 ва ППА-1 толаларга иммобилланган органик реагентларнинг функционал фаол (-ОН, $-NH_2$, $>NH$) гуруҳлари ўзининг танлаб таъсир этувчанлик хусусиятларини сақлаб қолади.

Бу гуруҳлар ИҚ ва квант-кимёвий ҳисоблашлар ёрдамида аниқланди ва олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтирилди.

3-жадвал

Иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен реагентлар, Pb^{2+} ва Hg^{2+} ионлари комплексларининг характеристик частоталарини ИҚ – спектрларда акс этиши

Гуруҳлар (ФФГ, АФГ)	Тола ППД-1 ν cm^{-1}	R_{AK} ν cm^{-1}	ИМАҚ ν cm^{-1}	ИМ: $R+Pb^{2+}$ ν cm^{-1}	Тола ППА-1 ν cm^{-1}	R_{CAA} ν cm^{-1}	ИМСАА ν cm^{-1}	ИМ: R $+Hg^{2+}$ ν cm^{-1}
-C=N-	1662	-	1678	-	1669	-	1682	-
=N-H	1560	-	1573	-		1340	-	1379
-OH	-	3414	-	3471	-	3402	3422	3400
-N=N-	-	1455	1455	1451	-	1426	1446	-
-SO ₃ ⁻	-	1283	-	-	-	1194	-	-
-O-Na	-	538	531	-	-	573	517	-
-NH ₂	-	3058	-	-	-	-	-	-
-As=O	-	-	-	-	-	846	-	-
-O-Me	-	-	-	417	-	-	-	524

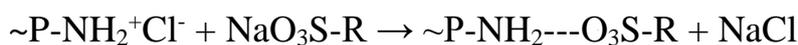
Амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларининг иммобиллаш натижасида ҳосил бўладиган бирикмаларнинг қайси функционал гуруҳлар ҳисобига бориши ва уларнинг металл ионлари билан ҳосил қилган комплексларининг тузилиши, уларни ташувчига иммобилланиш механизми ИҚ-спектрларида олинган натижалардан таҳлил қилинди. ИҚ-спектрлари «Perkin-Elmer 16F PC IR spectrophotometer» асбобида $400 - 4000$ cm^{-1} частоталар интервалида олинган. Амидо қора реагент: 3414 - cm^{-1} ютилиш соҳаси ароматик ҳалқадаги -ОН гуруҳига хос, асосий амин гуруҳи $-NH_2$ 3058 cm^{-1} ютилиш соҳада намаён бўлади. Эркин лиганддаги $-N=N-$ гуруҳи 1487 cm^{-1} соҳада ютилиш частотасини ҳосил қилади. -ОН гуруҳи тутган ароматик ҳалқа 1455 cm^{-1} , $755-859$ cm^{-1} ютилиш соҳаларда частоталар намаён бўлган. Лиганд намунасидаги 2 ёки 3 алмашинувчан бирикмалардаги $-C=C-$ асосий лигандда 1606 cm^{-1} , $935-912$ cm^{-1} соҳаларда ютилиш кузатилди. Ароматик ҳалқадаги 2 та сульфонатрийли $-SO_2-O-R$ гуруҳлар $1283-1170$ cm^{-1} ва $-O-Na$ боғлар 538 cm^{-1} да ютилиш соҳаларига эга. Асосий ўзгаришлар $1455 - 1330$ cm^{-1} , $859 - 755$ cm^{-1} , 643 cm^{-1} , 538 cm^{-1} ютилиш соҳаларида кузатилди.

Сульфарсазен органик реагенти таркибидаги аналитик актив ва функционал фаол гуруҳларнинг ютилиш соҳалари 3402 см^{-1} да $-\text{OH}$ гуруҳига тегишли бўлган валент тебранишлар ҳисобига юзага келган ютилиш максимумлари кузатилади. 1515 см^{-1} соҳада $-\text{NO}_2$ гуруҳга тегишли деформацион тебранишли ютилиш полосаларини, 1340 см^{-1} соҳада ароматик ҳалқа ва $-\text{N}=\text{N}-$ гуруҳ билан боғланган $-\text{NH}-$ гуруҳга тегишли ютилиш максимумларини, $1194\text{--}881\text{ см}^{-1}$ соҳаларда $-\text{SO}_3^-$, 573 см^{-1} соҳада эса $-\text{ONa}$ га хос бўлган ютилиш максимумлари кузатилади. $-\text{N}=\text{N}-$ гуруҳлари $1450\text{--}1426\text{ см}^{-1}$ соҳаларда деформацион тебранишлар кузатилади. Тола таркибидаги хлорли шаклдаги имин гуруҳи органик реагент таркибидаги сульфо гуруҳ билан боғланган ҳолатда $538\text{--}1283\text{ см}^{-1}$, $573\text{--}517\text{ см}^{-1}$ 1194 см^{-1} полосаларининг камайиши улар ўртасида боғ ҳосил бўлганлигидан далолат беради. Имобилланган органик реагентлар металл ионлари билан таъсирлашганда органик реагентлар таркибидаги $-\text{OH}$, $-\text{N}=\text{N}-$, $>\text{NH}$ иккиламчи амино гуруҳларга тегишлича соҳаларда $3414\text{--}\text{см}^{-1}$, 1487 см^{-1} , $1194\text{--}881\text{ см}^{-1}$ ўзгаришлар кузатилди.

Органик реагентларнинг ИҚ-спектрларида ФФГ ($-\text{OH}$, $>\text{NH}$) ва АФГ ($-\text{SO}_3\text{Na}$; $-\text{N}=\text{N}-$) гуруҳларида чизиқларнинг батохром силжиши $22\text{--}57\text{ см}^{-1}$ кузатилади, бу эса органик реагентнинг имобилланиш ва металл ионларининг комплекс ҳосил бўлиши тахмин этилган механизмларини исботлаб беради.

Қўлланилган амидо қора ва сульфарсазен реагентлар таркибидаги электрон зичлиги энг катта бўлган иккиламчи аминогуруҳ ва гидроксил гуруҳи ион боғ ҳосил қилади. Амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларини кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари билан эритмада ҳосил қилган комплексларининг нур ютилиш спектрларида ва ташувчига имобилланган амидо қора ва сульфарсазен реагентларининг кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари билан ҳосил қилган комплексларининг нур қайтариш спектрлари битта соҳада максимумларнинг кузатилиши, комплекс ҳосил қилган металл ионлари бир хил функционал фаол гуруҳлар ҳисобига бирикишини кўрсатади. Имобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлар ва улар ҳосил қилган комплексларнинг нур қайтариш спектрларида нисбатан $10\text{--}20\text{ нм}$ га силжиш ҳолатлари кузатилади. Бундай ҳодисаларни кузатилишига сабаб ташувчида комплекс молекулаларини тебранма ва айланма ҳаракатлари йўқлигини кўрсатади, яъни фазовий тўсиқлар туфайли каттиқ молекуляр таянчга боғланганлигидир.

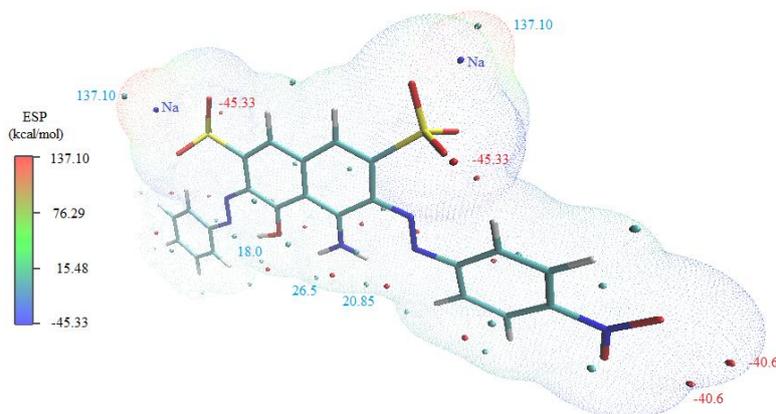
Квант-кимёвий ҳисоблаш (ORCA дастури, B3LYP/def2-TZVP) дастури ёрдамида қўлланилган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларнинг электрон тузилишлари ўрганилди. Имобилланиш жараёнида органик реагентларнинг АФГ ва металл ионлари билан комплекс ҳосил қилишда иштирок этадиган ФФГ электрон зичликлари аниқланди. Таҳлиллар натижасида толанинг имин гуруҳига боғланган хлор иони, электростатик потенсиали юқори бўлган реагент таркибидаги сульфо гуруҳидаги энг ҳаракатчан натрий атоми билан боғланиб толага органик реагент боғланади ва схема бўйича реакцияга киришиши аниқланди:



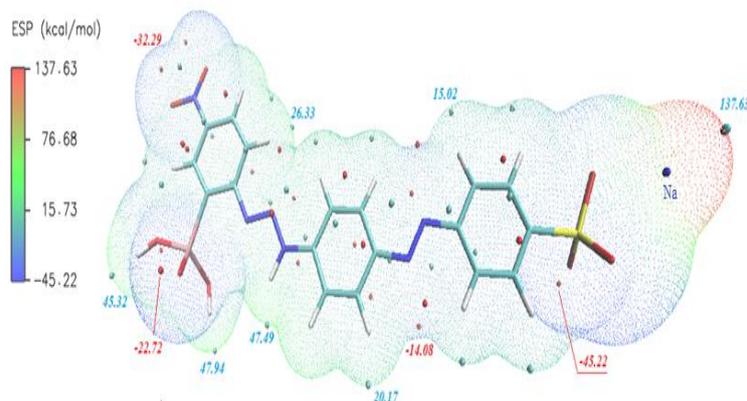
Кислотали ва кучсиз ишқорий муҳитларда органик реагентларнинг протонланиши натижасида электрон жуфтнинг электростатик тортилиши ҳисобига координацион боғ ҳосил бўлади. Танлаб олинган органик реагентлар таркибида азот, кислород атомлари тутган бир нечта потенциал марказлар мавжуд, улар металл ионлари билан юқори электростатик тортишиш хусусиятига эга.

Квант-кимёвий ҳисоблаш усуллари ёрдамида реакция қобилияти юқори бўлган танлаб олинган органик реагентлар таркибидаги фаол донор атомларнинг ва молекуладаги донор марказларнинг электрон зичликларини тақсимланиши аниқланди.

Маълумки, электростатик потенциал сатҳи молекулаларнинг, айниқса, ковалент боғланмаган таъсирлашувлар учун реакция марказларни аниқлашда муҳим кўрсаткич бўлиб, молекуланинг нуклеофил ва электрофил марказларини кўрсатади. 5-6 расмларда амидо қора ва сульфарсазенга тегишли ЭСП сатҳининг минимум ва максимум соҳалари келтириб ўтилган. Қизил сферик чизиқ ЭСП сатҳининг минимум соҳаси бўлиб, электронларга бой соҳа ҳисобланади. Ҳаворанг сферик чизиқлар ЭСП сатҳининг максимум соҳаси бўлиб, электронга тақчил соҳаларни кўрсатади.

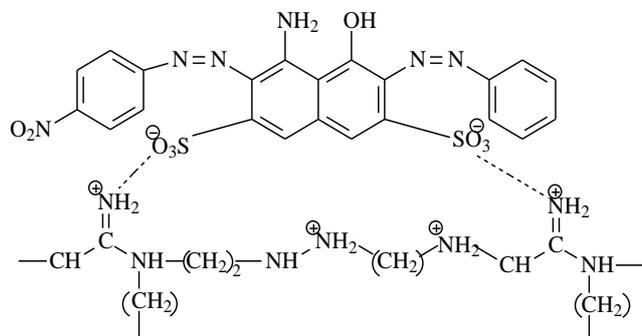


5-расм. Амидо қора органик реагенти молекуласининг ЭСП максимум ва минимумлари. Қизил сферик чизиқлар ЭСП минимумларини, ҳаворанг сферик чизиқлар эса ЭСП максимумларини ифодалайди.

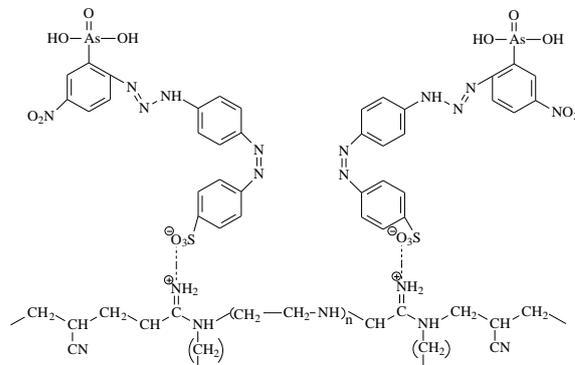


6-расм. Сульфарсазен органик реагенти молекуласининг ЭСП максимум ва минимумлари. Қизил сферик чизиқлар ЭСП минимумларини, ҳаворанг сферик чизиқлар эса ЭСП максимумларини ифодалайди.

Иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ва уларнинг кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари ҳосил қилган комплексларининг тузилиши ИҚ-спектрларидан ва квант кимёвий ҳисоблашлардан олинган натижалар асосида тахминий тузилиш формулалари 7-8 расмларда келтирилди.

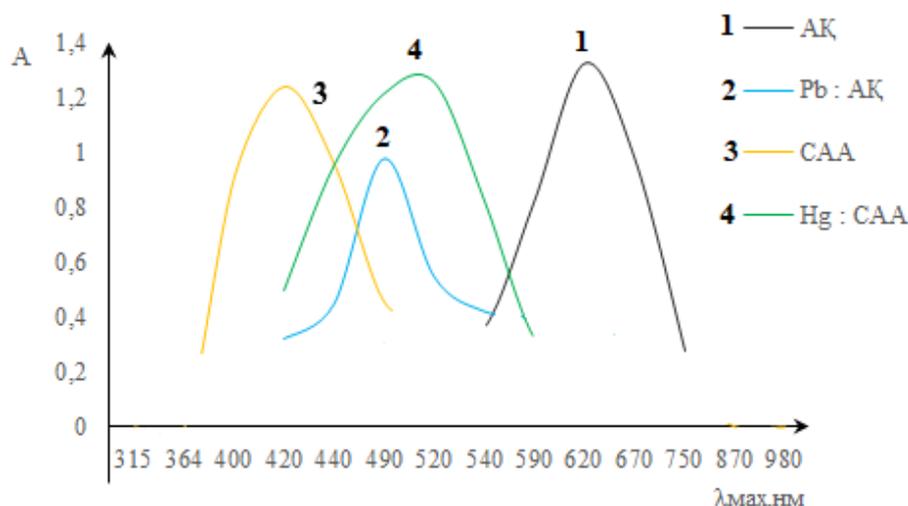


7-расм. ППД-1 толага иммобилланган амидо қора



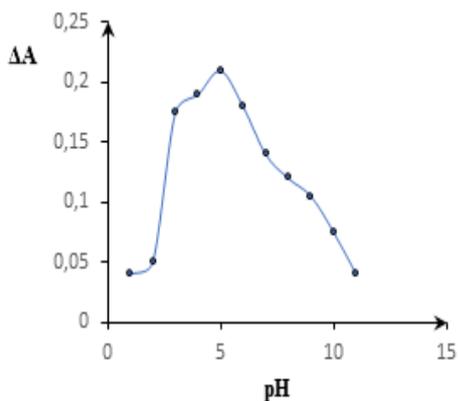
8-расм. ППА-1 толага иммобилланган сульфарсазен

Диссертациянинг «Кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини иммобилланган органик реагентлар билан комплекс ҳосил қилишининг оптимал шароитларини танлаш» номли тўртинчи бобида иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентларнинг кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари билан комплекс ҳосил бўлишида оптимал шароитлар (оптимал тўлқин узунлиги, эритма кислоталилиги, температура, вақтнинг) таъсирлари ўрганилди.

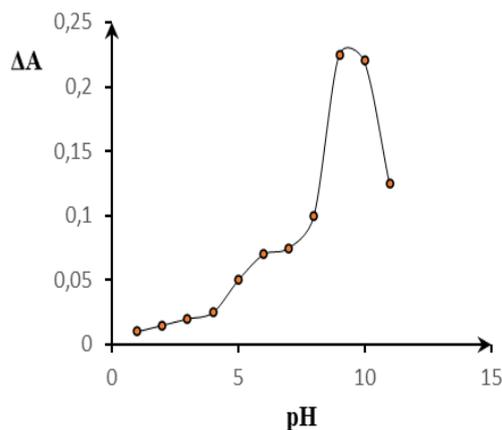


9-расм. Амидоқора ва сульфарсазен органик реагентлари ва уларнинг металл ионлари билан ҳосил қилган комплексларининг нур ютилиш спектрлари: 1-амидо қора, 2-кўрғошинли комплекси, 3-сульфарсазен, 4-симобли комплекси

Келтирилган ютилиш спектрлари бўйича амидо қора органик реагенти Pb^{2+} иони билан ҳосил қилган комплексининг максимал нур ютилиш соҳаси 490 нм да, амидо қора органик реагенти 620 нм соҳада ютилиш спектрларини ҳосил қилади, сульфарсазен органик реагенти Hg^{2+} билан ҳосил қилган комплекснинг максимал нур ютилиш соҳаси 520 нмда, органик реагентининг нур ютилиши эса 420 нм да кузатилди.

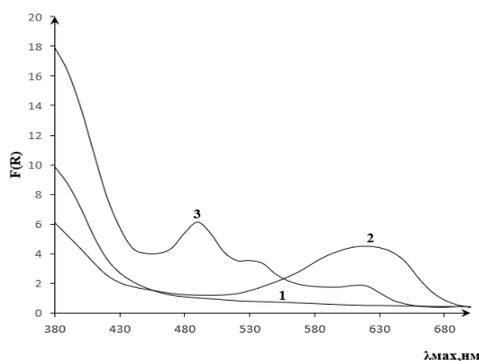


10-расм. Комплекс ҳосил бўлишининг рН га боғлиқлиги. (рН=3-5; Pb²⁺)



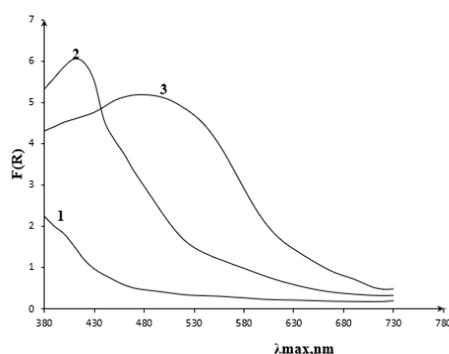
11-расм. Комплекс ҳосил бўлишининг рН га боғлиқлиги. (рН=9,5-10,5; Hg²⁺)

10-11-расмлардан кўришиб турибдики, кўрғошин (II) иони амидо қора органик реагенти билан рН=3.0 да, симоб (II) иони сульфарсазен органик реагенти билан рН=9.5-10,5 га тенг бўлган шароитда комплекс бирикмалар ҳосил қилади.



a

12-расм. *a*) ППД-1 тола (1), амидо қора органик реагенти (2), Pb²⁺ иони билан ҳосил қилган комплекси (3) нинг нур қайтариш спектрлари



б

13-расм. *б*) ППА-1 тола (1), сульфарсазен органик реагенти (2), Hg²⁺ иони билан ҳосил қилган комплекси (3) нинг ютилиш спектрлари.

Иммобилланган сульфарсазен ва амидо қора органик реагентлари ва уларнинг кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари билан ҳосил қилган комплексларнинг нур ютилиш, нур қайтарилиш спектрларининг таҳлили шуни кўрсатадики, 9-12-13 расмларда келтирилган спектрларда ўхшашлик кузатилади. Ёруғликнинг ютилиш максимумларини батоҳром ва гипсоҳром силжиши, реагентларни турли муҳитларда турлича диссоциланиши билан боғлиқ экан, кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлаш учун реакцияни кучли кислотали ва кучсиз ишқорий муҳитда олиб бориш лозим, чунки бошқа муҳитларда қайтмас жараёнлар кечади ва натижада керакли аналитик сигнални олиш имконияти бўлмайди. Комплекс ҳосил бўлишига вақтнинг, ҳароратнинг таъсири ўрганилганда амидо қора кўрғошин (II) иони билан симоб (II) иони сульфарсазен билан ҳосил қилган комплекслари 25±5⁰С да, 5-10 минутда тўлиқ комплекс ҳосил қилади.

Ҳосил қилинган комплекс бирикмаларнинг барқарорлик константалари ҳисоблаб топилди ва ортиб бориш қатори келтирилди. Қуйидаги $Pb > Hg$ кетма-кетлик бўйича комплекс бирикмаларнинг барқарорлик константалари ошиб бориш қатори топилди: $1,39 \cdot 10^7 > 1,33 \cdot 10^7$. Комплекс бирикманинг таркибий қисми изомоляр қатор, тўйиниш, Асмус усуллари билан эритмада аниқланди.

4-жадвал

Иммобилланган реагент ва металл иони билан комплексларнинг спектроскопик тавсифлари ва шартли барқарорлик константалари

Комплекснинг таркибий қисмлари	Компонентларнинг моляр нисбати Ме: R			$\epsilon_{\text{ҳақ}} \cdot 10^4$	$pK_{\text{бек}} (-\lg \beta)$
	Изомоляр сериялар усули	Тўйиниш усули	Асмус усули		
Pb (II): АҚ	1:1	1:1	1:1	3,2	3,19
Hg (II): САА	1:1	1:1	1:1	2,4	3,65

Юқоридаги маълумотлардан кўринадики, кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларининг амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари билан ҳосил қилган комплекс бирикмаларини барқарорликлари, моляр сўндириш коэффициентлари қийматининг ортиб бориши органик реагент таркибидаги ФФГ ларнинг ААГ ларнинг табиатига боғлиқ.

Ишлаб чиқилган усулнинг аниқлигини баҳолаш мақсадида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен реагентлари ёрдамида аниқлашнинг оптималлаштирилган шароитларида градуировкали графиклари тузилди.

Диссертациянинг «Ишлаб чиқилган кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашни сорбцион-спектроскопик усулининг аналитик қўлланилиши» номли бешинчи бобида сорбцион-спектроскопик аниқлаш усуллари ишлаб чиқиш бўйича натижалар келтирилган.

5-жадвал

Кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини иммобилланган органик реагентлар ёрдамида ҳосил қилган комплексларининг спектрал тавсифлари

Таркибий қисмлар	pH	$\lambda_{\text{мақ}}, R$	$\lambda_{\text{мақ}}, \text{КОМП}$	$\Delta\lambda$	$\epsilon \cdot 10^4$	$C.c, 10^{-4} \text{ МКТ/МЛ}$
ППД-1: АҚ: Pb^{2+}	3,0	620	490	130	3,5	2,86
ППА-1: САА: Hg^{2+}	9,5-10,5	420	520	100	7,5	1,1

5-жадвал натижалари иммобилизация реакция контрастлиги ($\Delta\lambda$) ва сезгирлигининг (ϵ) ошишига олиб келганлигини кўрсатади.

Кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини индивидуал эритмаларда аниқлаш учун «киритилди-топилди» усулидан фойдаланилди, олинган натижалар киритилган миқдорларга мос келади, нисбий стандарт четланиш 0,33 дан ошмайди. Бу ишлаб чиқилган усулларнинг тўғрилиги ва қайта тикланувчанлигини кўрсатади.

Ишлаб чиқилган сорбцион-фотометрик усулларни қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини реал объектларда аниқлашда қўллаш имкониятларини топиш учун бинар, учламчи ва мураккаб модел аралашмалар тайёрланди. Қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини индивидуал ва сунъий аралашмалар ва реал объектларда аниқлаш натижалари 6 ва 9-жадвалларда келтирилган.

6-жадвал

Сунъий аралашмаларда қўрғошин (II) ионини ИМАҚ органик реагенти ёрдамида аниқлаш натижалари [$\lambda=490$ нм, pH=4-6, P=0,95; n=5]

Анализ қилинадиган аралашма таркиби, мкг	Топилган Pb ²⁺ , мкг $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S _r
Pb(10)+Cd(2,0)	9,95 ± 0,18	0,160	0,016
Pb(20)+Co(5,0)+Ni(5,0)	19,89 ± 0,22	0,188	0,009
Pb(20)+Fe(10,0)+Ni(10,0)	19,87 ± 0,23	0,199	0,010
Pb(20)+Cd(20,0)+Mn(5,0)+Cu(10,0)	19,82 ± 0,36	0,316	0,016
Pb(25)+Cu(20,0)+Mn(10,0)+Fe(15,0)	24,91 ± 0,25	0,217	0,009
Pb(40)+Cr(50,0)+Hg(1,0)+Cd(30,0)	39,83 ± 0,24	0,205	0,005
Pb(50)+Ni(30,0)+Cu(1,5)+Zn(10,0)+Cd(5,0)	49,84 ± 0,19	0,163	0,003

7-жадвал

Симоб (II) ионларини ИМСАА органик реагенти ёрдамида бинар, учламчи ва мураккаб аралашмаларда аниқлаш натижалари [$\lambda=520$ нм, pH=9,5-10,5; P=0,95; n=5]

Анализ қилинадиган аралашма таркиби, мкг	Топилган Hg ²⁺ , мкг $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S _r
Hg(10)+Pb(2,0)	10,28 ± 0,23	0,198	0,019
Hg(10)+Cd(5,0)+Al(15,0)	9,91 ± 0,16	0,141	0,014
Hg(20)+Fe(50,0)+Ag(50,0)	19,77 ± 0,28	0,246	0,012
Hg(20)+Cd(30,0)+Pb(5,0)+Cu(10,0)	19,79 ± 0,22	0,185	0,009
Hg(30)+Cu(20,0)+Mn(10,0)+Fe(15,0)	29,91 ± 0,19	0,166	0,006
Hg(40)+Cr(50,0)+Pb(1,0)+Cd(30,0)	39,94 ± 0,24	0,210	0,005
Hg(40)+Ni(30,0)+Cu(0,5)+Zn(10,0)+Cd(5,0)	39,93 ± 0,203	0,177	0,004

Ишлаб чиқилган усуллар саноат корхоналари чиқинди сувлари намуналари таркибидаги қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлаш таҳлилида қўлланилган.

Илмий тадқиқотлар асосида иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен органик реагентлари ёрдамида қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашда ишлаб чиқилган янги сорбцион-спектроскопик усуллар Навоийазот, Хоразм Бахмал, Бухоро текстил саноат корхоналари чиқинди сувлари таҳлилида қўллаш имкониятлари кўрсатиб берилди.

8- жадвал

Чиқинди сувда Pb (II) ионларини аниқлаш натижалари

[Pb²⁺ = 0,157 мг/л; Pb²⁺ = 0,178 мг/л; P=0,95; n=5]

№	Объектлар	Pb ²⁺			
		Ишлаб чиқилган усул			ГОСТ усул*
		$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	Sr	Sr
1	Навоийазот чиқинди суви Pb ²⁺ = 7,85 мкг/мл;	7,83±0,020	0,0164	0,002	0,0018
2	Хоразм Бахмал МЧЖ Pb ²⁺ = 7,12 мкг/мл;	7,10±0,022	0,019	0,003	0,0027
3	Бухоро текстил Pb ²⁺ = 6,35 мкг/мл;	6,34±0,024	0,021	0,003	0,0032

- ГОСТ усул сифатида қўрғошин ва симобни атом-абсорбцион аниқлаш усули олинган.

9-жадвал

Чиқинди сувда Hg (II) ионларини аниқлаш натижалари

[Hg²⁺=0,0025 мг/л; P=0,95; n=5]

№	Объектлар	Hg ²⁺			
		Ишлаб чиқилган усул			ГОСТ усул*
		$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	Sr	Sr
1	Навоийазот чиқинди суви Hg ²⁺ = 1,25 мкг/мл;	1,22±0,033	0,029	0,024	0,0018
2	Хоразм бахмал МЧЖ Hg ²⁺ = 1,12 мкг/мл;	1.11±0,024	0,0035	0,0012	0,0027
3	Муборақгаз Hg ²⁺ = 2,33 мкг/мл;	2,31±0,026	0,023	0,010	0,0032

Ишлаб чиқилган сорбцион-спектроскопик усул, адабиётларда келтирилган, саноатда қўлланиладиган усуллар билан солиштирилди ва уларнинг рақобатбардошлилиги кўрсатиб берилди.

ХУЛОСА

1. ППД-1 ва ППА-1 толаларга амидо қора ва сульфарсазен реагентларининг иммобилланиши кислотали муҳитда «аналитик фаол - сульфо- гуруҳ ва толалардаги имин» гуруҳлари ўртасидаги кимёвий боғ ҳисобига амалга ошади ва мазкур реагентлар қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлаш учун тавсия этилди.

2. Қўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини амидо қора ва сульфарсазен

реагентлари билан иммобилланган толалар ёрдамида аниқлашнинг Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсунуши 4-50 мкг/мл оралиғида бўлиши ва уларни аниқлашга Cu(II), Cd (II), Mn (II), Ni (II), Co (II), Zn (II), Mg (II) ионлари 100 мкг/л концентрациягача ҳалақит бермаслиги исботланган.

3. Толаларга иммобилланган амидо қора ва сульфарсазен реагентлари билан кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари ҳосил қилган комплексларнинг ИҚ спектрларида $-\text{OH}$, $-\text{SO}_3\text{Na}$, $-\text{N}=\text{N}-$ гуруҳлар учун максимумлар силжишининг кузатилиши, мол нисбати 1:1 эканлиги ва барқарорлик константалари қиймати $\text{Pb(II)} > \text{Hg(II)}$ қаторида ошиб бориши исботланган.

4. Кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини аниқлашнинг ишлаб чиқилган сорбцион-спектроскопик усулининг аниқлиги математик статистика усули ёрдамида аниқланган ва қуйи аниқлашниш чегараси Pb^{2+} иони учун 0,3 мкг/мл, Hg^{2+} иони учун 0,1 мкг/мл га тенглиги исботланган.

5. Кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини иммобилланган органик реагентлар ёрдамида сорбцион-спектроскопик аниқлаш усули ишлаб чиқилди, олинган натижаларнинг нисбий стандарт четланиш қиймати 0,33 дан ошмаган ҳолда модел, бинар, учламчи ва мураккаб аралашмалар анализига қўллаш тавсия этилди.

6. Иммобилланган реагентлар ёрдамида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионларини сорбцион-спектроскопик аниқлашнинг янги усули бошқа усулларнинг метрологик, эксплуатацион тавсифлари билан солиштирилди ва афзаллиги кўрсатиб берилди. Ишлаб чиқилган усул «Навоийазот» марказий кимёвий - аналитик лабораторияси ва «Муборак газни қайта ишлаш заводи» кимёвий экоаналитика лабораторияларида синовдан ўтди ва таркибида кўрғошин (II) ва симоб (II) ионлари бўлган объектлари анализига қўллашга тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.К.02.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ САМАРКАНДСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

ХОРЕЗМСКАЯ АКАДЕМИЯ МАЪМУНА

АШИРОВ МАНСУР АЛЛАНАЗАРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО МЕТОДА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ Pb (II) И Hg (II)
ИММОБИЛИЗИРОВАННЫМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ
АМИДО ЧЁРНЫМ И СУЛЬФАРСАЗЕНОМ**

02.00.02 - Аналитическая химия

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

Самарканд – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021.2PhD/К177.

Докторская диссертация выполнена в Хорезмская академия Маъмуна.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Ученого совета по адресу www.samdu.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:	Сманова Зулайхо Асаналиевна доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Султонов Марат Мирзаевич доктор химических наук, доцент Кутлимуратова Нигора Хакимовна доктор химических наук, доцент
Ведущая организация:	Институт общей и неорганической химии

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2022 года в _____ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.К.02.05 при Самаркандском государственном университете (адрес: 140104, г. Самарканд, Университетский бульвар, 15, физико-химический корпус, 3-й этаж, 305 комната. Тел.: (99866)239-11-40; Факс: (99866)239-11-40. E-mail: devonxona@samdu.uz).

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного университета за № _____. С диссертацией можно ознакомиться в ИРЦ (адрес: 140104, г. Самарканд, Университетский бульвар 15, ИРЦ. Тел.: (99866)239-11-51. E-mail: m_nasrullaeva@mail.ru

Автореферат диссертации разослан «_____» _____ 2022 года.
(реестр протокола рассылки № _____ от «_____» _____ 2022 г)

Насимов А.М.

Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Сайиткулов Ш.М.

Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней,
к.х.н., доцент

Абдурахманов Э.А.

Председатель научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. За последние годы в результате внедрения в производство новых технологических процессов, развития науки, производства и промышленности, значительно возрастает воздействие человека на окружающую среду в глобальных масштабах. В результате этого различные отходы, попадающие в окружающую среду и выделяющиеся вместе с ними ионы свинца и ртути, представляют серьезную опасность для живых организмов и окружающей среды. Проведение анализов по определению ионов этих металлов в сточных и поверхностных водах, является одной из главных и неотложных задач, стоящих перед экоаналитиками.

В мире химиками-аналитиками проводится широкий спектр научных исследований по разработке и развитию сорбционно-спектроскопических методов определения с использованием иммобилизованных на носителях органических реагентов, образующих различные комплексы с ионами свинца и ртути. Одной из актуальных задач является выявление влияния аналитически активных групп на иммобилизацию реагентов на волокнистые носители, выбор органических соединений с функционально-активными группами, участвующими в комплексообразовании и создание новых методов. При определении ионов свинца и ртути (II) из различных объектов окружающей среды особое значение имеет разработка селективных современных методов с высокой чувствительностью, с помощью органических реагентов и полимерных носителей, полученных на основе местного сырья.

В результате стремительного развития производства и промышленных предприятий в нашей республике увеличивается влияние загрязнения на объекты окружающей среды, поэтому для контроля количества содержащихся в них тяжелых металлов, растет спрос на создание сорбционно-спектроскопических методов обнаружения ионов свинца (II) и ртути (II) с помощью новых иммобилизованных органических реагентов. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены задачи «по дальнейшей модернизации и диверсификации промышленности за счет перевода высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, в первую очередь - производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, на качественно новый уровень»². В связи с этим данная работа заключается в целенаправленном синтезе иммобилизованных реагентов на волокнистые носители, полученных на основе местного сырья, которые используют для контроля качества и степени чистоты материалов, контроля объектов окружающей среды. Огромное значение имеет использование иммобилизованных органических реагентов

² Указ Президента Республики Узбекистан "О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан" № УП-4947 от 7 февраля 2017 года.

для определения свинца (Pb) и ртути (Hg), содержащихся в различных сточных водах.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 «О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан» от 7 февраля 2017 года, ПП-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности» от 3 апреля 2019 года, УП-5953 «О государственной программе по реализации в «Год развития науки, просвещения и цифровой экономики» от 2 марта 2020 года и других нормативно-правовых документах.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики. Диссертация выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий в республике VII. «Химия, химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. Существуют оптические методы определения ионов свинца (Pb) и ртути (Hg), предложенные мировыми учеными, такие как фотометрические, спектрофотометрические и электрохимические. Точность и чувствительность некоторых методов невысока, из-за мешающего влияния многих ионов на результаты определения, или анализ требует больших затрат, или высокая стоимость приборов. Поэтому необходимо разрабатывать новые методы, отвечающие требованиям времени. Для решения такой проблемы многие ученые предлагают иммобилизовать органические реагенты на носители, изучить их закономерности реакций и использовать их в анализе. Новые методы твердофазной спектроскопии, основанные на использовании иммобилизованных органических реагентов, отвечают установленным требованиям, таким как чувствительность, надежность и скорость.

В этом направлении работают учёные Clark K.T., Saxena R., Moaed E., Kumar M., Lemos V.A., Брыкина Г.Д., Гавриленко Н.А., Лосев В.Н., Золотов Ю.А., Амелин В.Г., Саввин С.Б., Сангалов Ю.А., ими разработаны методы спектроскопии, где в качестве носителя использовали различные силикагели, природные цеолиты, полиэтиленовые пленки, нитрат целлюлозы, полиакриломидные гелевые мембраны, модифицированные кремнеземы и др. Золотов Ю.А., Саввин С.Б., Мясоедова Г. М и другие разработали сорбционно-спектроскопические методы определения редких и тяжелых металлов в промышленных объектах с помощью гранулированных ионитов.

В Узбекистане определением тяжелых и токсичных металлов сорбционно-спектроскопическими методами занимались такие учёные, как Геворгян А.М., Насимов А.М., Абдурахманов Э.А., Джиянбаева Р.Х., Кабулов Б.Д., Шестерова И.П., Турабов Н.Т. и др.

Спектроскопические методы, проводимые на твердофазных носителях, не требуют использования токсичных растворителей и этим обеспечивают безопасность анализа. В настоящее время ведутся научные исследования по

разработке современных и усовершенствованных методов обнаружения ионов свинца (II) и ртути (II) с высокой чувствительностью, селективностью и экспрессностью.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ фундаментальных и прикладных проектов Национального университета Узбекистана: №Ф-7-48 «Исследование механизма фазового изменения наночастиц металлов, иммобилизованных на поверхности полимерных материалов» (2017-2020 гг.) и №А12-53 «Иммобилизованные реагенты на полимерных носителях в разработке фотометрических и сорбционно-фотометрических методов определения экотоксикантов в объектах окружающей среды» (2015-2017 гг.).

Целью исследования является разработка сорбционно-спектроскопического метода определения ионов свинца (II) и ртути (II) из объектов окружающей среды с использованием иммобилизованных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена.

Задачи исследования:

установление влияния аналитических и функционально активных ($-\text{SO}_3^-$, $-\text{N}=\text{N}-$, $-\text{OH}$) групп органических реагентов, участвующих в определении оптимальных условий и механизма иммобилизации органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена на сорбенты ППД-1 и ППА-1;

определение оптимальных условий образования комплекса ионов свинца(II) и ртути (II) с органическими реагентами амидо чёрным и сульфарсазеном, иммобилизованных на волокна ППД-1 и ППА-1: кислотность раствора, подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера, определение влияния мешающих ионов;

определение взаимосвязи между аналитическими свойствами выбранных органических реагентов, нахождение константы устойчивости образующихся комплексных соединений, их состава и механизма методами квантово-химических расчётов, ИК-, электронной и отражательной спектроскопии;

разработать и оценить точность сорбционно-спектроскопических методов определения ионов свинца (II) и ртути (II) с использованием органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена, иммобилизованных на волокнах ППД-1 и ППА-1;

применение разработанных сорбционных спектроскопических методов определения ионов свинца (II) и ртути (II) к анализу различных бинарных, тройных и более сложных искусственных смесей, сточных вод и промышленных отходов.

Объектами исследования выбраны различные объекты окружающей среды, образцы природных и сточных вод и т.д.

Предметом исследования являются ионы свинца (II) и ртути (II), загрязняющие объекты окружающей среды, их соединения, полимерные носители ППА-1 и ППД-1 на основе ПАН, органические реагенты амидо чёрный и сульфарсазен.

Методы исследования. В качестве методов исследования были выбраны оптические (фотометрия, спектрофотометрия, метод сорбционной спектроскопии, метод отражательной спектроскопии, метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии); методы математической статистики, элементного анализа, ИК-спектроскопии и квантово-химических расчётов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено, что в процессе иммобилизации амидо чёрного и сульфарсазена на волокнах ППД-1 и ППА-1, происходит за счёт аналитически активных сульфо- групп реагентов и амидных групп носителей;

установлен механизм и оптимальные условия иммобилизации 4-((4-(3-(2-арсано-4-нитрофенил) триаз-2-енил) фенил) диазенил) бензенсульфоната натрия (САА) на полиэтиленполиаминовой модификации полиакрилонитрила, 4-амино-5-гидрокси-3-((Е)-(4-нитрофенил) диазенил)-6-((Е)-фенилдиазенил) нафталин-2,7-дисульфата натрия на дихлорэтановой модификации полиэтиленполиамины;

определены молярные соотношения комплексов ионов свинца (II) и ртути (II) с иммобилизованными амидо чёрным и сульфарсазеном (1:1), константы устойчивости $Pb^{2+} K_{уст} = 1,39 \cdot 10^7$ и $Hg^{2+} K_{уст} = 1,33 \cdot 10^7$;

разработан сорбционно-спектроскопический метод определения ионов свинца (II) и ртути (II) иммобилизованными органическими реагентами амидо чёрным и сульфарсазеном.

Практические результаты исследования:

разработаны чувствительные, селективные и экспрессные методы анализа, основанные на сорбционно- спектроскопическом определении ионов свинца (II) и ртути (II) с использованием иммобилизованных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена с улучшенными метрологическими и аналитическими характеристиками в объектах окружающей среды (природные, сточные и поверхностные воды).

Достоверность результатов исследования проверяли на основе общепринятых стандартов, сравнивая с методами сравнительного анализа, добавления добавок, «введено-найдено», а также стандартных образцов. Полученные результаты были обработаны методом математической статистики.

Научная и практическая значимость результатов исследования

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что была проведена иммобилизация органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена в кислых средах на полимерные носители ППА-1 и ППД-1, в результате которого было уменьшено влияние посторонних ионов при

определении ионов свинца (II) и ртути (II). Улучшены аналитические и метрологические параметры метода определения ионов свинца (II) и ртути (II) при использовании иммобилизованных органических реагентов.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработанный сорбционно-спектроскопический метод служит определению микроколичеств ионов свинца (II) и ртути (II) для анализа бинарных, тройных и более сложных смесей, а также реальных объектов окружающей среды (природные, сточные и поверхностные воды).

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов, полученных при определении малых количеств ионов свинца (II) и ртути (II) в естественных условиях сорбционно-спектроскопическим методом:

метод сорбционно-спектроскопического определения ионов свинца (II) и ртути (II) с использованием иммобилизованных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена был внедрен в практику АО «Навоиазот» (Справка АО «Навоиазот» №01-8/5296 от 19 июля 2021 года). В результате получена возможность повышения чувствительности и экспрессности обнаружения ионов свинца (II) и ртути (II) при переработке руд и шламов;

метод разделения ионов ртути (II) внедрен в практику АО «Узбекнефтегаз» (справка J-27/СК-07АО «Мубарекского газоперерабатывающего завода» от 23 июля 2021 года). В результате была найдена возможность экспрессного определения токсичных металлов, в частности ртути в сточных водах.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были представлены и обсуждены на 9 конференциях, в том числе 3 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Объявление результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 6 в изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD), в том числе 3 в республиканских и 3 в международных журналах.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Диссертация изложена на 113 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении диссертации приводятся актуальность и необходимость темы диссертации, цель и задачи исследования, описываются объект и предмет исследования, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, приведена научная новизна и практические результаты исследования, освещены теоретические и практические результаты исследования, приведен список внедрения результатов исследования, приведены данные опубликованных работ и структура диссертации.

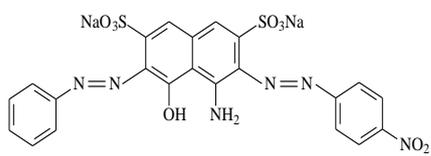
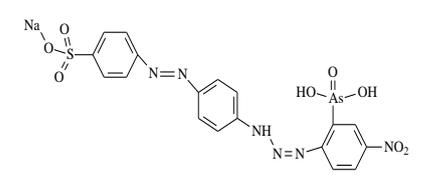
В первой главе диссертации «Тяжелые и ядовитые металлы в природе. Соединения свинца и ртути» приведены данные о распределении ионов свинца и ртути в природе, токсикологическом влиянии, о заболеваниях вызванных их влиянием, сорбционно-спектрофотометрических методах определения этих ионов с помощью сорбентов, использовании различных по природе сорбентов, применение их в сорбционно-спектроскопических и визуальных тестах, использовании их в оптико-химических сенсорах.

Систематизированы результаты определения тяжелых токсичных металлов с использованием иммобилизованных органических реагентов в различных объектах. Отмечается, что иммобилизация органических реагентов на волокнистые сорбенты для определения ионов свинца (II) и ртути (II) изучена недостаточно полно.

Во второй главе диссертации под названием «Приборы, материалы, реактивы, используемые для определения ионов свинца (II) и ртути (II), методы приготовления растворов» представлены материалы, приборы и методы исследования, методы приготовления стандартных и рабочих растворов ионов свинца (II) и ртути (II), органических реагентов, отбор проб и подготовка их к анализу. Структурные формулы органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена, использованных в исследовании, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Структурные формулы органических реагентов

№	Название	Брутто формула	Структурная формула	Мг г/м
1.	Динатриевая соль 1-Амино-2,7-бис [(п-нитрофенил) азо]-8-оксинафталин-3,6-дисульфокислоты	$C_{22}H_{14}N_6Na_2O_9S_2$		616,49
2.	4-((4-(3-(2-арсоно-4-нитрофенил)триаз-2-енил)фенил)дiazенил)бензолсульфонат натрия	$C_{18}H_{14}AsN_6NaO_8S$		572,32

В третьей главе диссертации под названием «Подбор оптимальных условий иммобилизации органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена к различным волокнистым сорбентам» были изучены оптимальные условия иммобилизации органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена на синтезированные в кафедре химии полимеров новые сорбенты ППД-1 и ППА-1, полученных на основе местного сырья и модифицированных на основе доступного ПАН волокна.

Оптимальные условия иммобилизации органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена на различных носителях представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оптимальные условия для иммобилизации органических реагентов
($m_{\text{волокна}} = 0,2000 \text{ г}$)

Реагент	Носитель	pH	Объем буферной смеси, мл	Максимум поглощения, нм	Время, мин
АЧ	ППД-1	3,0 – 7,0	5,00	620	5
САА	ППА-1	3,0 – 6,0	3,00	420	10

В последующих исследованиях используя результаты, представленные в таблице 2, органические реагенты были иммобилизованы на волокнах ППД-1 и ППА-1 в представленных оптимальных условиях и они были применены для определения ионов свинца (II) и ртути (II), содержащихся в исследуемых образцах.

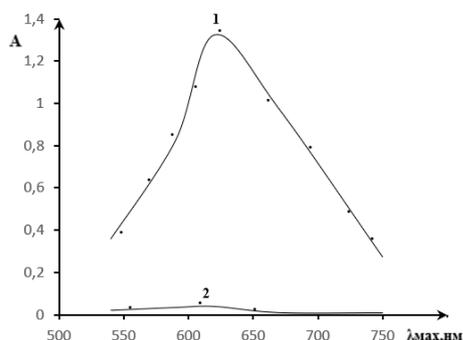


Рисунок 1. Спектр поглощения органического реагента амидо чёрного, иммобилизованного на ППД-1 волокно. До иммобилизации (1), после иммобилизации (2). ($C_R=0,001M$, $\lambda=620 \text{ нм}$, $pH=3$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10\text{мл}$, $t=5 \text{ мин}$)

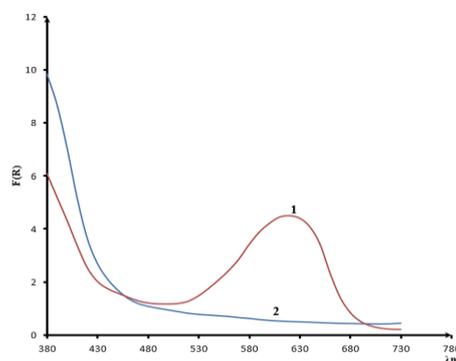


Рисунок 2. Спектр светоотражения органического реагента амидо чёрного, иммобилизованного на ППД-1 волокно. Иммобилизованный амидо чёрный (1), волокно (2) ($C_R=0,001M$, $\lambda=620 \text{ нм}$, $pH=3$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10\text{мл}$, $t=5 \text{ мин}$)

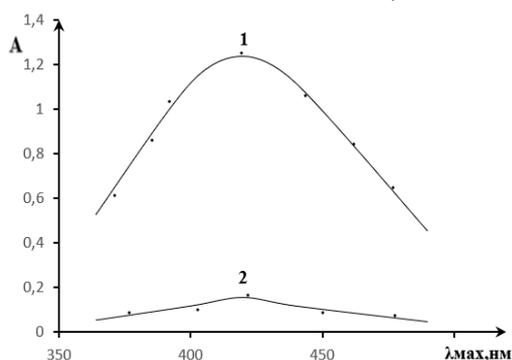


Рисунок 3. Спектр поглощения органического реагента сульфурсазена, иммобилизованного на ППА-1 волокно. До иммобилизации (1), после иммобилизации (2). ($C_R=0,001M$, $\lambda=420 \text{ нм}$, $pH=4$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10 \text{ мл}$, $t=10\text{мин}$)

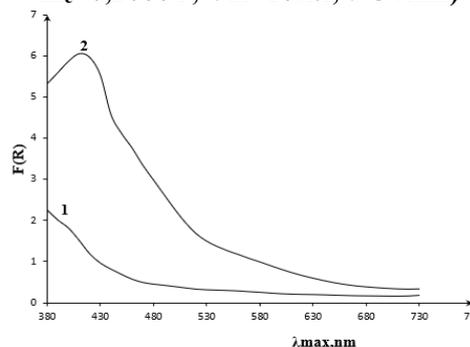


Рисунок 4. Спектр светоотражения органического реагента сульфурсазена, иммобилизованного на ППА-1 волокно. Иммобилизованный сульфурсазен (1), волокно (2). ($C_R=0,001M$, $\lambda=420 \text{ нм}$, $pH=4$, $m_c=0,2000 \text{ г}$, $V_R=10 \text{ мл}$, $t=10\text{мин}$)

На представленных выше рисунках 1,2,3,4 представлены спектры поглощения и светоотражения органических реагентов амидо чёрного и сульфурсазена в растворе иммобилизованных условиях, их анализы показали сходство в спектрах поглощения и светоотражения. В среде, где иммобилизация органического реагента амидо чёрного к волокну равна

pH=3, органического реагента сульфарсазена полностью иммобилизован на волокнах в среде, равной pH=4, поскольку в других средах происходят обратимые процессы иммобилизации и нет возможности достижения желаемого результата.

Влияние изученных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена на иммобилизацию различных ФАГ и ААГ во время исследования было установлено, что функциональные активные группы (-ОН, -NH₂, =NH) органических реагентов, иммобилизованные на волокнах ППД-1 и ППА-1, сохраняют свои избирательные свойства.

Эти группы были доказаны с помощью данных ИК-спектроскопии и квантово-химических расчетов, полученные результаты которых представлены в таблице 3.

Таблица 3

ИК-спектры иммобилизованных реагентов амидо чёрного и сульфарсазена, комплексов ионов Pb²⁺ и Hg²⁺

Группы (ФАГ, АФГ)	Волокно ППД-1 ν см ⁻¹	R _{ач} ν см ⁻¹	ИМАЧ ν см ⁻¹	ИМ: R+ Pb ²⁺ ν см ⁻¹	Волокно ППА-1 ν см ⁻¹	R _{САА} ν см ⁻¹	ИМСАА ν см ⁻¹	ИМ: R+ Hg ²⁺ ν см ⁻¹
-C=N-	1662	-	1678	-	1669	-	1682	-
=N-H	1560	-	1573	-		1340	-	1379
-OH	-	3414	-	3471	-	3402	3422	3400
-N=N-	-	1455	1455	1451	-	1426	1446	-
-SO ₃ ⁻	-	1283	-	-	-	1194	-	-
-O-Na	-	538	531	-	-	573	517	-
-NH ₂	-	3058	-	-	-	-	-	-
-As=O	-	-	-	-	-	846	-	-
-O-Me	-	-	-	417	-	-	-	524

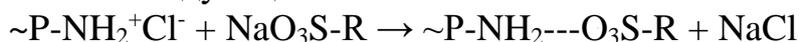
По результатам, полученным в ИК-спектрах, была проанализирована структура комплексов органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена с ионами металлов, был изучен механизм иммобилизации этих реагентов на носитель и определены участвующие при этом функциональные группы. ИК-спектры получены в интервале частот 400 – 4000 см⁻¹ на приборе «Perkin-Elmer 16F PC IR spectrophotometer». В области 3414 см⁻¹ наблюдается пик группы -ОН ароматического кольца амидо чёрного, в области 3058 см⁻¹ аминогруппы -NH₂. -N=N- свободного лиганда проявляет максимум поглощения в области 1487 см⁻¹. Также наблюдаются максимумы поглощения в области 1455 см⁻¹, 755-859 см⁻¹ -ОН группы ароматического кольца. Максимумы поглощения -C=C- группы основного лиганда наблюдаются в области 1606 см⁻¹, 935-912 см⁻¹. Сульфонатриевые группы -SO₂-O-R ароматического кольца имеют спектр поглощения в области 1283-1170 см⁻¹, -O-Na связи в области 538 см⁻¹. Основные изменения наблюдаются в области 1455 - 1330 см⁻¹, 859 - 755 см⁻¹, 643 см⁻¹, 538 см⁻¹ спектра. У органического реагента сульфарсазена аналитически активные группы проявляют максимум поглощения в области 3402 см⁻¹, свойственные валентным колебаниям -ОН группы. В области 1515 см⁻¹ наблюдаются пики

деформационных колебаний $-\text{NO}_2$ группы, в области 1340см^{-1} максимум поглощения $-\text{NH}-$ группы, связанной с $-\text{OH}$ группой ароматического кольца и $-\text{N}=\text{N}-$ группой, в области $1194\text{-}881\text{ см}^{-1}$ максимум поглощения $-\text{SO}_3^-$ группы, в области 573 см^{-1} $-\text{ONa}$ связи. В области $1450\text{-}1426\text{ см}^{-1}$ наблюдается максимум поглощения деформационных колебаний $-\text{N}=\text{N}-$ группы.

Связь сульфогруппы органического реагента и иминная группа в виде хлорной формы волокна проявляет максимум поглощения в областях $538\text{-}1283\text{ см}^{-1}$, уменьшение интенсивности поглощения в области $573\text{-}517\text{см}^{-1}$ 1194 см^{-1} указывает на образующуюся связь между ними. В реакции между иммобилизованными органическими реагентами и ионами металлов наблюдаются изменения в областях $3414\text{-}\text{см}^{-1}$, 1487 см^{-1} , $1194\text{-}881\text{ см}^{-1}$ соответствующие группам $-\text{OH}$, $-\text{N}=\text{N}-$, $>\text{NH}$. В ИК-спектрах ФАГ ($-\text{OH}$, $>\text{NH}$) и ААГ ($-\text{SO}_3\text{Na}$; $-\text{N}=\text{N}-$) органических реагентов наблюдается bathochromic сдвиг на $22\text{-}57\text{ см}^{-1}$, это подтверждает механизмы комплексобразования ионов металлов и иммобилизацию органических реагентов.

Двойная аминогруппа в составе реагентов амидо чёрного и сульфарсазена, с самой большой электронной плотностью образует ионную связь с гидроксильной группой. Максимумы светопоглощения комплексов ионов свинца (II) и ртути (II) с органическими реагентами амидо чёрным и сульфарсазеном и максимумы светоотражения комплексов этих ионов с иммобилизованными амидо чёрным и сульфарсазеном проявляются в одной области, это указывает на то, что ионы металлов образуют комплексы с одинаковыми функционально активными группами. В спектрах светоотражения комплексов иммобилизованных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена наблюдается сдвиг на $10\text{-}20\text{ нм}$. Эти явления указывают на то, что отсутствуют колебательные и вращательные движения в молекулах комплексов, что связано с жесткой молекулярной структурой образованных координационных соединений.

С помощью программы квантово-химических расчетов (ORCA программа, B3LYP/def2-TZVP) изучено электронное строение органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена. Были определены электронные плотности ФАГ и ААГ органических реагентов, участвующих в процессе иммобилизации при образовании комплекса с ионами металлов. В результате проведенных анализов было определено, что ион хлора у иминной группы связывается с самым подвижным атомом натрия сульфогруппы реагента и реакция протекает по следующей схеме:



В результате протонирования органических реагентов в кислой и слабощелочной средах координация происходит за счет электростатического притяжения электронной пары. В составе выбранных органических реагентов имеется несколько потенциальных центров, удерживающих атомы азота, кислорода, которые обладают свойством электростатического притяжения с

ионами металлов. Используя квантово-химические вычислительные методы, было определено распределение электронных плотностей активных донорных атомов и донорных центров молекулы в выбранных органических реагентах, обладающих высокой реакционной способностью.

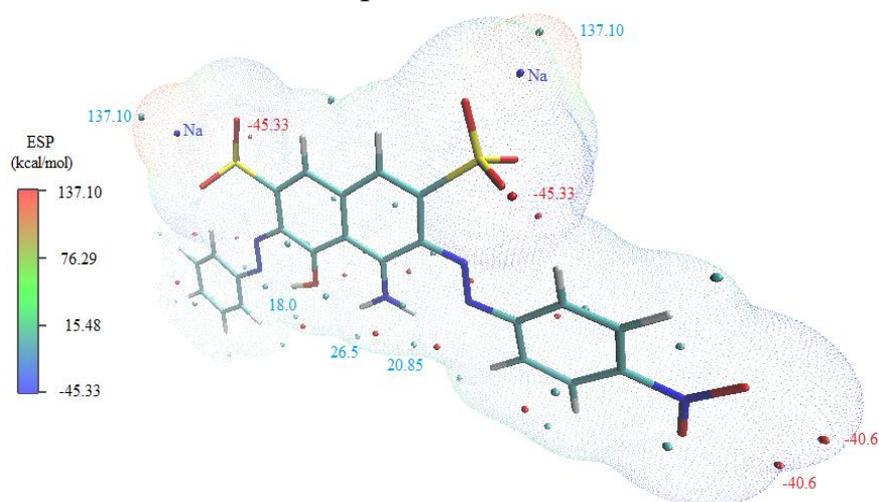


Рисунок 5. Максимумы и минимумы ЭСП молекулы органического реагента амидо чёрного. Красные сферические линии представляют минимумы ЭСП, в то время как голубые сферические линии представляют максимумы ЭСП.

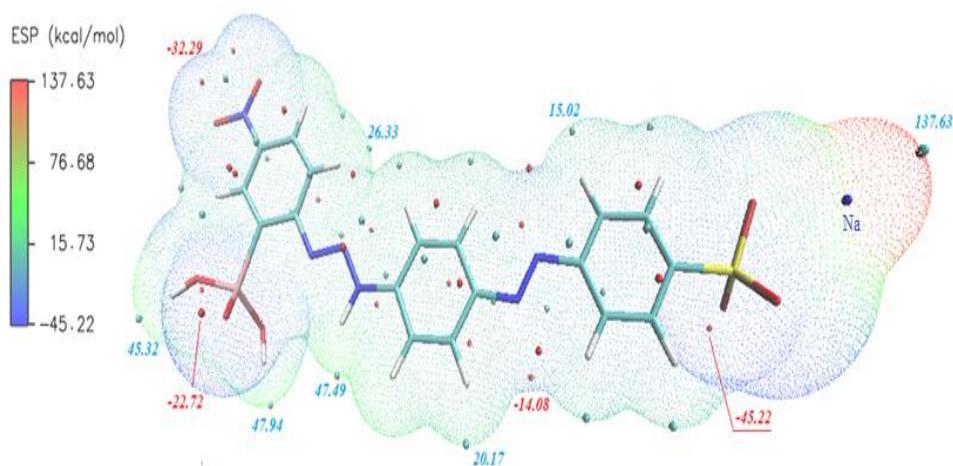


Рисунок 6. Максимум и минимум ЭСП молекулы органического реагента сульфарсазена. Красные сферические линии ЭСП показывают минимум, голубые линии показывают максимумы ЭСП.

Известно, что значение электростатического потенциала является важным показателем при определении реакционных центров молекул, особенно для нековалентных связей, указывающих на нуклеофильные и электрофильные центры молекулы. Из рисунков 5-6 видно, что минимальный и максимальный уровни ЭСП амидо чёрного и сульфарсазена (красная сферическая линия) - это минимальная площадь линии ЭСП, которая представляет собой поле, имеющее большую электронную плотность. Голубые сферические линии представляют собой максимальную площадь уровня ЭСП, указывающую на области с нехваткой электронов.

Структура иммобилизованных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена, а также их комплексов с ионами свинца (II) и ртути (II), были

представлены в структурных формулах (7-8 рис.) на основе результатов, полученных из ИК-спектров и квантово-химических расчётов.

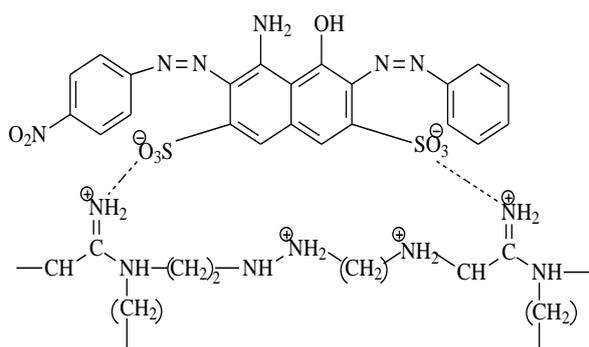


Рисунок 7. Имобилизованный на ПДД-1 волокно амидо чёрного

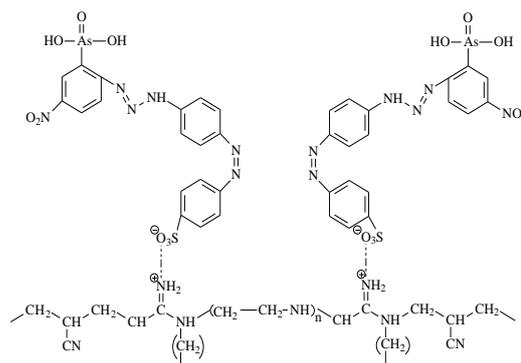


Рисунок 8. Имобилизованный на ППА-1 волокно сульфарсазен

В четвертой главе диссертации под названием "Выбор оптимальных условий образования комплексов ионов свинца (II) и ртути (II) с иммобилизованными органическими реагентами" было изучено влияние оптимальных условий (оптимальная длина волны, кислотность раствора, температура, время) на комплексобразование ионов свинца (II) и ртути (II) с иммобилизованными органическими реагентами амидо чёрный и сульфарсазен.

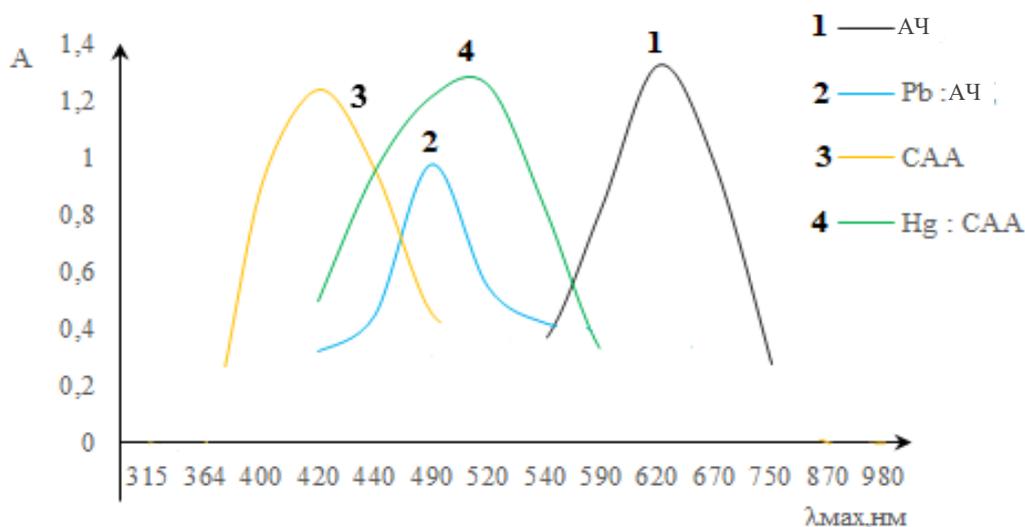


Рисунок 9. Спектры поглощения комплексов органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена с ионами металлов: 1-амидо чёрный, 2 – комплекс свинца, 3-сульфарсазен, 4-комплекс ртути.

Согласно представленным спектрам поглощения, максимальная площадь светопоглощения комплекса, образованного ионом свинца и органическим реагентом амидо чёрным наблюдается в области 490 нм, в то время как максимальная область поглощения света реагента амидо чёрного наблюдается в области 620 нм, максимальная площадь поглощения света комплекса органического реагента сульфарсазена с ионом Hg^{2+} наблюдается в области 520 нм, органического реагента сульфарсазена при 420 нм.

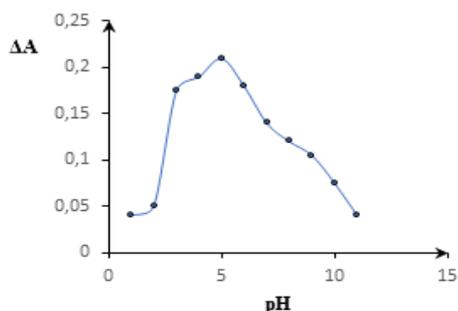


Рисунок 10. Взаимосвязь комплекс-образования от рН. (рН=3-5, Pb²⁺)

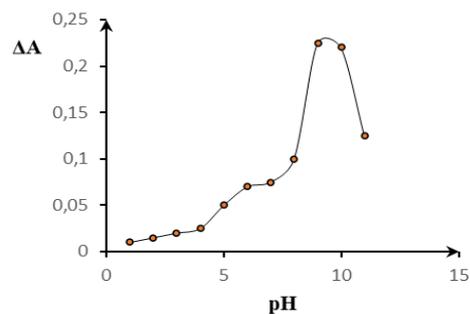
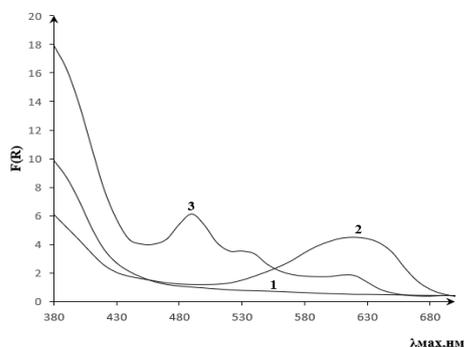


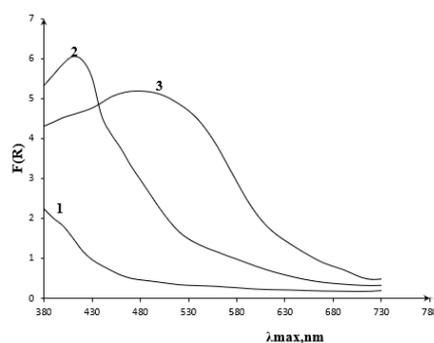
Рисунок 11. Взаимосвязь комплекс-образования от рН. (рН=9,5-10,5; Hg²⁺)

Как видно из рисунков 10 и 11, ион свинца (II) с органическим реагентом амидо чёрным при рН=3,0 ион ртути (II) с органическим реагентом сульфарсазеном при рН=9,5-10,5 образуют комплексные соединения.



a

Рисунок 12. Спектры светоотражения: *a)* ППД-1 волокно (1), органический реагент амидо чёрный (2), комплекс с ионом Pb²⁺ (3)



б

Рисунок 13. Спектры поглощения: *б)* ППА-1 волокно (1), органический реагент сульфарсазен (2), комплекс с ионом Hg²⁺ (3).

Анализ спектров поглощения и отражения комплексов, иммобилизованных органических реагентов сульфарсазена и амидо чёрного с ионами свинца (II) и ртути (II), показывает аналогию в приведенных спектрах (рисунок 9-12-13). Поскольку максимумы поглощения связаны с батохромным и гипсохромным сдвигами, различной диссоциацией реагентов в разных средах, для выявления ионов свинца (II) и ртути (II), необходимо проводить реакцию в сильноокислой и слабощелочной среде, так как в других средах происходят необратимые процессы и в результате нет возможности получения необходимых аналитических сигналов.

При изучении влияния времени и температуры на комплексобразование выявлено, что комплексобразование органического реагента амидо чёрного с ионом свинца (II), сульфарсазена с ионом ртути происходит при комнатной температуре $25 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 5-10 минут. Были найдены константы устойчивости образующихся комплексных соединений, и выявлен ряд возрастания этих констант. Найдены ряд возрастания констант устойчивости комплексных соединений в следующей последовательности $\text{Pb} > \text{Hg}$: $1,39 \cdot 10^7 > 1,33 \cdot 10^7$, что соответствует их радиусам. Состав комплексных соединений определяли в растворе методами изомолярных серий, насыщения Асмуса.

Таблица 4

Спектроскопические описания комплексов с иммобилизованным реагентом и ионом металла и условными константами устойчивости

Составные части комплекса	Молярное соотношение компонентов Me: R			$\epsilon_{нас} \cdot 10^4$	pK _{уст} (-lg β)
	Метод изомолярных серий	Способ насыщения	Метод Асмуса		
Pb (II): АЧ	1:1	1:1	1:1	3,2	3,19
Hg (II): САА	1:1	1:1	1:1	2,4	3,65

Как видно из приведенных данных, устойчивость комплексных соединений органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена с ионами свинца (II) и ртути (II), увеличение значения молярных коэффициентов поглощения зависит от природы ФАГ и ААГ, содержащихся в органическом реагенте. Для оценки точности разработанного метода были составлены градуировочные графики в оптимальных условиях обнаружения ионов свинца (II) и ртути (II) с использованием иммобилизованных реагентов амидо чёрного и сульфарсазена.

В пятой главе диссертации под названием «**Аналитическое применение разработанных сорбционно-спектроскопических методов определения ионов свинца (II) и ртути (II)**» представлены результаты, полученные при разработке сорбционно-спектроскопических методов определения этих ионов.

Для определения ионов свинца (II) и ртути (II) в индивидуальных растворах использовали метод «введено-найдено», полученные результаты соответствуют введенным величинам, относительное стандартное отклонение не превышает 0,33. Это свидетельствует о правильности и воспроизводимости разработанных методов.

Таблица 5

Спектральные описания комплексов, образованных ионами свинца и ртути (II), с использованием иммобилизованных органических реагентов

Составные части	pH	$\lambda_{max, R}$	$\lambda_{max, КОМП}$	$\Delta\lambda$	$\epsilon \cdot 10^4$	С.с, 10^{-3} мкг/мл
ППД-1: АЧ: Pb ²⁺	3,0	620	490	130	3,5	2,86
ППА-1: САА: Hg ²⁺	9,5-10,5	420	520	100	7,5	1,1

Из результатов таблицы 5 видно, что за счет иммобилизации улучшается контрастность ($\Delta\lambda$) и чувствительность (ϵ) реакции.

Для выяснения возможностей использования разработанных сорбционно-фотометрических методов для определения ионов свинца и ртути (II) в реальных объектах были подготовлены бинарные, тройные и более сложные модельные смеси. Результаты определения ионов свинца и ртути (II) в индивидуальных и искусственных смесях и реальных объектах представлены в таблицах 6 и 9.

Таблица 6

Результаты определения иона свинца (II) в искусственных смесях с использованием органического реагента ИМАЧ

[$\lambda=490$ нм, pH=4-6, P=0,95; n=5]

Состав анализируемой смеси, мкг	Найдено Pb ²⁺ , мкг $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S _r
Pb(10)+Cd(2,0)	9,95 ± 0,18	0,160	0,016
Pb(20)+Co(5,0)+Ni(5,0)	19,89 ± 0,22	0,188	0,009
Pb(20)+Fe(10,0)+Ni(10,0)	19,87 ± 0,23	0,199	0,010
Pb(20)+Cd(20,0)+Mn(5,0)+Cu(10,0)	19,82 ± 0,36	0,316	0,016
Pb(25)+Cu(20,0)+Mn(10,0)+Fe(15,0)	24,91 ± 0,25	0,217	0,009
Pb(40)+Cr(50,0)+Hg(1,0)+Cd(30,0)	39,83 ± 0,24	0,205	0,005
Pb(50)+Ni(30,0)+Cu(1,5)+Zn(10,0)+Cd(5,0)	49,84 ± 0,19	0,163	0,003

Таблица 7

Результаты определения ионов ртути (II) в бинарных, третичных и сложных смесях с использованием органического реагента ИМСАА

[$\lambda=520$ нм, pH=9,5-10,5; P=0,95; n=5]

Состав анализируемой смеси, мкг	Найдено Hg ²⁺ , мкг $\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S _r
Hg(10)+Pb(2,0)	10,28 ± 0,23	0,198	0,019
Hg(10)+Cd(5,0)+Al(15,0)	9,91 ± 0,16	0,141	0,014
Hg(20)+Fe(50,0)+Ag(50,0)	19,77 ± 0,28	0,246	0,012
Hg(20)+Cd(30,0)+Pb(5,0)+Cu(10,0)	19,79 ± 0,22	0,185	0,009
Hg(30)+Cu(20,0)+Mn(10,0)+Fe(15,0)	29,91 ± 0,19	0,166	0,006
Hg(40)+Cr(50,0)+Pb(1,0)+Cd(30,0)	39,94 ± 0,24	0,210	0,005
Hg(40)+Ni(30,0)+Cu(0,5)+Zn(10,0)+Cd(5,0)	39,93 ± 0,20	0,177	0,004

Методы, разработанные при определении ионов свинца (II) и ртути (II), были использованы при анализе проб сточных вод промышленных предприятий.

Научные исследования новых сорбционно-спектроскопических методов, разработанных для определения ионов свинца (II) и ртути (II) с использованием иммобилизованных органических реагентов амидо чёрного и сульфарсазена, показали возможности применения их при анализе сточных вод промышленных предприятий Навоиазот, Хорезм Бахмал, Бухоро текстил.

Таблица 8

Результаты определения ионов Pb (II) в сточной воде

[Pb²⁺ = 0,157 мг/л; Pb²⁺ = 0,178 мг/л; P=0,95; n=5]

№	Объекты	Pb ²⁺			
		Разработанный метод			ГОСТ метод*
		$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	S _r	S _r
1	Сточная вода Навоиазот Pb ²⁺ = 7,85 мкг/мл;	7,83±0,020	0,016	0,002	0,0018
2	Хоразм Бахмал МЧЖ Pb ²⁺ = 7,12 мкг/мл;	7,10±0,022	0,019	0,003	0,0027
3	Бухоро Бахмал Pb ²⁺ = 6,35 мкг/мл;	6,34±0,024	0,021	0,003	0,0032

- В качестве ГОСТ метода использован метод атомно-абсорбционного определения свинца и ртути.

Таблица 9

Результаты определения ионов Hg (II) в сточной воде

[Hg²⁺=0,0025 мг/л; P=0,95; n=5]

№	Объекты	Hg ²⁺			
		Разработанный метод			ГОСТ метод*
		$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$	S	Sr	Sr
1	Сточная вода Навоиазот Hg ²⁺ = 1,25 мкг/мл;	1,22±0,033	0,029	0,024	0,0018
2	Хоразм бахмал МЧЖ Hg ²⁺ = 1,12 мкг/мл;	1.11±0,024	0,003	0,001	0,0027
3	Муборақгаз Hg ²⁺ = 2,33 мкг/мл;	2,31±0,026	0,023	0,010	0,0032

Разработанные сорбционно-спектрометрические методы были сопоставлены с методами, представленными в литературе и используемыми в промышленности, и показана их конкурентоспособность.

ВЫВОДЫ

1. Имобилизация в кислой среде реагентов амидо чёрного и сульфарсазена на волокнах ППД-1 и ППА-1 происходит за счёт химической связи между «аналитически активными сульфогруппами и иминными группами волокон», которые были рекомендованы для определения ионов свинца (II) и ртути (II).

2. Доказано, что в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера, при определении ионов свинца (II) и ртути (II) с иммобилизованными на волокна реагентами амидо чёрным и сульфарсазеном, содержание металла находится в пределах 4-50 мкг/мл и для их определения ионы Cu(II), Cd (II), Mn(II), Ni (II), Co (II), Zn (II), Mg (II) не мешают в пределах концентрации 100 мг/л.

3. Доказано, что в ИК-спектрах комплексов ионов свинца (II) и ртути (II) с иммобилизованными амидо чёрным и сульфарсазеном наблюдается сдвиг максимумов для –ОН, –SO₃Na, –N=N– групп, мольное соотношение составляет 1:1, а значение констант устойчивости увеличивается в ряду Pb(II)>Hg(II).

4. Точность разработанных сорбционно-спектрометрических методов определения ионов свинца (II) и ртути (II) была определена с использованием метода математической статистики и доказано, что предел обнаружения равен 0,3 мкг/мл для иона Pb²⁺ и 0,1 мкг/мл для иона Hg²⁺.

5. Разработан метод сорбционно-спектрометрического определения ионов свинца (II) и ртути (II) с помощью иммобилизованных органических реагентов, который применен к модельным, бинарным, тройным и более сложным смесям и рекомендован для анализа реальных объектов с относительным стандартным отклонением не превышающим 0,33.

6. Новый метод сорбционно-спектрометрического определения ионов свинца (II) и ртути (II) с использованием иммобилизованных реагентов были

сопоставлены с метрологическими, эксплуатационными характеристиками других имеющихся методов и показано их преимущество. Разработанный метод был испытан в Центральной химико-аналитической лаборатории «Навоиазот» и химических экоаналитических лабораториях «Мубарекского газоперерабатывающего завода» и рекомендован для анализа реальных объектов, содержащих ионы свинца (II) и ртути (II).

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/30.12.2019.K.02.05 AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT SAMARKAND STATE UNIVERSITY**

KHOREZM MA'MUN ACADEMY

ASHIROV MANSUR ALLANAZAROVICH

**DEVELOPMENT OF SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD FOR THE
DETERMINATION OF Pb (II) AND Hg (II) IONS USING IMMOBILIZED
AMIDO BLACK AND SULFARSAZENE ORGANIC REAGENTS**

02.00.02 – Analytical Chemistry

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

Samarkand – 2022

The title of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with the number of B2021.2PhD/K177.

The dissertation research has been carried out at Khorezm Ma'mun Academy.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) has been posted on the webpage of the Scientific Council (www.samdu.uz) and on the information-educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor: **Smanova Zulaykho Asanaliyevna**
doctor of chemistry sciences, professor

Official opponents: **Sultanov Marat Mirzayevich**
doctor of chemistry sciences, docent

Kutlimuratova Nigora Khakimovna
doctor of chemistry sciences, docent

Leading organization: **Institute of the general and inorganic chemistry**

Defense of the dissertation will take place on “_____” _____ 2022 in _____ at a meeting of the Scientific Council on awarding scientific degrees PhD.03/30.12.2019.K.02.05 at Samarkand State University (Address: 140104, Samarkand city, University Blvd., 15, Building of Physics-Chemistry, 3rd floor, room 305. Tel. : (+99866) 239-11-40, fax: (+99866) 239-11-40; E-mail: devonxona@samdu.uz).

The dissertation is available at the Information Resource Centre of Samarkand State University (registered under the number ____). (140104, Samarkand city, University Blvd., 15, Information Resource Center. Tel.: (+99866) 239-11-51, E-mail: m_nasrullayeva@mail.ru).

Abstract of the dissertation has been distributed on “_____” _____ 2022 y.
(Protocol at the register №. _____ dated “_____” _____ 2022 y).

Nasimov A.M.
Chairman of the Scientific Council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

Sayitqulov Sh.M.
Scientific Secretary of the Scientific Council
awarding scientific degrees,
candidate of chemical sciences, docent

Abdurahmonov E.A.
Chairman of the Scientific Seminars under
Scientific Council awarding scientific degrees,
doctor of chemistry sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

Purpose of the research is to develop a sorption-spectroscopic method for the detection of lead (II) and mercury (II) ions in environmental objects using immobilized amido black and sulfarsazene organic reagents.

Objects of the research are various environmental objects, samples of natural and waste water, etc.

The scientific novelty of the research is as follows:

it was found that the process of immobilization of amido black and sulfarsazene reagents in PPD-1 and PPA-1 fibers is based on the substances, which are analytically active sulfo-groups and amide-groups in the fibers;

the mechanism and optimal conditions of immobilization of 4-((4- (3- (2-arsano-4-nitrophenyl) triase-2-enyl) phenyl) diazenyl) benzenesulfonate sodium (SAA) to polyethylenepolyamine modification of polyacrylonitrile, as well, immobilization of 4-amino-5-hydroxy-3 - ((E) - (4-nitrophenyl) diazenyl) -6 - ((E) -phenyldiazenyl) naphthalene-2,7-sodium disulfanate (AB) to dichloroethane modification of polyethylenepolyamine were found;

it was found that the molar ratios of the complexes formed by lead (II) and mercury (II) ions with immobilized amido black and sulfarsazene were 1: 1, and the stability constants were $Pb^{2+} K_{bar} = 1,39 \cdot 10^7$ and $Hg^{2+} K_{bar} = 1,33 \cdot 10^7$;

a sorption-spectroscopic method was developed to detect lead (II) and mercury (II) ions using immobilized amido black and sulfarsazene organic reagents.

Implementation of the research results.

On the basis of scientific results obtained for the determination of small amounts of lead (II) and mercury (II) ions under natural conditions using the sorption-spectroscopic method:

the method of sorption-spectroscopic detection of lead (II) and mercury (II) ions in aqueous media using immobilized amido black and sulfarsazene organic reagents was introduced into practice at Navoiazot JSC (Reference No.01-8/5296 of Navoiazot Joint Stock Company, dated July 19, 2021). As a result, it allowed to increase the sensitivity and expressiveness of the detection of lead (II) and mercury (II) ions in the processing of ores and sludges;

the method of separation of mercury (II) ions has been introduced into practice Uzbekneftegaz JSC (Reference No. 727/GK-07 of JSC "Muborak Gas Processing Plant", dated July 23, 2021). As a result, it allowed to detect toxic metals expressively, especially mercury in wastewater.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation work consists of an introduction, five chapters, conclusion, a list of references and appendixes. The total volume of the dissertation is 113 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I част; part I)

1. Аширов М.А., Сманова З.А., Гафурова Д.А. Разработка сорбционно-спектрофотометрической методики определения // Universum: химия и биология. Научный журнал. Москва -2020. – выпуск: 1(67). – С.13-26. (02.00.00; №2)

2. Ashirov M.A., Smanova Z.A., Shakhidova D.N. Sorbtion-photometric determination of lead (II) ions by immobilized sodium 4-amino-5-hydroxy-3-((e)-(4-nitrophenyl) diaziny)-6-((e)-phenyldiazinyl) naphthalene-2,7-disulfonate // Electronic journal. Actual problems of modern science, education and training. - 2021.- Vol XI. -P. 97-102. (02.00.00; №15)

3. Халилова Л.М., Сманова З.А., Аширов М.А. Сорбционно-фотометрический метод определения ионов железа // Universum: химия и биология. Научный журнал. Москва -2021. – выпуск: 6(84). – С.50-53. (02.00.00; №3)

4. Bobomurodova M.S., Ashirov M.A., Gafurova D.A., Shakhidova D.N., Khalilova L.M., Zhumaeva E.Sh. Polymer Sorbents from “Nitron Fiber Waste” // NeuroQuantology. – 2021.Vol19.-P.64-71.doi:10.14704/nq. 2021.19. 7. NQ21085. (Scopus, IF=0,214)

5. Аширов М.А., Халилова Л.М., Сманова З.А. Имобилизованный реагент амидочерный для определения ионов свинца // Узбекский химический журнал. -2021. №3. – С.81-87. (02.00.00; №6)

6. Аширов М.А., Халилова Л.М., Бобожанов Б.Б., Гафурова Д.А., Сманова З.А. Композиционный материал на основе иммобилизованного реагента амида черного // Композиционные материалы. Узбекский Научно – технический и производственный журнал. – 2021. №3. – С. 86-89. (02.00.00; №4).

II бўлим (II част; part II)

7. Ashirov M.A., Yangibaev A.E., Khalilova L.M., Smanova Z.A. Spectrophotometric Determination of Mercury Ions with the New Reagent N-Methylanabazin-A-Azo-1, 8-Aminonaphthol-4, 6-Disulfonic Acid // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. -2020. – Vol.8.-P.5413-5418.

8. Rajabova S.Y., Toxirov Y.R., Ashirov M.A., Kuryazov R.SH. Tabiiy va oqova suvlar tarkibidagi ammoniy ionini fotoelektrokolorimetrik aniqlash // «Biorganik kimyo fani muammolari» IX yosh kimyogarlari konferensiyasi materiallari 2019-yil 26-27 aprel, 167-169 b.

9. Аширов М.А., Юсупова М.Р., Сманова З.А., Қўрғошин (II) ионини органик реагент ёрдамида сорбцион-фотометрик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш // «Фан ва таълимни ривожлантиришда ёшларни ўрни». Республика илмий ва илмий-техник анжумани. Тошкент, 2020,19-20 б.

10. Самандарова Н.Э., Эшчанова А.И., Аширов М.А., Сманова З.А. Индигофера ўсимлиги таркибидан ажратилган индиго бўёқ моддасининг аналитик хоссаларини ўрганиш // «Фан ва таълимни ривожлантиришда ёшларни ўрни». Республика илмий ва илмий-техник анжумани. Тошкент, 2020, 290-291 б.

11. Аширов М.А., Полвонов Х.К., Сманова З.А. Изучение сорбционных свойств материала, полученного на основе 5-п-толуидино-1,3,4-тиодиоцилин-2-тиона // Симпозиум «Химия в народном хозяйстве». Москва 2020 г. 12 февраль. С.16.

12. Аширов М.А., Самандарова Н.Э., Сманова З.А. Твердофазно спектрофотометрическое определение серебра с использованием 5-п-толуидино-1,3,4-тиодиоцилин-2-тиона, иммобилизованного в полиакрилонитрильную матрицу // Академик А.Ф. Ганиевнинг 90 йиллигига бағишланган «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» VI республика илмий-амалий анжумани. Термиз-2020 йил. 24-26 апрель. 154-155 б.

13. Аширов М.А., Матякубов Ж.О., Матмуратов Ш.А., Сманова З.А. Полимер толага иммобилизация қилинган амидо-чёрный ёрдамида Pb (II) ионини сорбцион-спектроскопик аниқлаш // «Табиий фанларнинг долзарб масалалари» мавзусидаги II-халқаро илмий-назарий анжуман материаллари тўплами. Нукус 2021 й. 19 май, II – бўлим. 175-178 б.

14. Аширов М.А., Янгиева С.Б., Сманова З. А. Hg (II) ионини иммобилланган органик реагент ёрдамида сорбцион – спектроскопик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш // «Комплекс бирикмалар кимёсининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Ташкент – 2021. 14-15 сентябрь. 295-295 б.

15. Аширов М.А., Матякубов Ж.О., Сманова З.А. Hg (II) ионини иммобилланган сульфарсазен ёрдамида сорбцион-спектроскопик аниқлаш усулини ишлаб чиқиш // «Фан ва таълимни ривожлантиришда ёшларни ўрни». Республика илмий ва илмий-техник анжумани. Тошкент, 2021, 13-15 б.

Автореферат «СамДУ илмий ахборотномаси» таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди ва унинг ўзбек, рус ва инглиз тили
матнлари ўзаро мос келади. (10.01.2022).

2022 йил 2 февралда босишга рухсат этилди:
Офсет босма қоғози. Қоғоз бичими 60×84_{1/16}.
“Times” гарнитураси. Офсет босма усули.
Ҳисоб-нашриёт т.: 2,7. Шартли б.т. 2,1.
Адади 100 нусха. Буюртма № 02/02.

СамДЧТИ нашр-матбаа марказида чоп этилди.
Манзил: Самарқанд ш, Бўстонсарой кўчаси, 93.