

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К.01.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ТОДЖИЕВ ЖАМОЛИДДИН НАСИРИДДИНОВИЧ**

**МИС(II), РУХ(II) ВА СИМОБ(II) ИОНЛАРИНИ ПИРИДИН  
АСОСИДАГИ ЯНГИ АЗОРЕАГЕНТ БИЛАН СПЕКТРОФОТОМЕТРИК  
АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.02 – Аналитик кимё**

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

**Тошкент-2019**

**Кимё фанлари бўйича фалсафа доктори(PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси  
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по химическим наукам  
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on chemical sciences**

**Тоджиев Жамолиддин Насириддинович**

Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини пиридин асосидаги янги азореагент билан спектрофотометрик аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш.....3

**Тоджиев Жамолиддин Насириддинович**

Разработка спектрофотометрических методов определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) новым азореагентом на основе пиридина.....21

**Todjiev Jamoliddin**

Elaboration of spectrophotometric methods for the determination of copper(II), zinc(II) and mercury(II) ions by new azoreagent based on pyridine.....39

**Эълон қилинган нашрлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К.01.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ТОДЖИЕВ ЖАМОЛИДДИН НАСИРИДДИНОВИЧ**

**МИС(II), РУХ(II) ВА СИМОБ(II) ИОНЛАРИНИ ПИРИДИН  
АСОСИДАГИ ЯНГИ АЗОРЕАГЕНТ БИЛАН СПЕКТРОФОТОМЕТРИК  
АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.02 – Аналитик кимё**

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

**Тошкент-2019**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2019.2.PhD/K184 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертация Ўзбекистон Миллий университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (ik-kimyo.nuu.uz) ва «ZiyoNET» Ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Турабов Нурмухаммат Турабович**  
кимё фанлари номзоди, доцент

**Расмий оппонентлар:**

**Абдурахмонов Эргаш**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Султонов Марат Мирзаевич**  
кимё фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент кимё технология институти**

Диссертация ҳимояси Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.K.01.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 4-уй. Тел.: (998 71) 246-07-88; (998 71) 227-12-24, факс: (+998 71) 246-53-21, (998 71) 246-02-24, e-mail: chem0102@mail.ru).

Диссертация билан Ўзбекистон Миллий университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100174, Тошкент, Университет кўчаси, 4-уй. Тел.: (+99871)246-07-88; 227-12-24, факс: (+998 71) 246-53-21, 246-02-24).

Диссертация автореферати 2019 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(2019 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**Х.Т. Шарипов**

Илмий даражалар берувчи Илмий  
кенгаш раиси, к.ф.д., профессор

**Д.А. Гафурова**

Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш илмий котиби, к.ф.д.

**А. М. Насимов**

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

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда жаҳонда кимё ва текстил саноати, тиббиёт, автомобилсозлик, электро-техника, электроэнергетика ҳамда халқ хўжалигини ривожланиши, атроф-муҳитнинг турли хил газлар, суюқ ва қаттиқ ҳолатдаги саноат чиқиндилари, оғир ва захарли металллар(ОЗМ) билан ифлосланиши ижтимоий-иқтисодий аҳамиятга эга бўлган кучли экологик муаммоларни келтириб чиқараётганлиги сабабли, уларни келиб чиқишини олдини олиш асосий вазифалардан бири ҳисобланади. Саноатда ОЗМ дан оқилона фойдаланиш ҳамда уларнинг микроиқдорини аниқлашда экспресс, арзон, селектив усулларни ишлаб чиқиш ва назорат қилиш муҳим амалий аҳамият касб этади.

Жаҳонда олиб борилаётган илмий изланишларда ўта тоза ОЗМларни рудалар ва саноат чиқиндиларидан ажратиб олиш, уларнинг таркибини аниқлашнинг танлаб таъсир этувчан ва юқори сезгир усулларини ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Дунёнинг етакчи олимлари томонидан ОЗМларини, жумладан мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлашда янги комплекс ҳосил қилувчи функционал аналитик гуруҳлари сақлаган органик аналитик реагентлар (ОАР)ни қўллаш орқали юқори сезгирликни, селективликни ва экспрессликни ошириш бўйича бир қатор назарий ишлар амалга оширилган.

Мамлакатимизда кимё саноатида янгидан-янги турдаги материаллар ишлаб чиқариш йўналишида маълум натижаларга эришилди, жумладан маҳаллий бозорни импорт ўрнини босувчи кимёвий реагентлар билан таъминлаш соҳасида кенг қўламли тадбирлар амалга оширилди. Таъкидлаш жоизки, Республикаимизда, инновацион технологияларни тадбиқ этиш орқали саноат объектларини юритишнинг илмий асосланган тизими ва атроф муҳитини муҳофаза қилишнинг чора-тадбирларини амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида<sup>1</sup> «Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жихатдан янги маҳсулот ва технология турларини ўзгартиришга» қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада республикаимизда мис, рух ва симоб каби ОЗМнинг кимё, авиация, тиббиёт, халқ хўжалиги саноатларида кенг қўлланилганлиги сабабли, уларни аниқлашнинг замонавий, ишончли, экспресс ва иқтисодий жихатдан арзон усулларини яратиш муҳим аҳамият эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сонли Фармони ва 2019 йил 3 апрелдаги «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибдорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4265-сонли Қарори ижросини таъминлашда ҳамда мазкур фаолиятга

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари 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 йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлаш бўйича дунё миқёсидаги олимлар турли тадқиқотлар билан шуғулланиб келганлар ва ҳозирда ҳам шуғулланмоқдалар. Уларни аниқлашнинг физик, физик-кимёвий ва бошқа методикалари ишлаб чиқилган, лекин уларда аппаратуранинг мураккаб тузилганлиги ва қимматлиги билан тавсифланади. Шунинг учун ушбу металл ионларини спектрофотометрик аниқлашнинг ҳозирда мавжуд барча талабларга жавоб берувчи янги, янада такомиллашган замонавий методлари ишлаб чиқилиши зарур.

Бу соҳада ишларига энг кўп ҳаволалар қилинган қуйидаги муаллифлар: K.Hagivara, I.Muraki, G.A.Shar, G.A.Soomro, Y.Guo, M.Tian, B.Din, Y.Liu, S.Meng, X.Chang, M.S.Jeoung, H.S.Choi, J.Qinhan, H.Sinn ва кўплаб бошқаларни келтириб ўтиш мумкин. МДХ мамлакатларининг бир қатор олимлари: И.П.Алимарин, А.К.Бабко, А.Т.Пилипенко, Ю.А.Золотов, Л.Н.Москвин, С.Б.Саввин, О.А.Шпигун, В.М.Иванов, А.И.Бусев, И.Ф.Долманова, Т.Н.Шпигун, Е.Н.Дорохова, В.П.Васильев, А.В.Булатов ва бошқалар металларни, шунингдек мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини спектрофотометрик аниқлашнинг ривожлантирилишига ўзларининг салмоқли ҳиссаларини кўшганлар.

Уларнинг сафидан замонавий ўзбек олимлари ҳам кенг ўрин олган, шу жумладан, академик Ш.Т.Толипов томонидан Республика ва Ўрта Осиёда аналитиклар мактаби яратилди ва унинг аъзолари ўз ишларини ОЗМларни оптик ва электрокимёвий анализ методларига, фотометрик, спектрофотометрик, комплексонометрик, инверсион-вольтамперометрик, амперометрик ва бошқа анализ методларига бағишлади. Ўзбекистон олимлари: В.А.Хадеев, А.К.Жданов, Р.Х.Джиянбаева, Н.Б.Бабаев, Т.Қ.Хамракулов, А.М.Геворгян, К.З.Рахматуллаев, Е.Л.Круковская, И.П.Шестерова, Л.В.Чапрасова, О.Ф.Файзуллаев, Н.Т.Турабов, З.А.Сманова, А.М.Насимов, Э.Абдурахманов ва бошқалар номлари шу йўналишнинг бевосита ривожланиши билан боғлиқ. Юқоридагиларнинг барчаси янги ОАРлар билан боғлиқ, амалиётда экологик ва аналитик мақсадларда мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини спектрофотометрик аниқлашда илмий текширув ишлари учун кенг имкониятлар яратилишидан далолат беради.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Миллий университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг Ф-22-7 «Региоселектив органик реагентлар синтези» (2012-2016 й.й.) ва А-12-53 «Полимер ташувчиларга иммобилланган реагентлар билан атроф-муҳит объектларида экотоксикантларни фотометрик ва

сорбцион-фотометрик аниқлаш методларини ишлаб чиқиш» (2015-2017 й.й.) мавзуларидаги фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини сезгир ва селектив азореагент ёрдамида аниқлашнинг оптимал шароитларини ишлаб чиқиш ва реал объектлар анализидида қўллашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини микро- ва макромиқдорларини аниқлашда янги азореагент 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотанинг мононатрийли тузидан (5МПААНH<sub>5</sub>S<sub>2</sub>,S-2,4) ОАР сифатида фойдаланиш ва у билан рангли комплекслар ҳосил бўлишининг оптимал шароитларини аниқлаш;

5МПААНH<sub>5</sub>S<sub>2</sub>,S-2,4 ва унинг металл ионлари билан ҳосил қилган комплексларининг физик-кимёвий хоссалари, спектрал тавсифлари, ҳақиқий моляр сўндириш коэффициенти, комплекс бирикмаларнинг таркибий моллар нисбати, мувозанат, беқарорлик ва барқарорлик константаларини аниқлаш;

даражаланган графикнинг тўғри чизик тенгламаларини ҳисоблаш ва текширилаётган аналитик реакцияларнинг танлаб таъсир этувчанлигини турли хил ионлар иштирокида текшириш.

ишлаб чиқилган методикаларни тўғрилиги ва қайта тикланувчанлигини аниқлаш, ионларни қуйи аниқланиш чегараларини ўрнатиш ҳамда олинган натижаларни метрологик баҳолаш.

ишлаб чиқилган методикаларни лаборатория шароитларида синовдан ўтказиш ва реал объектлар таркибидан Cu(II), Zn(II), Hg(II) ионларини аниқлашнинг янги оптик методикаларини ишлаб чиқиш ҳамда уларни турли мураккаб объектлар ва материаллар анализининг рационал ечимларини излашда қўллаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида турли хил таркибли саноат қотишмаларининг стандарт намуналари, табиий сувлар ва руда танланган.

**Тадқиқотнинг предмети** сифатида мис, рух ва симоб, ва уларнинг атроф-муҳит объектларидаги ўта захарли бўлган бирикмалари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида спектрофотометрик, фотометрик, потенциометрик, ИҚ-, ПМР-спектроскопияси, квант-кимёвий ва олинган натижани статистик қайта ҳисоблаш методларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

илк бор янги селектив органик аналитик реагент 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотанинг мононатрийли тузини моляр сўндириш коэффициенти ва диссоциланиш константаси аниқланган;

илк бор спектрофотометрик методи ёрдамида Cu(II), Zn(II) ва Hg(II) ионларини 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотанинг мононатрийли тузи билан комплекс ҳосил қилиш реакцияларининг ҳақиқий моляр сўндириш коэффициенти, мувозанат ва барқарорлик константалари аниқланган;

илк бор мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотанинг мононатрийли тузи билан аниқлаш методикалари яратилган;

мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлашнинг спектрофотометрик усуллари ишлаб чиқилган, селективлиги аниқланган ва уларнинг сунъий бинар, мураккаб аралашмалар, реал табиий объектлар, стандарт саноат қотишмалари ҳамда табиий сувлар таркибидан мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлашнинг селективлиги ва аниқликнинг ошганлиги исботланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини бинар ва янада мураккаб аралашмаларда, саноат намуналаридан, табиий сувлар, минераллар ва бошқа объектлар таркибидан 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 реагенти билан аниқлашнинг юқори сезгир, экспресс, иқтисодий жиҳатдан арзон, танлаб таъсир этувчан методикалари ишлаб чиқилган;

оптимал шароитларнинг муҳит кислоталилиги, металл ионлари ва реагентнинг концентрацияси, шунингдек бошқа физик-кимёвий тавсифлари аниқланган;

мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 реагенти билан бинар, сунъий аралашма ва мураккаб бўлган реал объектларга ҳамда алюминий ва мис асосидаги саноат қотишмалари таркибидан селектив спектрофотометрик аниқлаш методикаси яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** фотометрия, спектрофотометрия, потенциометрия, ИҚ- ва ПМР-спектроскопия каби замонавий физик-кимёвий методлар ҳамда квант-кимёвий ҳисоблашлар билан исботланган. Хулосалар математик статистика методлари билан қайта ишланган тажриба натижалари асосида таҳлил қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини индивидуал эритмалардан, табиий сув, алюминий ва мис асосидаги саноат қотишмалари ҳамда табиати бўйича нисбатан мураккаб материаллар ва атроф-муҳит объектлари анализини таъминлайдиган сунъий, бинар ва мураккаб аралашмалардан спектрофотометрик аниқлаш методикаси таклиф қилингани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган спектрофотометрик методикасини атроф-муҳит объектларидан Cu(II), Zn(II) ва Hg(II) ионларини руҳсат этилган микдоргача ва ундан анча паст бўлган концентрацияларни аниқлашга имкон беради, бу ушбу экотоксикантларнинг аниқ микдорини турли хил объектларда аниқлаш имкониятини берди.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 билан спектрофотометрик аниқлаш методикаларини ишлаб чиқишда олинган илмий натижалар асосида:

мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини микромикдорини реал объектлар таркибидан спектрофотометрик аниқлаш методикалари «Муборак газни қайта ишлаш заводи» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Муборак газни қайта ишлаш заводи» МЧЖнинг 2019 йил 22 майдаги 687/ГК-19-05-сон маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқилган методикалар реал объектлар таркибидан мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини микромикдорини аниқлашда селективлиги, сезгирлиги, экспресслиги ва аниқликни ошириш имконини берган;

симоб(II) ионларини спектрофотометрик аниқлаш методикаси «Эксперт-криминалистика Бош Маркази лабораторияси»да ашёвий далиллар таркибидаги симоб(II)ни аниқлаш учун жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси ИИВ Эксперт-криминалистика Бош Марказининг 2019 йил 29 октябрдаги 21/1321-сон маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқилган симоб(II) ионини 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 билан спектрофотометрик аниқлаш методикаси анализни осон бажарилишини ва методнинг сезгирлигини ошириш имконини берган;

мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини спектрофотометрик аниқлаш методикаларидан А-7-46 рақамли «Каолин, фосфогипс, кўмир асосидаги композитли наносорбентларни яратиш орқали чиқиндиларни қайта ишлаш» мавзусидаги амалий лойиҳада сувни оғир металл ионларидан тозалашда фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 4 сентябрдаги 89-03-3315-сон маълумотномаси). Натижада сувни оғир металл ионларидан тозалаш ва заҳарлиликни баҳолаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 12 та, жумладан 3 та халқаро ва 9 та Республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та илмий мақола, жумладан 3 та Республика ва 2 та хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертациянинг таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурийлиги асосланган, мақсад ва вазифалар, тадқиқот объектлари ва предметлари берилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, унинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этиш истиқболлари бўйича хулоса қилинган ҳамда чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

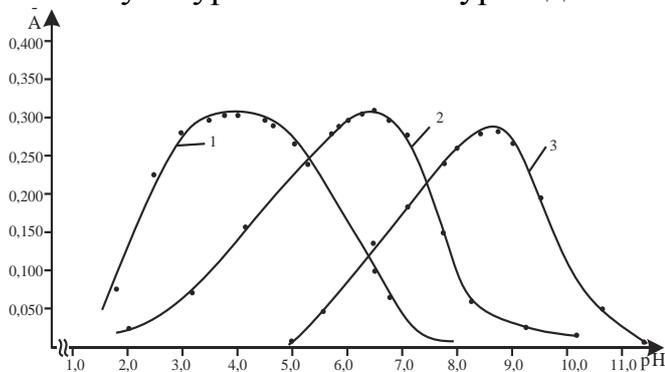
Диссертациянинг «**Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини спектрофотометрик, фотометрик ва бошқа физик-кимёвий аниқлаш методлари**» деб номланувчи биринчи бобида адабиёт шарҳлари келтирилган бўлиб, унда мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини сувли муҳитларда ҳар хил хусусиятга эга бўлган турли реагентлар ёрдамида оптик ва бошқа методлар билан аниқлашга бағишланган хорижий ва Республика нашрларида келтирилган ишлар баён этилган. Аналитик кимёда ОАР ларни қўлланиши

тобора кўпайиб бормоқда. Улар сезиларли кимёвий фаоллиги билан ажралиб туради ва турли хил металл ионлари билан таъсирлашиб рангли ёки рангсиз бирикмалар ҳосил қилади. Уларнинг ўзига хослиги, маълум рН оралиғида айрим элемент гуруҳлари билан реакцияга киришиш хусусиятига эгаллиги билан ажралиб туради. Реакцияларнинг юқори сезгирлиги ҳисобига ОАРлар етарли даражада аниқлик билан кичик миқдордаги металл ионларини аниқлаш имконини беради, шу билан бирга баъзи ҳолларда бир элементни бошқаларининг мавжудлигида дастлабки ажратишларсиз аниқлаш имкони мавжуддир. Адабиётлардаги маълумотларнинг таҳлили ушбу ишнинг тадқиқот объекти, вазифалари ва мақсадини танлашга имкон яратган.

Диссертациянинг «Комплекс ҳосил бўлишининг оптимал шароитларини ўрнатиш, реагент ва унинг металлокомплексларини спектрофотометрик тавсифларини аниқлаш» деб номланган иккинчи бобида стандарт ва ишчи эритмаларни тайёрлаш методлари келтирилган, реагентнинг идентификациялаш ва металл ионларини 5МПААНС,S-2,4 билан сифат реакциялари ўтказилган, комплекс ҳосил бўлиш реакцияларини оптимал шароитлари ва спектрофотометрик тавсифлари танланган, комплексларнинг таркибий моллар нисбати ўрнатилган, 5МПААНС,S-2,4 реагенти ва мис(II), рух(II) ва симоб(II) комплексларини сезгирлиги ҳамда турли хил константалари спектрофотометрик методида аниқланган.

Электрон, ИҚ- ва ПМР- спектрларида реагентнинг идентификацияси текширилди. Пиридин ҳосилаларини тозалаш учун бир марталик қайта кристаллаш етарли ҳисобланади.

Спектрофотометрик тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ушбу ишда қўлланилган пиридилазо бирикмали ОАР сифатида фойдаланилган 5МПААНС,S-2,4 505-530 нм соҳаларда максимум нур ютилишнинг эгрлари битта эканлигини тавсифлади. Реагентнинг эритмадаги ҳолатини аниқлаш учун унинг нур ютилиш спектрини турли рН муҳитларга боғлиқлиги текширилди. Олинган натижалар 5МПААНС,S-2,4 ни рН 2,0-5,0 оралиғида 505-520 нм соҳаларда, рН 5,0-7,0 оралиғида 515-530 нм соҳаларда, рН 7,0-10,0 оралиғида 525-530 нм ва рН 10,0-13,0 оралиғида 510-525 нм соҳаларда максимум нур ютилишини кўрсатди.



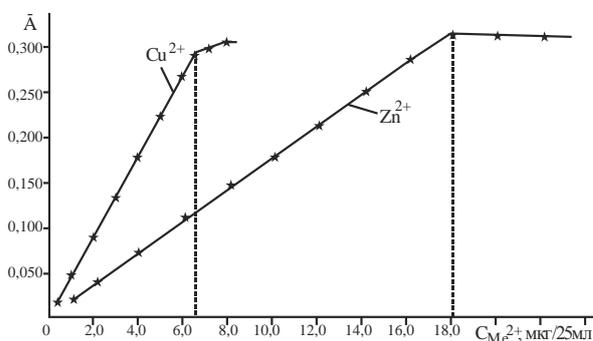
1-Расм. 5МПААНС,S-2,4 билан Cu(II)-1, Zn(II)-2 и Hg(II)-3 комплекслари ОЗ ни муҳит кислоталилигига боғлиқлиги графиги.

Олинган натижаларга асосланиб металл ва реагентнинг доимий концентрациясида комплекслар эритмаларининг оптик зичлигини (ОЗ) эритма рН га боғлиқлиги графиги тузилди (1-расм). Комплекснинг ОЗ эритмаларнинг рН-и ортиши билан ортиб боради, комплекснинг максимал ОЗ Cu(II)-1 комплекси учун рН=3,5-4,8, Zn(II)-2 комплекси учун рН=5,9-7,0 ва Hg(II)-3 комплекси

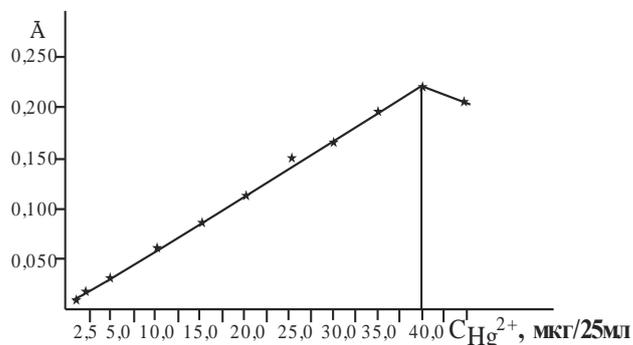
учун  $pH=8,0-9,0$  оралиғида кузатилди. Олинган натижаларга асосан оптимал  $pH$  сифатида  $Cu(II)$  комплекси учун  $pH=4,0$ ,  $Zn(II)$  комплекси учун  $pH=6,5$  ва  $Hg(II)$  комплекси учун  $pH=8,6$  танланди.

Металларнинг тўлиқ комплексга боғланишини таъминлаш мақсадида реагентнинг оптимал миқдорини аниқлаш учун металл ионлари концентрациясини ўзгармас ҳолда реагентнинг миқдори оширилиб бир нечта тажрибалар ўтказилди. 10,0 мкг  $Cu(II)$ , 20,0 мкг  $Zn(II)$  ва 40,0 мкг  $Hg(II)$  миқдорларини комплексга тўлиқ ўтказиш учун 0,05%-ли 5МПААНС,S-2,4 реагенти эритмасидан  $Cu(II)$  иони учун 0,9 мл ва  $Zn(II)$  иони учун 1,5 мл, 0,1%-ли 5МПААНС,S-2,4 реагенти эритмасидан  $Hg(II)$  иони учун 1,3 мл етарли бўлди. Кейинги тадқиқот ишларида реагентнинг оптимал миқдори сифатида юқорида аниқланган ҳажмлардан фойдаланилди.

5МПААНС,S-2,4 билан мис(II), рух(II) ва симоб(II) комплексларининг юқори сезгирлиги, контрастлиги, вақтга нисбатан барқарорлиги, шунингдек,  $Cu(II)$ ни кислотали,  $Zn(II)$ ни нейтрал ва  $Hg(II)$ ни ишқорий муҳитларда реакцияларини олиб борилиши спектрофотометрик анализда қўллаш имконини берди. Оптимал шароитлар асосида металл ионларининг 5МПААНС,S-2,4 билан реакцияларини Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсиниши аниқланди. Комплексларнинг ОЗ ва  $Cu(II)$ ,  $Zn(II)$  ва  $Hg(II)$  металл ионларини концентрацияси орасидаги тўғри чизиқли боғланиш 25,0 мл сувли эритмада  $Cu(II)$  учун 0,50-6,50 мкг,  $Zn(II)$  учун 1,0-18,0 мкг ва  $Hg(II)$  симоб 1,0-40,0 мкг оралиғида кузатилди (2 ва 3 расм).



2-расм. 5МПААНС,S-2,4 билан Мис(II) ва рух(II) комплексларини Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсунуши графиги.

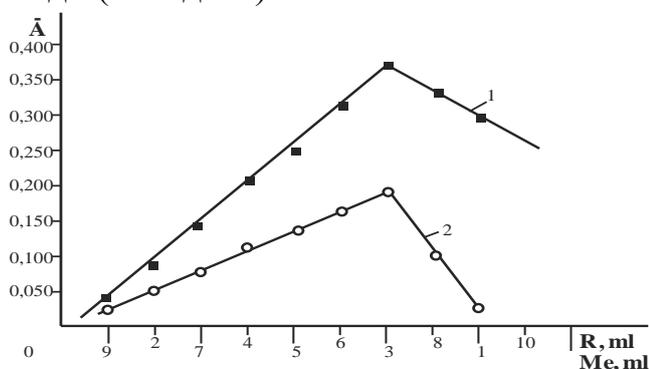
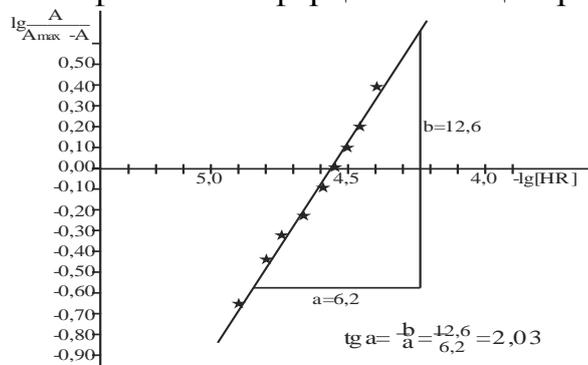


3-расм. 5МПААНС,S-2,4 билан симоб(II) комплексини Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсунуши графиги.

Мис(II), рух(II) ва симоб(II) комплексларининг 5МПААНС,S-2,4 реагенти билан таркибий моллар нисбати мувозанатлар силжиши, спектрофотометрик титрлаш, изомоляр сериялар ва Асмуснинг тўғри чизиқли методлари билан аниқланди. Эритмаларнинг умумий ҳажми доимий ҳолда ( $V_{Me}+V_R=const$ ) сақланиб металл тузларини эритмалари ва реагентнинг изомоляр миқдорлари антибат нисбатларда аралаштирилиб реакцияга киришувчи компонентларнинг нисбатлари аниқланди. Бунда эритманинг умумий ҳажмида иккита компонентнинг грамм-молининг умумий миқдори доимо ўзгармас ҳолда сақланди. Натижалар (4,5-расмлар) 5МПААНС,S-2,4 билан  $Cu(II)$ ,  $Zn(II)$  ва  $Hg(II)$  комплексларни таркиби тўртта ҳар хил ва

мустақил усуллар билан текширилганда ҳам, бир хил ва Me:R 1:2 нисбатга тенглигини кўрсатди.

Комплекс ҳосил бўлишининг оптимал шароитларида рангли реакцияларининг асосий спектрофотометрик тавсифларидан: реагент ва комплекснинг максимум нур ютилиш спектрлари, реакция контрастлигини тавсифловчи  $\Delta\lambda$  фарқи ва бошқалар олинди (1-жадвал).



4-расм. Мувозанатлар силжииши усули билан 5МПААНС,S-2,4 билан  $\text{Cu(II)}$  комплексини таркибий моллар нисбатини аниқлаш графиги.

5-расм. Изомольяр сериялар усули билан 5МПААНС,S-2,4 билан  $\text{Zn(II)}$ -1 ва  $\text{Hg(II)}$ -2 комплексларини таркибий моллар нисбатини аниқлаш графиги.

5МПААНС,S-2,4 ни нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти (НЮМСК) ва диссоциланиш константаси ( $K_{\text{дисс}}$ ) Комар методи билан спектрофотометрик методида аниқланди. Бунда ўзгармас концентрацияли реагент эритмаси ва рН турли хил қийматларда бўлган буфер эритмалардан фойдаланилди. Барча тажрибаларда 5МПААНС,S-2,4 ни концентрацияси  $2,172 \cdot 10^{-5}$  моль/л ни ташкил қилди. Тажрибалардан олинган натижаларга кўра Комар методи билан НЮМСК ва реагентнинг  $K_{\text{дисс}}$  3306 ва  $2,95 \cdot 10^{-8}$  ( $\text{p}K=7,53$ ) тенглиги ҳисоблаб топилди, бунда 5МПААНС,S-2,4 нафтол ядросидаги  $\text{OH}^-$  дан  $\text{H}^+$  нинг диссоциланиши кузатилади. 5МПААНС,S-2,4 реагенти билан мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини комплекс ҳосил бўлиш реакцияларида ҳақиқий НЮМСК ( $\epsilon_{\text{ҳақ}}$ ) ва мувозанат константаси  $K_{\text{мув}}$ . Толмачёв методи билан топилди (1-жадвал). Бунда тенг концентрацияли эритмалардан фойдаланилди (моль/л): ( $C_{\text{Cu}^{2+}}=C_{\text{HR}}=3,14 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{\text{Zn}^{2+}}=C_{\text{HR}}=1,53 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{\text{Hg}^{2+}}=C_{\text{R}}=2,00 \cdot 10^{-4}$ ).

1-жадвал

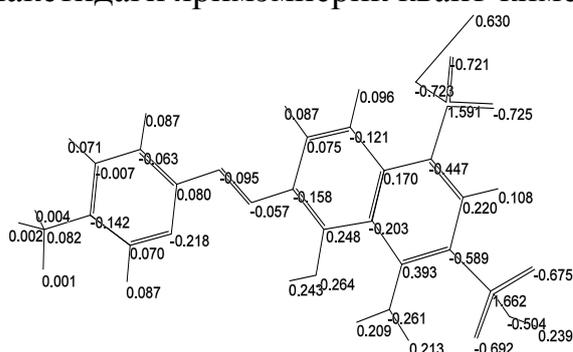
$\text{Cu(II)}$ ,  $\text{Zn(II)}$  ва  $\text{Hg(II)}$  комплексларини спектрофотометрик тавсифлари

Комплекс таркиби	$\lambda_{\text{макс}}$ , нм		$\Delta\lambda$ , нм	$\epsilon_{\text{ҳақ}}$ (MeR)	$K_{\text{мув}}$	$K_{\text{бек}}$	$\beta_{\text{барк}}$	$\lg\beta_{\text{барк}}$
	Комп-лекс	Реа-гент						
$\text{Cu-(5МПААНС,S-2,4)}_2$	595	505	90	20000	2,73	$3,37 \cdot 10^{-18}$	$2,97 \cdot 10^{17}$	17,47
$\text{Zn-(5МПААНС,S-2,4)}_2$	565	510	55	42017	$1,26 \cdot 10^{-4}$	$6,95 \cdot 10^{-22}$	$1,44 \cdot 10^{21}$	21,16
$\text{Hg-(5МПААНС,S-2,4)}_2$	645	540	105	52632	$9,03 \cdot 10^{-7}$	$8,51 \cdot 10^{-23}$	$1,18 \cdot 10^{22}$	22,07

Диссертациянинг «5МПААНС,S-2,4 ва унинг мис(II), рух(II), симоб(II) билан комплексларининг физик-кимёвий тадқиқоти ҳамда металл-ионларини аниқлашнинг селективлиги» деб номланган 3-бобида мис(II), рух(II) ва симоб(II) комплексларини зарядлари аниқланган, 5МПААНС,S-2,4

молекуласи атомларининг энергиялари квант-кимёвий ҳисобланган, 5МПААНH,S-2,4 ва унинг комплексларини тузилиши ИҚ- ва ПМР-спектроскопияси билан таҳлил қилинган. Даражаланган график тенгламалари кичик квадратлар усулида ҳисобланган, мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларининг қуйи аниқланиш чегараси аниқланган. 5МПААНH,S-2,4 ёрдамида мис(II), рух(II) ва симоб(II) миқдорларини бегона ионлар иштирокида спектрофотометрик аниқланган.

Маълумки, ҳозирги кунда кимё ва молекуляр динамика методлари молекуляр, кристалл ва оралиқ (нано) ўлчамдаги мураккаб системаларнинг электрон ва атом тузилишини моделлаштиришда кенг қўлланилмоқда. Ушбу ишда пиридин асосидаги реагент молекуласидаги атомларни электрон тузилиши ва реакция қобилиятини билиш учун HyperChem дастурлар пакетидаги яримэмперик квант-кимёвий методидан фойдаланилди (6-расм).



6-расм. MNDO-усули бўйича 5МПААНH,S-2,4 молекуласидаги атомларда электрон зичликларни тақсимланиши.

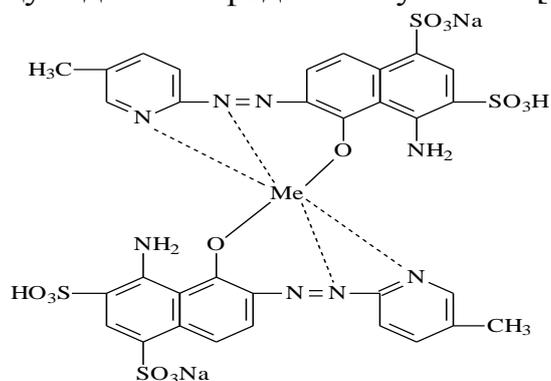
MNDO методида 5МПААНH,S-2,4 молекуласидаги юқори банд қилинган атомларни эффектив зарядларининг квант-кимёвий ҳисоблаш натижаларини кўрсатишича, мис(II), рух(II) ва симоб(II) комплексларида донор-акцептор боғлари пиридин ҳалқасининг азот атоми ва пиридин ҳалқасига яқин бўлган диазо-гурухидаги азот атоми билан ҳамда ион боғ, нафтол ҳалқасининг гидроксил гурухидаги водород

ионларининг алмашилиши ҳисобига юзага келади.

Азобирикмаларнинг тузилишини идентификация қилиш учун реагент ва унинг Cu(II), Zn(II) ва Hg(II) комплексларини ИҚ-спектрлари олинди. 2800-2500  $\text{см}^{-1}$  соҳаларда ютилишнинг йўқлиги азореагент молекулаларини мономер тузилганлигидан далолат беради. Нафтолдаги гидроксил гурухи ҳисобига мавжуд бўладиган ички молекуляр кучли водород боғ димер (ёки полимер) ларнинг ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади.

Реагентнинг ИҚ-спектрида қуйидаги тавсифловчи ютилиш частоталари кузатилди: 2868, 2942  $\text{см}^{-1}$  да метил гурухи (-CH<sub>3</sub>) нинг симметрик ва ассиметрик валент тебранишлари; 3228, 3258  $\text{см}^{-1}$  да гидроксил гурухининг валент тебраниши 1542  $\text{см}^{-1}$  да ароматик ҳалқадаги C=C боғининг валент тебраниши; 1654  $\text{см}^{-1}$  да диазогурухининг (-N=N-) валент тебраниши; 1077, 1191  $\text{см}^{-1}$  да сульфогурухнинг (-SO<sub>3</sub><sup>-</sup>) симметрик ва ассиметрик валент тебраниши; 673  $\text{см}^{-1}$  да -S-O гурухининг валент тебраниши; 1497  $\text{см}^{-1}$  ва 3443  $\text{см}^{-1}$  да аминогурухнинг (-NH<sub>2</sub>) деформацион ва валент тебраниши; 792  $\text{см}^{-1}$  да нафталин ҳалқасидаги -C-H боғининг деформацион тебраниши; 3034  $\text{см}^{-1}$  да ароматик ҳалқадаги C-H боғининг валент тебраниши; 1405, 1366  $\text{см}^{-1}$  да -CH<sub>3</sub> гурухидаги -C-H боғининг ассиметрик ва симметрик деформацион тебранишлари аниқланди. Реагентнинг ПМР спектрида пиридин ҳалқасидаги

протонлардан Н-3, Н-4, Н-6  $\delta$ 5,85-6,05 м.у. да мультиплет сигнал, пиридин ҳалқасидаги метил гуруҳининг протонидан  $\delta$  2.24 м.у. синглет сигналлари намоён бўлди. Кучсиз майдон соҳасида гидроксил гуруҳининг протонидан  $\delta$  11.38 м.у. да синглет сигнал намоён бўлди. Нафтол ҳалқасидаги бошқа Н-протонлари  $\delta$  7.08-7.11 м.у. да дублет сигналларини кимёвий силжиши кузатилди. 5МПААНС,S-2,4 комплексларининг ИҚ-спектрларида –ОН гуруҳи валент частоталарининг яққол кузатилмаслигини металл иони нафтол ҳалқасидаги ОН<sup>-</sup> гуруҳининг кислород орасида Ме-О боғининг ҳосил бўлиши билан тушунтириш мумкин. Комплекслар тузилишини тасдиқлайдиган охириги частоталарнинг таҳлилини қуйидагича хулоса қилиш мумкин: 516-554 см<sup>-1</sup> соҳаларда –О-Ме боғининг валент тебраниши; 2961-2980 см<sup>-1</sup> соҳаларда ароматик ҳалқадаги –С-Н боғининг валент тебраниши; 2848-2924 см<sup>-1</sup> соҳаларда –СН<sub>3</sub> гуруҳининг симметрик ва ассиметрик валент тебранишлари; 1068-1158 см<sup>-1</sup> соҳаларда ароматик ҳалқадаги иккита SO<sub>3</sub><sup>-</sup> гуруҳининг симметрик и ассиметрик валент тебранишлари; 1652-1653 см<sup>-1</sup> соҳаларда N=N гуруҳининг валент тебранишлари, 3417-3447 см<sup>-1</sup> соҳаларда тебраниш частоталарини мавжудлиги –NH<sub>2</sub> гуруҳининг борлигини тасдиқлайди. Комплексларнинг ИҚ-спектрларида асосий ўзгариш гидроксигуруҳ (ОН) даги валент тебранишлари соҳасида юз беради. Реагент ва комплекслар ИҚ спектридаги асосий фарқ комплекс бирикмаларда 516-554 см<sup>-1</sup> соҳада кўшимча чўққиларнинг борлиги билан асосланади. Бу соҳада чўққиларнинг пайдо бўлиши гидроксил гуруҳидаги водороднинг сиқиб чиқарилиши ҳисобига металл ионлари ва гидроксил гуруҳидаги кислород атоми орасидаги валент боғнинг пайдо бўлиши билан тушунтирилади. Реагент молекуласидаги диазогуруҳнинг валент тебраниши 1654 см<sup>-1</sup> да, комплекс бирикмалардаги диазогуруҳнинг валент тебраниши 1652-1658 см<sup>-1</sup> соҳаларда кузатилади, бу эса ўз навбатида диазогуруҳ билан металл ионлари орасида координацион боғ борлигидан далолат беради. Қолган функционал гуруҳлар барча комплексларнинг ИҚ-спектрларида деярли бир хил. Текширилаётган 5МПААНС,S-2,4 билан Cu(II), Zn(II) ва Hg(II) ионларини рангли комплекс бирикмаларининг тузилишини ИК-спектроскопик таҳлил натижалари, таркибий моллар нисбати ва квант-кимёвий ҳисоблаш натижалари асосида қуйидагича ифодалаш мумкин:  $2[HR]^{2-} + Me^{2+} \rightarrow [MeR_2]^{2-} + 2H^+$ .



5МПААНС,S-2,4 реагенти билан мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионлари комплексларини аналитик қўллашда металл ионининг миқдорини топиш учун, спектрофотометрик методи билан ўлчанаётган “У” катталиги, оптик зичлик “А” аниқланаётган модда миқдори “Х<sub>1</sub>” га боғлиқлиги графигидан фойдаланилди.

Тўғри чизик тенгламаси Cu(II) учун  $Y_i = 0,0036 + 0,045X_i$ ; Zn(II) учун  $Y_i = 0,0054 + 0,0171X_i$  ва Hg(II) учун  $Y_i = 0,0033 + 0,0055X_i$  га тенг бўлди.

Реагентнинг энг муҳим кўрсаткичларидан бири бўлган анализда ишлатилиш имкониятини ва методнинг танлаб таъсир этувчанлигини аниқлаш мақсадида бегона ионларнинг мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлашга таъсирини тадқиқоти ўтказилди. Аниқлаш умумий методика асосида оптимал шароитларда ўтказилди. Натижаларнинг кўрсатишича, 5МПААНС,S-2,4 реагенти билан 6,0 мкг мис(II) ни аниқлашда  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (1:1);  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^-$  (1:0,5), 15,0 мкг рух(II) аниқлашда  $\text{Cu}^{2+}$ (1:7,5),  $\text{Ni}^{2+}$ , цитрат (1:5),  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SCN}^-$  (1:0,5),  $\text{Ti}^{3+}$  ЭДТА и  $\text{OH}^-$  (1:0,1) ва 30,0 мкг симоб(II) аниқлашда  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^+$  (1:33);  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  (1:10);  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  (1:3);  $\text{Cl}^-$  (1:1) ҳалақит беради. Реагентнинг селективлигини оширилиши комплекс ҳосил бўлишнинг оптимал шароитларини тўғри танлаш билан боғлиқ, бу эса ОЗМ ларни аниқлаш методининг юқори метрологик тавсифларига эришиш имкониятини берди.

Турли хоссали ва миқдорлардаги комплекс ҳосил қилувчи бирикмаларнинг бегона катионлари ҳамда ҳалақит берувчи анионларнинг таъсирини аниқлаш бўйича натижалар  $\text{Cu}(\text{II})$ ,  $\text{Zn}(\text{II})$  ва  $\text{Hg}(\text{II})$  ионларини индивидуал эритмаларда 5МПААНС,S-2,4 билан аниқлаш имкониятини берди, бу эса ушбу ионларни сунъий, бинар, мураккаб аралашмалар ва табиий ҳамда саноат объектлари таркибидан аниқлашга асос бўлди. Шунингдек, ушбу металлларни турли табиий ва саноат объектларига ўхшаш намуналари таркибидан юқори метрологик тавсифлар ва аналитик параметрлар билан спектрофотометрик аниқлашда қўллашга асос бўлди.

Диссертациянинг «**Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионлари аниқлашда ишлаб чиқилган спектрофотометрик методикаларини аналитик қўлланилиши**» деб номланган тўртинчи боби мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5МПААНС,S-2,4 эритмаси билан спектрофотометрик аниқлашга бағишланган. Ишлаб чиқилган спектрофотометрик методикалар ва олинган тажриба натижалари жаҳон адабиётларида маълум бўлган математик статистиканинг амалдаги қоида ва амаллари билан қайта ишланган. Ишлаб чиқилган методикани сунъий аралашма, табиий ва саноат объектлари (табиий сувлар, қотишма, минераллар, руда) ва бошқа реал табиий объектлар ҳамда саноат материаллари анализига қўллаш мумкин.

Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5МПААНС,S-2,4 билан ишлаб чиқилган методика юқорида келтирилган методика билан никобловчилар ( $\text{Cu}(\text{II})$  учун  $\text{F}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ;  $\text{Zn}(\text{II})$  учун  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{Hg}(\text{II})$  учун,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) қўшиб сунъий аралашма анализига фойдаланилди.

Олинган амалий натижалар мис(II), рух(II) ва симоб(II)ни табиати ва миқдорлари турлича бўлган ҳамда алоҳида ҳолда учраганда ҳалақит бермайдиган ва бирга учрайдиган металллар иштирокида табиий объектлар ва саноат материаллари ҳамда ҳалақит берувчи ионлар иштирокида аниқлаш имкониятини яратди. Мураккаб сунъий аралашмаларни тайёрлашда  $\text{Cu}(\text{II})$ ,  $\text{Zn}(\text{II})$  ва  $\text{Hg}(\text{II})$  ни аниқлашга ҳалақит берувчи ионлар асос қилиб олинди. Мураккаб сунъий аралашмалар анализи натижалари 2-жадвалда келтирилган. Олинган натижаларга кўра,  $\text{Cu}(\text{II})$ ,  $\text{Zn}(\text{II})$  ва  $\text{Hg}(\text{II})$  ионларини реал объектлар

таркибига мос бўлган сунъий аралашмалар таркибидан спектрофотометрик аниқлаш мумкинлиги, ишлаб чиқилган методикадаги нисбий стандарт четланиш ( $S_r$ ) нинг Cu(II) учун 0,020, Zn(II) учун 0,023 ва Hg(II) учун 0,016 дан ошмаслиги билан асосланади, бу эса ишлаб чиқилган методиканинг ишончилигини ва тўғрилигини кўрсатади.

2-жадвал

Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионлари миқдорини сунъий аралашма таркибидан аниқлаш натижалари ( $V=25,0$  мл,  $n=5$ ,  $P=0,95$ )

Сунъий аралашма таркиби (нисб.)	Кирилди $Me^{2+}$ , мкг,	A	Топилди $Me^{2+}$ , мкг $\bar{X} \pm \Delta X$	S	$S_r$	$\bar{X} \pm \Delta X$
Мис(II) ни аниқлаш, pH=4,0; $\lambda_{max}=595$ нм; $l=3,0$ см						
$K^+$ , $Na^+$ , $Br^-$ (500); $Mn^{2+}$ , $Ca^{2+}$ (75); $NH_4^+$ , $Ba^{2+}$ , $Al^{3+}$ (75); $Tl^{3+}$ , $Ni^{2+}$ , $Pb^{2+}$ (4); $CH_3COO^-$ (100); $F^-$ , $PO_4^{3-}$ (150); $Fe^{2+}$ (3);	6,00	0,275 0,284 0,280 0,270 0,282	6,03 6,23 6,14 5,92 6,18	0,122	0,020	6,10±0,15
Рух(II) ни аниқлаш, pH=6,5; $\lambda_{max}=565$ нм; $l=3,0$ см						
$K^+$ , $Na^+$ (500); $Bi^{3+}$ , $Ni^{2+}$ (0,5); $Co^{2+}$ (0,03); $NO_2^-$ , $Cl^-$ (50); $Hg^{2+}$ (0,02); $Mn^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $CH_3COO^-$ (100);	10,0	0,180 0,170 0,172 0,172 0,175	10,21 9,63 9,74 9,74 9,92	0,228	0,023	9,85±0,28
Симоб(II) ни аниқлаш, pH=8,6; $\lambda_{max}=645$ нм; $l=1,0$ см						
$K^+$ , $Na^+$ (500); $Ba^{2+}$ , $Al^{3+}$ (200); $V^{5+}$ , $Ag^+$ (100); $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ (30); $NH_4^+$ (150); $CH_3COO^-$ , $NO_2^-$ (100);	30,00	0,164 0,166 0,165 0,168 0,170	29,22 29,58 29,40 29,95 30,31	0,464	0,016	29,69±0,58

Ишлаб чиқилган мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5МПААНС,S-2,4 билан сезгир ва танлаб таъсир этувчан аниқлаш методи саноат қотишмаларининг стандарт намуналари (А 203-1, А 203-5, А 202-2с, М 123-1 ва М 99-5) анализига қўлланилди.

*Аниқлаш методикаси:* ҳажми 25 мл бўлган ўлчов колбаларига намуна эритмасининг тегишли миқдори, танланган pH даги 5,0 мл универсал буфер аралашмаси, мис(II) иони учун 0,9 мл ва рух(II) иони учун 1,5 мл  $1,086 \cdot 10^{-3}$  М 5МПААНС,S-2,4 эритмаси, ниқобловчи агентлар, мис(II) иони учун:  $F^-$  (1:300),  $CH_3COO^-$  (1:500), рух(II) иони учун:  $F^-$  (1:300),  $CH_3COO^-$  (1:500),  $S_2O_3^{2-}$  (1:50) да алюминий, кўрғошин, мис ва темир ионларини боғлаш учун қўшиб, эритманинг ҳажмини дистилланган сув билан 25,0 мл га етказилди. ОЗ КФК-3 қурилмасида Cu(II) учун  $\lambda=595$  нм ва  $l=3,0$  см да, Zn(II)  $\lambda=565$  нм ва  $l=3,0$  см да солиштирма эритмага нисбатан ўлчанди. Олинган натижалар ва уларнинг математик қайта ишлаш ҳисоблашлари 3-жадвалда келтирилган.

Шу тарзда бажарилган алюминий ва мис асосидаги стандарт саноат намуналарининг анализи натижалари (3-жадвал)дан кўришиб турибдики,

мис(II) ва рух(II) ионларини 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 азореагенти билан спектрофотометрик аниқлаш методи, ўзининг куйи аниқланиш чегараси, юқори сезгирлиги, танлаб таъсир этувчанлиги ва S<sub>r</sub> қиймати 0,043 дан ошмаганлиги билан ижобий тавсифланади.

3-жадвал

Мис(II) ва рух(II) ионларини алюминий ва мис асосидаги стандарт саноат қотишмалари таркибидан спектрофотометрик аниқлаш натижалари

Намун. номи., Me, %	V <sub>нам.</sub> , мл	Аликвот. Me <sup>2+</sup> микдор, мкг	$\bar{A}$	Топилди Me <sup>2+</sup> , мкг $\bar{X} \pm \Delta X$	S	S <sub>r</sub>
Мис(II) ни аниқлаш; $\lambda_{\max}=595$ нм; $\ell=3,0$ см; pH=4,0; n=3;						
А-203-1, 3,3	1,0	3,30	0,154	3,34±0,11	0,0453	0,0136
	1,5	4,95	0,231	5,05±0,10	0,0406	0,0080
	1,8	5,94	0,279	6,12±0,18	0,0714	0,0117
М 123-1, 81,964	0,1	2,05	0,098	2,10±0,11	0,0453	0,0215
	0,2	4,10	0,183	3,98±0,13	0,0520	0,0131
	0,3	6,15	0,280	6,14±0,11	0,0453	0,0074
М 99-5, 82,14	0,1	2,05	0,098	2,10±0,22	0,0900	0,0428
	0,2	4,11	0,192	4,19±0,14	0,0552	0,0132
	0,3	6,16	0,280	6,14±0,11	0,0453	0,0074
Рух(II) ни аниқлаш; $\lambda_{\max}=565$ нм; $\ell=3,0$ см; pH=6,50; n=5;						
А-203-5, 1,0	2,5	5,0	0,090	4,95±0,23	0,185	0,0374
	5,0	10,0	0,179	10,15±0,19	0,154	0,0154
	7,5	15,0	0,258	14,77±0,33	0,262	0,0177
А-202-2с, 0,15	2,0	3,0	0,056	2,96±0,24	0,095	0,0320
	4,0	8,0	0,143	8,05±0,45	0,180	0,0220
	5,0	10,0	0,176	9,98±0,24	0,096	0,0100

Cu(II) ва Zn(II) ионларини индивидуал ва мураккаб аралашмалар ҳамда реал объектларда тўғридан-тўғри спектрофотометрик аниқлашнинг шароитларини оптималлаштириш бўйича ўтказилган тадқиқотлар асосида табиий сувларда Cu(II) ва Zn(II) ни экспресс-аниқлаш методикаси ишлаб чиқилди.

*Намунани анализга тайёрлаш методикаси:* Сурхондарё вилоятида жойлашган Омонхона булоғидан олинган ҳажми 1,0 л бўлган намунани 2000 мл ли иссиққа чидамли стаканга солинди, устига 10-12 мл 1,0 н ли HNO<sub>3</sub> эритмаси солиб, аралашмани қум ҳаммомида қиздирилди, эритмани нам туз холигача буғлатилди. Чўкмани 10 мл бидистилланган сувда эритилди ва 50 мл ли стаканга филтёрлаб олинади.

Сўнгра эритмани 25,0 мл ли ўлчов колбаларига микдоран ўтказилди, устига 0,5–2,0 мкг микдордаги мис(II), 1,0–7,0 мкг микдордаги рух(II) эритмалари (10,0 мкг/мл), 5,0 мл универсал буфер аралашмаси ва 0,9 ҳамда 1,5 мл  $1,086 \cdot 10^{-3}$  М 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 эритмаси солиниб, идишнинг чизиғигача бидистилланган сув билан тўлдирилди ва аралаштирилди.

Методнинг танлаб таъсир этувчанлигини яхшилаш мақсадида мис(II) учун: 8,0 мл F<sup>-</sup> ва 2,0 мл гликолят (10мкг/мл), рух(II) ни аниқлашда 4,0 мл F<sup>-</sup> ва 1 мл S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup> (10 мкг/мл) боғловчи агентлари солинди, ушбу агентлар

алюминий, марганец, мис ва мишьяк ионларини эритмада боғлайди. Мис(II) ни 5МПААН<sub>S,S-2,4</sub> билан рН 4,0 бўлган универсал буфер эритмада аниқлашга 1:18 нисбатдаги рух ионлари халақит бермайди. Рух(II) ни 5МПААН<sub>S,S-2,4</sub> билан рН 6,5 бўлган универсал буфер аралашма эритмасида аниқлашда 1:7,5 нисбатдаги мис ионлари халақит бермайди. Эритмаларнинг ОЗ ни КФК-3 билан  $\lambda=595$  нм ва  $\ell=3,0$  см да Cu(II) комплекси учун ҳамда  $\lambda=565$  нм ва  $\ell=3,0$  см да Zn(II) комплекси учун солиштирма эритмага нисбатан ўлчанди (4-жадвал).

4-жадвал

“Кўшилмалар методи” билан “Омонхона булоғи” суви таркибидан мис(II) ва рух(II) ионларини аниқлаш натижалари ( $V_{\text{сув}}=1.0$  л,  $n=5$ )

№	Кўшилди, Me <sup>2+</sup> , мкг	Эритмад. Me <sup>2+</sup> миқдор, мкг/25мл	$\bar{A}$	Топилди, Me <sup>2+</sup> , мкг, $\bar{X} \pm \Delta X$	Намунада. Me <sup>2+</sup> миқдор, мкг	S	S <sub>r</sub>
Мис(II) ни аниқлаш; рН=4,0; $\lambda_{\text{max}}=595$ нм; $\ell=3,0$ см; $Y_i=0,0036+0,045X_i$							
1	-	4,0	0,182	3,96±0,08	3,96	0,063	0,0159
2	0,50	4,5	0,205	4,48±0,06	3,98	0,050	0,0112
3	1,00	5,0	0,226	4,95±0,06	3,95	0,052	0,0105
4	2,00	6,0	0,272	5,96±0,06	3,96	0,045	0,0076
Рух(II) ни аниқлаш рН=6,5; $\lambda_{\text{max}}=565$ нм; $\ell=3,0$ см; $Y_i=0,0054+0,0171X_i$							
1	-	8,0	0,141	7,93±0,19	7,93	0,155	0,0195
2	2,00	10,0	0,174	9,86±0,15	7,86	0,120	0,0122
3	4,00	12,0	0,209	11,90±0,12	7,90	0,103	0,0086
4	6,00	14,0	0,245	14,01±0,16	8,01	0,131	0,0093

Табиий сувлар анализи натижалари (4-жадвал) га кўра, Zn(II) ва Cu(II) 5МПААН<sub>S,S-2,4</sub> билан спектрофотометрик аниқлаш методикаси, топилган оптимал шароитларда ўзининг тўғрилиги, ишончилиги, танлаб таъсир этувчанлиги, қуйи аниқланиш чегараси ва S<sub>r</sub> нинг 0,0195 дан ошмаслиги билан тавсифланади.

Шунга асосан рух(II) ва симоб(II) ионларини ёмғир сувлари таркибидан “киритилди-топилди” методи билан спектрофотометрик аниқлаш тадқиқоти амалга оширилди.

*Намунанинг анализи:* 200 мл миқдордаги ёмғир суви йиғиб олиниб, унга 1,0 мл (1,5 мл) рух(II)нинг стандарт (10,0 мкг/мл ли) эритмаси, 1,0 мл (2,0 ва 3,0 мл) симоб(II) нинг стандарт (10,0 мкг/мл ли) эритмаси солиниб, эритмани нам туз холигача буғлатилди, сўнгра туз 10,0 мл дистилланган сув билан эритилиб, 25,0 мл ли ўлчов колбасига миқдоран ўтказилди. Унга 5,0 мл рН 6,5 ва 8,6 бўлган универсал, (Hg(II) учун 10,0 мл Na-тетраборатли) буфер эритмалар солиниб рух(II) ва симоб(II) ионлари учун мос равишда, 1,5 мл 0,05% ли (рух(II) ионлари учун ва 1,3 мл 0,1 % ли симоб(II) ионлари учун 5МПААН<sub>S,S-2,4</sub> эритмаси, эритма дистилланган сув билан колбанинг белгисигача тўлдирилди ва аралаштирилди. ОЗ КФК-3 қурилмасида  $\lambda=565$

нм ва  $\ell=3,0$  см да Zn(II) комплекси учун ҳамда  $\lambda=645$  нм ва  $\ell=1,0$  см да Hg(II) комплекси учун солиштирма эритмага нисбатан ўлчанди (5-жадвал).

5-жадвал

“Киритилди-топилди” методи билан ёмғир суви таркибидан 5МПААНs,S-2,4 билан рух(II) ва симоб(II) ионлари микроикдорини аниқлаш натижалари ( $V_{\text{сув}}=0.2$  л,  $n=3$ )

№	Киритилди, Me <sup>2+</sup> , мкг	$\bar{A}$	Топилди, Me <sup>2+</sup> , мкг, $\bar{X} \pm \Delta X$	S	S <sub>r</sub>
Рух(II) ни аниқлаш; pH=6,5; $\lambda_{\text{max}}=565$ нм; $\ell=3,0$ см;					
1	10	0,175	9,92±0,45	0,180	0,018
2	15	0,262	14,89±0,29	0,115	0,008
Симоб(II) ни аниқлаш; pH=8,6; $\lambda_{\text{max}}=645$ нм; $\ell=1,0$ см;					
1	10	0,056	9,58±0,70	0,280	0,030
2	20	0,112	19,76±0,91	0,365	0,018
3	30	0,166	29,58±0,45	0,18	0,006

Олинган натижалар (5-жадвал) асосида хулоса қилиш мумкинки, ишлаб чиқилган спектрофотометрик методика ва ёмғир суви анализи натижалари ўзининг танлаб таъсир этувчанлиги ҳамда тезкорлиги билан тавсифланади.

Ишлаб чиқилган метод Сурхондарё вилоятида жойлашган Хондиза полиметалл рудаси анализига татбиқ этилди (6-жадвал).

6-жадвал

Хондиза рудаси таркибидан мис(II) ва рух(II) ионларини спектрофотометрик аниқлаш натижалари ( $m_{\text{нам.}}=0,1000$  г,  $n=5$ )

№	$V_{\text{нам.}}$ , мл	Аликвот. Me <sup>2+</sup> микдор, мкг	$\bar{A}$	Топилди Me <sup>2+</sup> , мкг $\bar{X} \pm \Delta X$	S	S <sub>r</sub>
Мис(II) ни аниқлаш; pH=4,0; $\lambda_{\text{max}}=595$ нм; $\ell=3,0$ см; $Y_i=0,0036+0,045X_i$						
1	0,5	2,86	0,132	2,85±0,05	0,044	0,0154
2	1,0	5,73	0,262	5,74±0,05	0,044	0,0077
3	1,1	6,30	0,286	6,28±0,05	0,042	0,0067
Рух(II) ни аниқлаш; pH=6,5; $\lambda_{\text{max}}=565$ нм; $\ell=3,0$ см; $Y_i=0,0054+0,0171X_i$						
1	1,0	6,19	0,110	6,12±0,23	0,185	0,0030
2	2,0	12,37	0,214	12,20±0,17	0,137	0,0112
3	2,5	15,46	0,268	15,36±0,23	0,185	0,0120

Шундай қилиб, бажарилган тадқиқотлар натижасида (2-6 жадваллар), танланган оптимал шароитлар натижасида ишлаб чиқилган спектрофотометрик аниқлаш методикаси мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлашда S<sub>r</sub> барча ҳолатларда 0,043 дан ошмаслиги, аниқланган ионларнинг микдорлари ишончлилиқ эҳтимоллиги чегарасидан чиқмаслиги, натижаларнинг тўғрилиги ва қайта такрорланувчанлиги, танлаб таъсир этувчанлиги ҳамда қуйи аниқланиш чегараси билан долзарб ҳисобланади ҳамда реал объектлар анализига қўллаш тавсия этилади.

## ХУЛОСАЛАР

1. Илк бор мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини янги селектив органик аналитик реагент - 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотанинг мононатрийли тузи билан спектрофотометрик аниқлаш методикалари тавсия қилинди.

2. Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотани мононатрийли тузи билан спектрофотометрик аниқлашнинг оптималлаштирилган шароитларида: оптик зичликнинг нур фильтрига, эритмаларнинг кислоталилигига (рН), реагент миқдорига боғлиқлиги, спектрал тавсифлари, таркибий моллар нисбати ( $Me^{2+}:HR=1:2$ ) ва Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсиниши ўрнатилди ҳамда 25,0 мл сувли эритмада Cu(II) иони учун 0,50-6,50 мкг, Zn(II) иони учун 1,0-18,0 мкг, Hg(II) иони учун 1,0-40,0 мкг оралиғида комплекс ҳосил қилиш реакцияларига асосланиб, аниқлаш методикаси тавсия этилди.

3. Илк бор мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотани мононатрийли тузи билан комплекс ҳосил қилиш реакцияларининг ҳақиқий моляр сўндириш коэффициентлари, мувозанат, барқарорлик ҳамда беқарорлик константалари аниқланиб, уларнинг ортиб бориш қатори келтирилди. Cu(II), Zn(II), Hg(II) қатори кетма-кетлигида сезгирлик мос равишда  $\epsilon_{CuR_2}=20000$ ,  $\epsilon_{ZnR_2}=42017$ ,  $\epsilon_{HgR_2}=52632$  ва барқарорлик константалари мос равишда  $\beta_{барқ.CuR_2}=2,97 \cdot 10^{17}$ ,  $\beta_{барқ.ZnR_2}=1,44 \cdot 10^{21}$ ,  $\beta_{барқ.HgR_2}=1,18 \cdot 10^{22}$  тартибида ортиб бориши аниқланди.

4. Мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлашнинг спектрофотометрик методлари ишлаб чиқилди, селективлиги аниқланди ва сунъий бинар, мураккаб аралашмалар, стандарт саноат қотишмалари, табиий сувлар ҳамда реал табиий объектлар таркибидан мис(II), рух(II) ва симоб(II) ионларини аниқлаш методикасининг осон бажарилиши, селективлиги, сезгирлиги, экспресслиги ва аниқликни ошганлиги исботланди.

5. Ишлаб чиқилган методикаларнинг тўғрилиги ва қайта тикланувчанлиги “киритилди-топилди” методи ёрдамида аниқланди, ушбу ионларни қуйи аниқланиш чегараси ўрнатилди ҳамда олинган натижалар метрологик баҳоланди.

6. Cu(II), Zn(II) ва Hg(II) ионларининг спектрофотометрик аниқлаш методикалари реал объектлар анализларига қўллаш тавсия этилди, «Муборак газни қайта ишлаш заводи» МЧЖ ва Ўзбекистон Республикаси ИИВ «Эксперт-Криминалистика Бош Маркази» нинг аналитик лабораторияларида жорий қилинди, шунингдек ЎЗМУ, ЖизДПИ, ТерДУ ва ГулДУ да бакалавриатурада ўқитиладиган махсус курслар ўқув жараёнларига қўлланилди ҳамда амалий машғулотлар рўйхатига киритилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc14.07.2016.K.01.03 ПРИ  
НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА**

**ТОДЖИЕВ ЖАМОЛИДДИН НАСИРИДДИНОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ(II), ЦИНКА(II) И РТУТИ(II) НОВЫМ  
АЗОРЕАГЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПИРИДИНА**

**02.00.02–Аналитическая химия**

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

**Ташкент–2019**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2019.2.PhD/K184.

Докторская диссертация выполнена в Национальном университете Узбекистана.

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

**Научный руководитель:** **Турабов Нурмухаммат Турабович**  
кандидат химических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** **Абдурахмонов Эргаш**  
доктор химических наук, профессор

**Султонов Марат Мирзаевич**  
доктор химических наук, доцент

**Ведущая организация:** **Ташкентский химико-технологический институт**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г. в \_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.K.01.03 при Национальном университете Узбекистана. (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Университетская, 4. Тел.: (998 71) 246-07-88; (998 71) 227-12-24, факс: (+99871) 246-53-21; 246-02-24, e-mail: chem0102@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального университета Узбекистана (зарегистрирован за №\_\_\_). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Университетская, 4. Тел.: (+99871) 246-07-88, 277-12-24; факс: (+99871) 246-53-21; 246-02-24.)

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

(реестр протокол рассылки №\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г).

**Х.Т. Шарипов**  
Председатель Научного совета  
по присуждению ученых степеней,  
д.х.н., профессор

**Д.А. Гафурова**  
Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.х.н.

**А. М. Насимов**  
Заместитель председателя научного семинара  
при Научном совете по присуждению ученых  
степеней, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день стремительное развитие химической и текстильной промышленности, медицины, автомобилестроения, электротехники, электроэнергетики и народного хозяйства приводит к загрязнению природной среды различными газообразными, жидкими и твёрдыми отходами производства, тяжёлыми токсичными металлами (ТТМ), что приводит к острой экологической проблеме, имеющей приоритетное социально-экономическое значение, а устранение причин ее возникновения является одной из основных задач. Рациональное использование ТТМ в промышленности, а также разработка и контроль экспрессных, дешёвых, селективных методов определения содержания их микроколичеств имеет важное практическое значение.

Исследованиям, проводимых в мире по извлечению особо чистых ТТМ из руд и промышленных отходов и разработке избирательных и высокочувствительных методов определения их составов уделяется особое внимание. Ведущими учеными мира проведен ряд теоретических работ по созданию высокочувствительных, селективных и экспрессных методов определения ТТМ, в том числе ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с использованием органических аналитических реагентов (ОАР), содержащих новые комплексообразующие функционально аналитические группы.

В нашей стране за годы независимости в химической промышленности были достигнуты определенные результаты, в частности, проведены широкомасштабные практические мероприятия по обеспечению местного рынка импорт замещаемыми химическими реагентами. Следует отметить, что в Республике уделяется большое внимание мероприятиям по системе научно обоснованного ведения промышленных объектов и охраны окружающей среды через внедрение инновационных технологий. В Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан<sup>1</sup>, намечены задачи по «Совершенствованию промышленности на качественно новый уровень, дальнейшей интенсификации производства готовой продукции на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, освоению выпуска принципиально новых видов продукции и технологий». Ввиду широкого применения в нашей Республике таких ТТМ как медь, цинк и ртуть в химической промышленности, авиации, медицине, народном хозяйстве, разработка современных, более надежных, экспрессных и экономически дешёвых методов их определения имеет особое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени направлено на выполнение задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан за № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики VII. Химия, химическая технология и нанотехнология.

**Степень изученности проблемы.** Определением ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) занимались и занимаются разные исследователи мирового уровня. Разработанные ими физические, физико-химические и др. методики определения ионов этих металлов характеризуются сложным аппаратным оформлением и являются дорогостоящими, а это в свою очередь привело к необходимости разработки новых, более совершенных и современных методов спектрофотометрического определения ионов этих металлов, отвечающих всем существующим требованиям.

Необходимо отметить наиболее часто цитируемые работы авторов: Hagivara K., Muraki I., Shar G. A., Soomro G.A., Guo Y., Din B., Tian M., Liu Y., Meng S., Chang X., Jeoung M.S., Choi H.S., Qinhan J., Sinn H. и многих других, работающих в этой области, которые совместно с учеными стран СНГ также внесли высокий вклад в развитие спектрофотометрического метода определения элементов: Алимарин И.П., Бабко А.К., Пилипенко А.Т., Золотов Ю.А., Москвин Л.Н., Саввин С.Б., Шпигун О.А., Иванов В.М., Бусев А.И., Долманова И.Ф., Шпигун Т.Н., Дорохова Е.Н., Васильев В.П., Булатов А.В. и др. Их исследования были направлены на спектрофотометрическое определение металлов, в том числе ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II).

К этому ряду ученых относятся и современные узбекские ученые, один из них академик Толипов Ш.Т., создавший Республиканскую и среднеазиатскую школу химиков аналитиков, посвятивших свои работы оптическим и электрохимическим методам анализа, в частности фотометрическим, спектрофотометрическим, комплексонометрическим, инверсионно-вольтамперометрическим и амперометрическому титрованию ТТМ и др. Развитие данного направления в Узбекистане непосредственно связано с исследованиями таких ученых как: Хадеев В.А., Жданов А.К., Джиянбаева Р.Х., Бабаев Н.Б., Хамракулов Т.К., Геворгян А.М., Рахматуллаев К.З., Круковская Е.Л., Шестерова И.П., Чапрасова Л.В., Файзуллаев О.Ф., Турабов Н.Т., Сманова З.А., Насимов А.М., Абдурахманов Э. и др. Все это свидетельствует о широком поле для научных исследований, связанных с синтезом и применением новых ОАР для спектрофотометрического определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с целью экологического и аналитического применения их в практике.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного заведения.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ фундаментальных и прикладных проектов Национального университета Узбекистана по темам Ф.22-7 «Синтез региоселективных органических реагентов» (2012-2016 г.г.) и А.12-53

«Иммобилизованные реагенты на полимерных носителях в разработке фотометрических и сорбционно-фотометрических методов определения экотоксикантов в объектах окружающей среды» (2015-2017 г.г.).

**Цель исследования** является разработка оптимальных условий определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с помощью нового чувствительного и селективного азореагента и применение к анализу реальных объектов.

**Задачи исследования:**

использование нового азореагента – моноватриевой соли 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты (5МПААНС,S-2,4) в качестве ОАР для определения микро и макроколичеств ионов Cu(II), Zn(II) и Hg(II) и определение оптимальных условий образования его цветных комплексов;

определение физико-химических свойств 5МПААНС,S-2,4 и его комплексов с Cu(II), Zn(II) и Hg(II), спектральных характеристик, истинных молярных коэффициентов светопоглощения, состава и молярных соотношений компонентов комплексных соединений, констант равновесия, неустойчивости и устойчивости;

расчет уравнений прямых линий градуировочных графиков и проверка избирательности исследуемых аналитических реакций в присутствии посторонних ионов;

определение правильности и воспроизводимости, установление нижней границы определяемых содержаний ионов разработанными методиками и метрологическая оценка полученных результатов;

испытание разработанных методик в лабораторных условиях и разработка новых оптических методик определения ионов Cu(II), Zn(II), Hg(II) в составе реальных объектов и применение их для изыскания и нахождения рациональных путей анализа различных по природе сложных объектов и материалов.

**Объектами исследования** являются стандартные образцы промышленных сплавов различного состава, природные воды и руды.

**Предметом исследования** является медь, цинк и ртуть, и его соединения, являющиеся высокотоксичными компонентами объектов окружающей среды.

**Методы исследования.** В качестве методов исследований использованы спектрофотометрический, фотометрический, потенциометрический, ИК- и ПМР- спектроскопические, статистические методы обработки полученных данных и квантово-химические вычисления.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые определены истинный молярный коэффициент светопоглощения и константа диссоциации нового селективного органического аналитического реагента моноватриевой соли 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты;

впервые определены истинные молярные коэффициенты светопоглощения, константы равновесия и устойчивости комплексообразования ионов Cu(II), Zn(II) и Hg(II) с моноватриевой солью 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты спектрофотометрическим методом;

впервые созданы методики определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) моновалентной солью 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты;

разработаны спектрофотометрические методы определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II), определена их селективность и доказана повышение селективности и точности определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в составе модельных, бинарных, более сложных смесях, имитирующих реальные природные объекты, стандартных промышленных сплавах и природных водах.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана высокочувствительная, экспрессная, экономически дешёвая, избирательная методика определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в бинарных и более сложных смесях, промышленных образцах, природных водах, минералах и других объектах реагентом 5МПААНС,S-2,4;

определены оптимальные условия: кислотность среды и концентрация ионов металлов и реагента, а также другие физико - химические характеристики;

созданы селективные спектрофотометрические методики определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) реагентом 5МПААНС,S-2,4 в модельных бинарных и более сложных смесях, имитирующие реальные объекты, и промышленных алюминиевых и медных сплавах.

**Достоверность результатов исследования** доказана такими современными физико-химическими методами как фотометрия, спектрофотометрия, потенциометрия, квантово-химическими расчетами, ИК и ПМР спектроскопии. Выводы сделаны на основе экспериментальных результатов, обработанных методами математической статистики.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в разработке спектрофотометрических методик определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в их индивидуальных растворах, модельных бинарных и более сложных смесях, обеспечивающих анализ природных вод, промышленных сплавов на основе алюминия и меди и других сложных по природе материалов и объектов окружающей среды.

Практическая значимость результатов исследования: разработанные спектрофотометрические методики используются в практической реализации определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в объектах окружающей среды с нижней границей их измеряемых концентраций на уровне ПДК и значительно ниже, что позволило обеспечить определение точного количества этих экотоксикантов в различных объектах.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов научного исследования по разработке спектрофотометрических методов определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с 5МПААНС,S-2,4:

спектрофотометрические методики определения микроколичеств меди(II), цинка(II) и ртути(II) в реальных объектах внедрены в практику аналитической лаборатории ООО «Мубарекского газоперерабатывающего

завода” (справка ООО «Мубарекский газоперерабатывающий завод” 687/GK-19-05 от 22 мая 2019 года). В результате разработанные спектрофотометрические методики при определении микроколичеств ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) дали возможность увеличить селективность, чувствительность, экспрессность и точность определений;

методика спектрофотометрического определения ионов ртути(II) внедрена в лабораторию «Экспертно-криминалистического Центра» МВД РУз при определениях ионов ртути(II) в качестве вещественных доказательств (справка Экспертно-криминалистического Центра МВД РУз 21/1321 от 29 октября 2019 г.). В результате разработанной методики спектрофотометрического определения ионов ртути(II) 5МПААHS,S-2,4 повышена чувствительность и улучшены возможности их анализа;

методики спектрофотометрического определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) использованы при очистке воды от ионов тяжелых металлов в рамках прикладного проекта А-7-46 «Утилизация отходов при создании композитов наносорбентов на основе каолина, фосфогипса и угля» (справка Министерства Высшего и среднего специального образования 89-03-3315 от 04 сентября 2019 года). В результате выявлены возможности очистки воды от ионов тяжелых металлов и оценки ее токсичности.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были доложены и обсуждены на 12 научно-практических конференциях, в том числе на 3 международных и 9 Республиканских.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 5 научных статей, в том числе 3 в Республиканских и 2 в международных журналах, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

**Структура и объём диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объём диссертации составляет 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, цель и задачи исследования, характеризуются объекты и предметы исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты научная и практическая значимость результатов диссертации, сделаны выводы о перспективах внедрения в практику результатов исследования и приведены сведения по опубликованным работам а также структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Спектрофотометрические, фотометрические и другие физико-химические методы определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II)**» представлен критический литературный обзор, посвященный оптическим и другим методам определения ионов

меди(II), цинка(II) и ртути(II) различными по природе реагентами в водных средах. В аналитической химии возрастающее применение находят ОАР. Они отличаются значительной химической активностью и реагируют с большим числом ионов, образуя окрашенные или бесцветные соединения различного состава. Особенностью их является способность реагировать с отдельными группами элементов в определенном интервале рН.

Высокая чувствительность реакций с использованием ОАР позволяет определять малые количества ионов металлов с достаточной степенью точности, причем в некоторых случаях возможно избирательное определение одного элемента в присутствии других без предварительного разделения. Анализ литературных данных позволил обосновать цель, задачи и выбор объектов исследования настоящей работы.

Во второй главе диссертации «Установление оптимальных условий комплексообразования, определение спектрофотометрических характеристик реагента и его металлокомплексов» приведены методы приготовления стандартных и рабочих растворов, идентификация реагента, выполнены качественные реакции металл-ионов с 5МПААНС,S-2,4, определены оптимальные условия и спектрофотометрические характеристики реакций комплексообразования, установлено мольное отношение компонентов в комплексах, определены чувствительность и различные константы реагента 5МПААНС,S-2,4 и его комплексов с меди(II), цинка(II) и ртути(II) спектрофотометрическим методом.

Идентификация реагента проводилась по их электронным, ИК и ПМР-спектрам. Для очистки пиридиновых производных достаточно однократно перекристаллизация.

Спектрофотометрические исследования указывают на то, что используемое в настоящей работе в качестве ОАР пиридилазосоединение 5МПААНС,S-2,4 характеризуется одним максимумом поглощения, находящимся в области 505-530 нм. Для определения состояния реагента в растворе были проверены его спектры поглощения в зависимости от рН среды. Полученные данные показывают, что 5МПААНС,S-2,4 в области рН 2-5 имеет максимум светопоглощения при 505-520нм, в области рН 5-7 при 515-530нм, в области рН 7-10 при 525-530нм и в области рН 10-13 при 510-525нм.

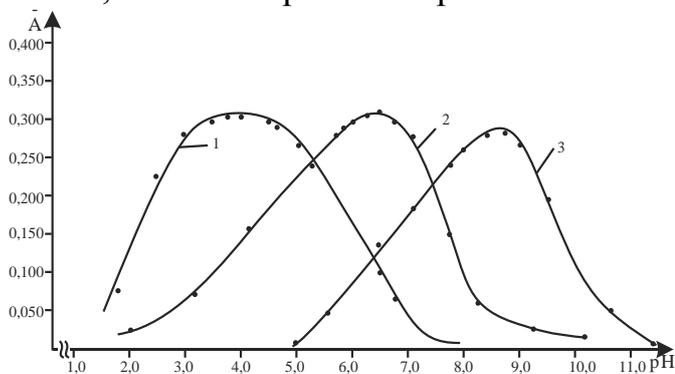


Рис.1. Зависимость ОП комплексов Cu(II)-1, Zn(II)-2 и Hg(II)-3 с 5МПААНС,S-2,4 от рН среды.

На основании полученных данных строили графики зависимости оптической плотности (ОП) растворов комплексов от рН (рис. 1) при постоянных концентрациях ионов металлов и реагента. ОП комплексов повышается с увеличением рН растворов, максимальная ОП комплексов наблюдается в интервале рН=3,5-4,8 для комплексов

Cu(II)-1, pH=5,9-7,0 для комплексов Zn(II)-2 и pH=8,0-9,0 для комплексов Hg(II)-3. Исходя из полученных данных оптимальным был выбран pH=4,0 для комплексов Cu(II), pH=6,5 для комплексов Zn(II) и pH=8,6 для комплексов Hg(II).

Для нахождения необходимых количеств реагентов, обеспечивающих полное связывание металлов в комплекс, была поставлена серия опытов, в которой концентрация ионов металлов поддерживалась постоянной, а количество реагента постепенно увеличивалось. Для полного связывания 10,0 мкг Cu(II), 20,0 мкг Zn(II) и 40,0 мкг Hg(II) в комплексы достаточно 0,05%-ных растворов 5МПААНС,S-2,4 0,9 мл для ионов Cu(II) и 1,5 мл для ионов Zn(II), 0,1 %-ных растворов 5МПААНС,S-2,4 1,3 мл для ионов Hg(II). В дальнейших исследованиях в качестве оптимальных использованы именно эти количества реагента.

Высокая чувствительность, контрастность и устойчивость во времени комплексов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с 5МПААНС,S-2,4, а также возможность проведения реакций в кислых - для Cu(II)), нейтральных - для Zn(II) и щелочных - для Hg(II) средах дают возможность использовать их в спектрофотометрическом анализе. На основе оптимизированных условий установлено подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера в реакциях металло-ионов с 5МПААНС,S-2,4. Прямо пропорциональная зависимость между ОП комплексов и концентрациями ионов Cu(II), Zn(II) и Hg(II) наблюдается в интервале 0,50 - 6,50 мкг для Cu(II), 1,0-18,0 мкг для Zn(II) и 1,0-40,0 мкг для Hg(II) в 25,0 мл водного раствора (рис. 2 и 3).

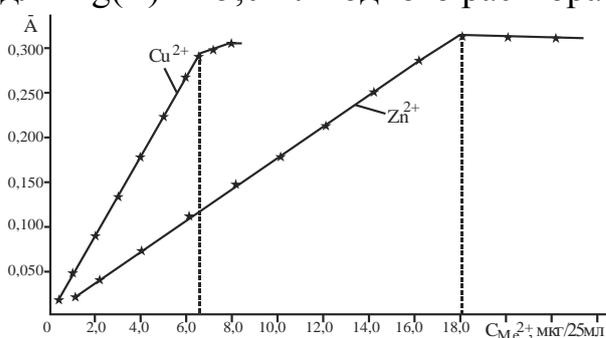


Рис.2. График подчинения закону Бугера-Ламберта-Бера комплексов Cu(II) и Zn(II) с 5МПААНС,S-2,4.

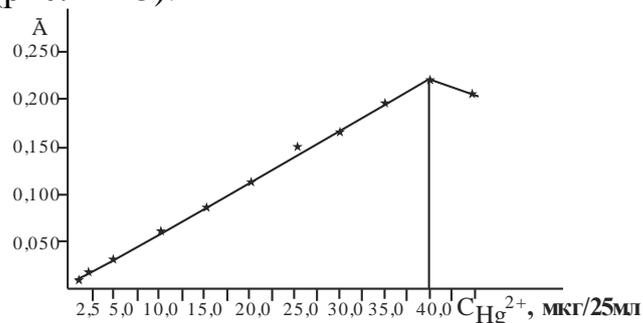


Рис.3. График подчинения закону Бугера-Ламберта-Бера комплекса Hg(II) с 5МПААНС,S-2,4.

Мольное соотношение комплексов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с реагентом 5МПААНС,S-2,4 определяли методами сдвига равновесия, спектрофотометрического титрования, изомолярных серий и прямой линии Асмуса (рис. 4 и 5). При определении соотношений реагирующих компонентов смешивали изомолярные количества растворов солей металлов и реагента в антибатных соотношениях, сохраняя неизменным общий объем растворов ( $V_{Me} + V_R = const$ ). При этом суммарное количество грамм-молей обоих компонентов в общем объеме раствора всегда оставалось постоянным. Данные показывают (рис. 4 и 5), что составы комплексов Cu(II), Zn(II) и Hg(II) с 5МПААНС,S-2,4, установленные четырьмя разными и независимыми методами, оказались одинаковыми и равными Me:R=1:2.

В оптимальных условиях комплексообразования получены основные спектрофотометрические характеристики цветных реакций: максимум спектров поглощения для реагента и комплексов, разность  $\Delta\lambda$ , характеризующая контрастность реакции и др (табл. 1).

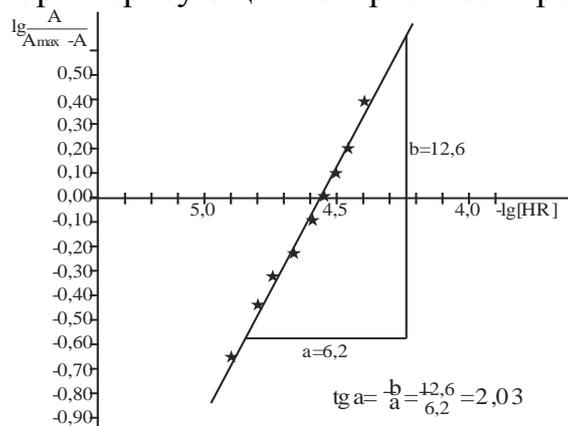


Рис. 4. Определение мольных соотношений комплекса меди (II) с реагентом 5МПААНС,S-2,4. методом сдвига равновесия.

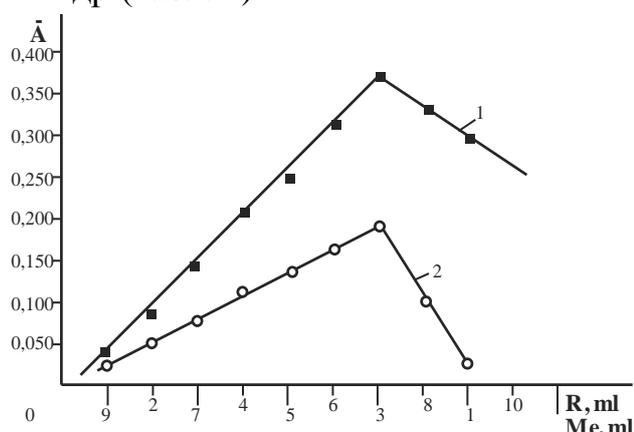


Рис. 5. Определения мольных отношений комплексов Zn(II)-1 и Hg(II)-2 с 5МПААНС,S-2,4 методом изомольных серий.

Молярный коэффициент светопоглощения (МКСП) и константа диссоциации ( $K_{\text{дисс}}$ ) 5МПААНС,S-2,4 определены по методу Комаря, спектрофотометрическим методом. При этом использовали растворы с постоянной концентрацией реагента и различными значениями рН. Концентрация 5МПААНС,S-2,4 во всех опытах составляла  $2,172 \cdot 10^{-5}$  моль/л. На основании полученных экспериментальных данных по методу Комаря рассчитывали МКСП ( $\epsilon_{\text{HR}}$ ) и  $K_{\text{дисс}}$  реагента, равные 3306 и  $2,95 \cdot 10^{-8}$  ( $\text{p}K=7,53$ ) относится по всей вероятности к диссоциации  $\text{H}^+$  в  $\text{OH}^-$  нафтольного ядра 5МПААНС,S-2,4. Истинные МКСП ( $\epsilon_{\text{ист.}}$ ) и  $K_{\text{равн}}$  реакции комплексообразования ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с 5МПААНС,S-2,4 определяли по методу Толмачева (табл. 1). При этом использовали растворы с равными концентрациями (моль/л): ( $C_{\text{Cu}^{2+}}=C_{\text{HR}}=3,1478 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{\text{Zn}^{2+}}=C_{\text{HR}}=1,53 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{\text{Hg}^{2+}}=C_{\text{R}}=2,000 \cdot 10^{-4}$ ).

Таблица 1

Спектрофотометрические характеристики комплексов Cu(II), Zn(II) и Hg(II)

Состав комплекса	$\lambda_{\text{макс.}}$ , нм		$\Delta\lambda$ , нм	$\epsilon_{\text{ист}}$ (MeR)	$K_{\text{равн}}$	$K_{\text{нест.}}$	$\beta_{\text{уст.}}$	$\lg\beta_{\text{уст}}$
	компл-лекса	реа-гента						
Cu-(5МПААНС,S-2,4) <sub>2</sub>	595	505	90	20000	2,73	$3,37 \cdot 10^{-18}$	$2,97 \cdot 10^{17}$	17,47
Zn-(5МПААНС,S-2,4) <sub>2</sub>	565	510	55	42017	$1,26 \cdot 10^{-4}$	$6,95 \cdot 10^{-22}$	$1,44 \cdot 10^{21}$	21,16
Hg-(5МПААНС,S-2,4) <sub>2</sub>	645	540	105	52632	$9,03 \cdot 10^{-7}$	$8,51 \cdot 10^{-23}$	$1,18 \cdot 10^{22}$	22,07

В третьей главе диссертации «Физико-химическое исследование 5МПААНС,S-2,4 и его комплексов с меди(II), цинка(II), ртути(II) и селективность определения металл-ионов» определены заряды комплексов меди(II), цинка(II) и ртути(II), проведён квантово-химический расчет энергии атомов молекулы 5МПААНС,S-2,4, исследовано строение

5МПААНС,S-2,4 и его комплексов ИК и ПМР спектроскопией, проведён расчет уравнения ГГ методом наименьших квадратов, нижней границы определяемых содержаний Cu(II), Zn(II) и Hg(II), спектрофотометрически определено содержание Cu(II), Zn(II) и Hg(II) с помощью 5МПААНС,S-2,4 в присутствии посторонних ионов.

На сегодняшний день методы химии и молекулярной динамики получили широкое распространение в численном моделировании электронной и атомной структур сложных систем молекулярных, кристаллических и переходных (нано) размеров. В настоящей работе использованы полуэмпирические квантово-химические методы в пакетах программ HyperChem для исследования электронного строения и реакционной способности молекулы реагента на основе пиридина (Рис. 6).

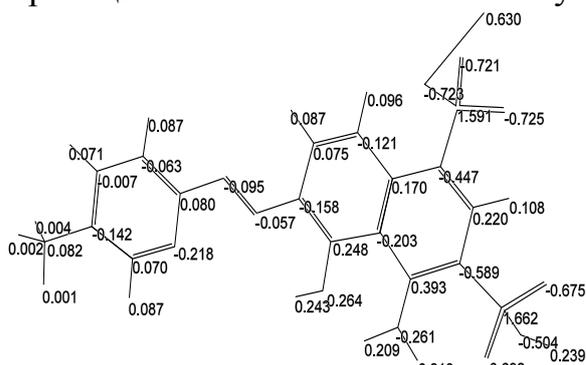


Рис. 6. Распределение зарядов на атомах молекулы 5МПААНС,S-2,4 по методу MNDO.

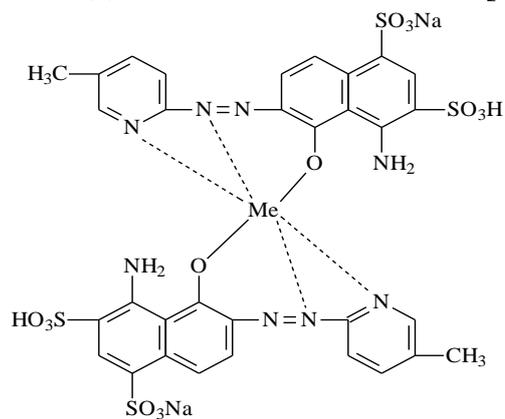
Результаты квантово-химического расчёта эффективных зарядов верхних занятых атомов молекулы 5МПААНС,S-2,4 методом MNDO показывают, что вероятно образование донорно-акцепторных связей меди(II), цинка(II) и ртути(II) происходит с атомам азота пиридинового кольца и азота диазогруппы близкого к пиридиновому кольцу, а ионная связь с гидроксилом нафтольного кольца образуется за счет замещения с ионом водорода.

Для идентификации строения азосоединений были сняты инфракрасные спектры поглощения реагента и его комплексов с Cu(II), Zn(II) и Hg(II). Отсутствие поглощения в области  $2800-2500\text{ см}^{-1}$  свидетельствует о том, что молекулы азореагента мономерны. Образованию димеров (или полимеров), по-видимому, препятствует сильная внутримолекулярная водородная связь, существующая за счет нафтольного гидроксила.

В ИК спектре реагента обнаруживаются следующие характеристические частоты:  $2868, 2942\text{ см}^{-1}$  симметричное и ассиметричное валентные колебания метильной группы ( $-\text{CH}_3$ ),  $3228, 3258\text{ см}^{-1}$ -валентные колебания гидроксильной группы,  $1542\text{ см}^{-1}$ -валентное колебание  $\text{C}=\text{C}$  связи ароматического кольца,  $1654\text{ см}^{-1}$  валентные колебания диазогруппы ( $-\text{N}=\text{N}-$ ),  $1077, 1191\text{ см}^{-1}$  симметричное и ассиметричное валентные колебания сульфогруппы ( $-\text{SO}_3^-$ ),  $673\text{ см}^{-1}$  валентное колебания  $-\text{S}-\text{O}$  группы,  $1497\text{ см}^{-1}$  - и  $3443\text{ см}^{-1}$  деформационное и валентное колебаниями аминогруппы ( $-\text{NH}_2$ ),  $792\text{ см}^{-1}$  деформационное колебание  $-\text{C}-\text{H}$  нафталинового кольца,  $3034\text{ см}^{-1}$  валентное колебание  $-\text{C}-\text{H}$  связи ароматического кольца,  $1405, 1366\text{ см}^{-1}$  ассиметричное и симметричное деформационные колебания  $-\text{C}-\text{H}$  связи  $-\text{CH}_3$  группы. В спектре ПМР реагента проявляется мультиплетный сигнал от протона пиридинового цикла Н-3, Н-4, Н-6 при  $\delta 5,85-6,05$  м.д., синглетный сигнал от протона метильной группы пиридинового цикла при  $\delta 2.24$  м.д.

В области слабого поля проявляется синглетный сигнал от протона гидроксильной группы при  $\delta$  11.38 м.д. Химические сдвиги дублетных сигналов от протонов другого нафтольного кольца резонируют в области  $\delta$  7.08-7.11 м.д.

В ИК-спектрах комплексов 5МПААНС,S-2,4 отсутствие отчетливо выраженных полос поглощения валентных колебаний –ОН группы можно объяснить образованием Ме-О связи между ионом металла и атомом кислорода гидроксильной группы нафтильного кольца. Окончательное отношение частот, которое подтверждает структуру комплексов заключается в следующем: 516-554  $\text{см}^{-1}$  валентное колебание О-Ме связи; при 2961-2980  $\text{см}^{-1}$  валентное колебание –С-Н связи ароматического кольца; при 2848-2924  $\text{см}^{-1}$  ассиметричное и симметричное валентные колебания метильной группы (–СН<sub>3</sub>); при 1068-1158  $\text{см}^{-1}$  симметричное и ассиметричное валентные колебания двух SO<sub>3</sub><sup>-</sup> группы в положении ароматического кольца; при 1652-1658  $\text{см}^{-1}$  валентные колебания N=N группы, наличие частот колебаний при 3417-3447  $\text{см}^{-1}$  указывает на присутствие –NH<sub>2</sub> группы. В ИК спектрах комплексов основное изменение происходит в области валентного колебания гидроксильной группы, так как в отличие от ИК-спектра реагента в комплексах наблюдаются дополнительные пики в области 516–554  $\text{см}^{-1}$ , что связано с образованием валентной связи между ионами металлов и гидроксильной группой за счет вытеснения иона водорода. Частота валентного колебания диазогруппы обозначена 1654  $\text{см}^{-1}$  изменяется очень незначительно при 1652-1658  $\text{см}^{-1}$ , что указывает на координационную связь диазогруппы. Остальные функциональные группы почти одинаковы в ИК-спектрах комплексов. По данным ИК-спектроскопии, по составу мольных соотношений и квантово-химического расчёта окрашенных комплексных соединений ионов Cu(II), Zn(II) и Hg(II) с реагентом 5МПААНС,S-2,4 можно сделать следующее предположение о строении исследованных комплексов:  $2[\text{HR}]^{2-} + \text{Me}^{2+} \rightarrow [\text{MeR}_2]^{2-} + 2\text{H}^+$ .



При аналитическом применении комплексов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с реагентом 5МПААНС,S-2,4 для нахождения количества металлоиона в спектрофотометрических определениях использовали график, связывающий измеряемую величину “У”, оптическую плотность “А” с искомым содержанием определяемого вещества “Хi”. Уравнения прямой равны для: Cu(II)  $Y_i = 0,0036 + 0,045X_i$ ; Zn(II)  $Y_i = 0,0054 + 0,0171X_i$  и Hg(II)  $Y_i = 0,0033 + 0,0055X_i$ .

С целью выяснения одной из важнейших характеристик реагентов с точки зрения возможности их использования в анализе и избирательности метода, исследовано влияние на определение ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) посторонних ионов. Определение проводили по общей методике

в оптимальных условиях. Результаты показывают, что с реагентом 5МПААНС,S-2,4 определению 6,0 мкг меди(II) мешают ионы  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (1:1);  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^-$  (1:0,5), определению 15,0 мкг цинка(II) мешают ионы  $\text{Cu}^{2+}$  (1:7,5),  $\text{Ni}^{2+}$ , цитрат (1:5),  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SCN}^-$  (1:0,5),  $\text{Ti}^{3+}$  ЭДТА и  $\text{OH}^-$  (1:0,1) и определению 30,0 мкг ртути(II) мешают ионы  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^+$  (1:33);  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  (1:10);  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  (1:3);  $\text{Cl}^-$  (1:1). Повышение селективного взаимодействия реагента связано с правильным подбором оптимальных условий комплексообразования, что дало возможность достичь высоких метрологических характеристик метода определения ТТМ.

Достигнутые результаты по определению влияния различных по характеру и концентрации посторонних катионов, комплексообразующих соединений и мешающих анионов позволили проводить определение  $\text{Cu(II)}$ ,  $\text{Zn(II)}$  и  $\text{Hg(II)}$  в их индивидуальных растворах с 5МПААНС,S-2,4, что послужило основой разработки спектрофотометрических методик определения этих ионов в модельных, бинарных и более сложных смесях, имитирующих природные объекты, и промышленных материалах, тем самым показана возможность их применения в практике химического анализа различных природных объектов и промышленных материалов на содержание в них исследованных ионов металлов с высокими метрологическими характеристиками и аналитическими параметрами.

Четвертая глава диссертации **«Аналитическое применение разработанных спектрофотометрических методик определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II)»** посвящена спектрофотометрическому определению ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) раствором 5МПААНС,S-2,4. Разработанные спектрофотометрические методики и полученные при этом экспериментальные данные обработаны правилами и процедурами математической статистики, известными в мировой литературе. Разработанные методики дают возможность их применения к анализу модельных смесей и реальных природных и промышленных объектов (природных вод, сплавам, минералам) и другим реальным природным объектам и промышленным материалам.

Разработанная методика определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) с 5МПААНС,S-2,4 использована при анализе искусственных смесей с добавлением маскирующих веществ (для ионов  $\text{Cu(II)}$   $\text{F}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ; для ионов  $\text{Zn(II)}$   $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ; для ионов  $\text{Hg(II)}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ).

Полученные экспериментальные данные послужили основой проверки возможности определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в присутствии различных по природе и концентрации посторонних ионов, которые в отдельности не мешают определению и довольно часто сопутствуют им в природных объектах и промышленных материалах. В основу составления модельных смесей были положены результаты влияния посторонних мешающих ионов на определения  $\text{Cu(II)}$ ,  $\text{Zn(II)}$  и  $\text{Hg(II)}$ . Результаты анализа сложных искусственных смесей приведены в табл. 2, из которых видно, что их спектрофотометрическое определение в сложных модельных смесях,

имитирующих реальные объекты, вполне возможно, причём относительное стандартное отклонение ( $S_r$ ) не превышает 0,020 для Cu(II), 0,023 для Zn(II) и 0,016 для Hg(II) соответственно, что говорит о хорошей воспроизводимости и правильности разработанной методики.

Таблица 2

Результаты определения количества ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в искусственных смесях ( $V=25,0$  мл,  $n=5$ ,  $P=0,95$ )

Состав искусст. смесей (соотн.)	Введено $Me^{2+}$ , мкг,	A	Найдено $Me^{2+}$ , мкг $\bar{X} \pm \Delta X$	S	$S_r$	$\bar{X} \pm \Delta X$
Определение меди(II) pH=4,0; $\lambda_{max}=595$ нм; $\ell=3,0$ см						
$K^+$ , $Na^+$ , $Br^-$ (500); $Mn^{2+}$ , $Ca^{2+}$ (75); $NH_4^+$ , $Ba^{2+}$ , $Al^{3+}$ (75); $Tl^{3+}$ , $Ni^{2+}$ , $Pb^{2+}$ (4); $CH_3COO^-$ (100); $F^-$ , $PO_4^{3-}$ (150); $Fe^{2+}$ (3);	6,00	0,275 0,284 0,280 0,270 0,282	6,03 6,23 6,14 5,92 6,18	0,122	0,020	6,10 $\pm$ 0,15
Определение цинка(II) pH=6,5; $\lambda_{max}=565$ нм; $\ell=3,0$ см						
$K^+$ $Na^+$ (500); $Bi^{3+}$ , $Ni^{2+}$ (0,5); $Co^{2+}$ (0,03); $NO_2^-$ , $Cl^-$ (50); $Hg^{2+}$ (0,02); $Mn^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $CH_3COO^-$ (100);	10,0	0,180 0,170 0,172 0,172 0,175	10,21 9,63 9,74 9,74 9,92	0,228	0,023	9,85 $\pm$ 0,28
Определение ртути(II) pH=8,6; $\lambda_{max}=645$ нм; $\ell=1,0$ см						
$K^+$ , $Na^+$ (500); $Ba^{2+}$ , $Al^{3+}$ (200); $V^{5+}$ , $Ag^+$ (100); $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ (30); $NH_4^+$ (150); $CH_3COO^-$ , $NO_2^-$ (100);	30,00	0,164 0,166 0,165 0,168 0,170	29,22 29,58 29,40 29,95 30,31	0,464	0,016	29,69 $\pm$ 0,58

Разработанный чувствительный и избирательный спектрофотометрический метод определения ионов цинка(II) и меди(II) реагентом 5МПААНС,S-2,4 применен к анализу стандартных образцов промышленных сплавов (А 203-1, А 203-5, А 202-2с, М 123-1 и М 99-5).

*Методика определения:* в мерные колбы емкостью 25 мл помещали определенное количество раствора образца; по 5,0 мл универсального буферного раствора с соответствующим значением pH; добавляли 0,9 мл  $1,086 \cdot 10^{-3}$  М раствора 5МПААНС,S-2,4 для определения ионов меди(II) и 1,5 мл для определения ионов цинка(II), маскирующие агенты для определения ионов меди  $F^-$  (1:300),  $CH_3COO^-$  (1:500) и для определения ионов цинка  $F^-$  (1:300),  $CH_3COO^-$  (1:500),  $S_2O_3^{2-}$  (1:50) в рассчитанных концентрациях для маскирования ионов алюминия, свинца, железа, меди и объем доводили до метки дистиллированной водой. Измеряли ОП на КФК-3 при  $\lambda=595$  нм и  $\ell=3,0$  см для комплекса Cu(II) и при  $\lambda=565$  нм и  $\ell=3,0$  см для комплекса Zn(II) относительно раствора холостого опыта. Полученные результаты и их математическая обработка приведены в табл. 3, из которых видно, что разработанный спектрофотометрический метод определения ионов меди(II)

и цинка(II) азореагентом 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 характеризуется низкими границами определяемых концентраций, высокой чувствительностью, избирательностью и  $S_r$ , не превышающим во всех случаях 0,043.

На основании проведенных исследований по оптимизации условий прямого спектрофотометрического определения меди(II) и цинка(II) в

Таблица 3

Результаты спектрофотометрического определения ионов меди(II) и цинка(II) в стандартных образцах промышленных алюминиевых и медных сплавов ( $V=25,0$  мл, КФК-3,  $P=0,95$ )

Наимен. обр., Ме, %	$V_{обр.}$ , мл	Содерж. Ме(II) в алик., мкг	$\bar{A}$	Найдено $Me^{2+}$ , мкг $\bar{X} \pm \Delta X$	S	$S_r$
Определение меди(II); $\lambda_{max}=595$ нм; $l=3,0$ см; pH=4,0; n=3;						
А-203-1, 3,3	1,0	3,30	0,154	3,34±0,11	0,0453	0,0136
	1,5	4,95	0,231	5,05±0,10	0,0406	0,0080
	1,8	5,94	0,279	6,12±0,18	0,0714	0,0117
М 123-1, 81,964	0,1	2,05	0,098	2,10±0,11	0,0453	0,0215
	0,2	4,10	0,183	3,98±0,13	0,0520	0,0131
	0,3	6,15	0,280	6,14±0,11	0,0453	0,0074
М 99-5, 82,14	0,1	2,05	0,098	2,10±0,22	0,0900	0,0428
	0,2	4,11	0,192	4,19±0,14	0,0552	0,0132
	0,3	6,16	0,280	6,14±0,11	0,0453	0,0074
Определение цинка(II); $\lambda_{max}=565$ нм; $l=3,0$ см; pH=6,50; n=5;						
А-203-5, 1,0	2,5	5,0	0,090	4,95±0,23	0,185	0,0374
	5,0	10,0	0,179	10,15±0,19	0,154	0,0154
	7,5	15,0	0,258	14,77±0,33	0,262	0,0177
А-202-2с, 0,15	2,0	3,0	0,056	2,96±0,24	0,095	0,0320
	4,0	8,0	0,143	8,05±0,45	0,180	0,0220
	5,0	10,0	0,176	9,98±0,24	0,096	0,0100

реальных объектах и получению оптимальных оценок селективности его определения в индивидуальных и сложных смесях была разработана методика экспресс-анализа природных вод на содержание Cu(II) и Zn(II).

*Методика приготовления проб к анализу:* взятую из родника Омонхона пробу 1,0 л помещали в термостойкий стакан емкостью 2000 мл, прибавляли 10-12 мл 1,0 н раствора  $HNO_3$ , нагревали на песочной бане, упаривали до образования влажных солей. Осадок растворяли в 10 мл бидистиллированной воды, фильтровали в стакане емкостью 50 мл.

Раствор количественно переносили в мерные колбы емкостью 25,0 мл; добавляли различные количества от 0,5 до 2,0 мкг стандартных растворов меди(II); от 1,0 до 7,0 мкг стандартных растворов цинка(II) (10,0 мкг/мл); добавляли по 5,0 мл универсального буферного раствора с pH 4,0 и 6,5 для ионов меди(II) и цинка(II) соответственно; по 0,9 мл и 1,5 мл  $1,086 \cdot 10^{-3}$  М раствора 5МПААН<sub>S</sub>,S-2,4 для ионов меди(II) и цинка(II) соответственно, объем доводили до метки дистиллированной водой и перемешивали.

С целью улучшения избирательности метода прибавлены следующие маскирующие агенты при определении ионов меди(II): 8,0 мл F<sup>-</sup> и 2,0 мл гликолята) (10мкг/мл) в рассчитанных концентрациях для связывания ионов алюминия, марганца, цинка и мышьяка, а при определении ионов цинка(II): 4,0 мл F<sup>-</sup> и 1 мл S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup> (10 мкг/мл) в рассчитанных концентрациях для связывания ионов алюминия, марганца, меди и мышьяка. На определение ионов меди(II) 5МПААНС,S-2,4 в универсальном буферном растворе с рН 4,0 в соотношении 1:18 ионы цинка не мешают. На определение ионов цинка(II) с 5МПААНС,S-2,4 в универсальном буферном растворе с рН 6,5, в соотношении 1:7,5 ионы меди(II) не мешают. Измеряли ОП на КФК-3 при λ=595 нм и ℓ=3,0 см для комплексов Cu(II) и при λ=565 нм и ℓ=3,0 см для комплексов Zn(II) относительно раствора холостого опыта (табл. 4).

Таблица 4

Результаты определения содержания ионов меди(II) и цинка(II) в родниковой воде Омонхона методом добавок ( $V_{\text{вода}}=1.0$  л,  $n=5$ )

№	Введено, Me <sup>2+</sup> , мкг	Содерж. Me <sup>2+</sup> в растворе, мкг	$\bar{A}$	Найдено, Me <sup>2+</sup> , мкг, $\bar{X} \pm \Delta X$	Количество Me <sup>2+</sup> , в образце, мкг	S	S <sub>r</sub>
Определение меди(II) рН=4,0; λ <sub>max</sub> =595 нм; ℓ=3,0см; Y <sub>i</sub> =0,0036+0,045X <sub>i</sub>							
1	-	4,0	0,182	3,96±0,08	3,96	0,063	0,0159
2	0,50	4,5	0,205	4,48±0,06	3,98	0,050	0,0112
3	1,00	5,0	0,226	4,95±0,06	3,95	0,052	0,0105
4	2,00	6,0	0,272	5,96±0,06	3,96	0,045	0,0076
Определение цинка(II) рН=6,5; λ <sub>max</sub> =565 нм; ℓ=3,0см; Y <sub>i</sub> =0,0054+0,0171X <sub>i</sub>							
1	-	8,0	0,141	7,93±0,19	7,93	0,155	0,0195
2	2,00	10,0	0,174	9,86±0,15	7,86	0,120	0,0122
3	4,00	12,0	0,209	11,90±0,12	7,90	0,103	0,0086
4	6,00	14,0	0,245	14,01±0,16	8,01	0,131	0,0093

Результаты анализа природных вод (табл. 4) показывают, что разработанная спектрофотометрическая методика определения Zn(II) и Cu(II) 5МПААНСS-2,4 в найденных оптимальных условиях характеризуется правильностью, воспроизводимостью, избирательностью и низкими границами определяемых концентраций и S<sub>r</sub>, не превышающих во всех случаях 0,0195. Проведено спектрофотометрическое определение ионов цинка(II) и ртути(II) в составе дождевой воды методом «введено-найденно».

*Анализ пробы:* в 200 мл дождевой воды вводили по 1,0 мл (1,5 мл) стандартного раствора цинка(II) (10 мкг/мл), 1,0 мл (2,0 и 3,0 мл) стандартного раствора ртути(II) (10 мкг/мл) и упаривали до влажных солей, затем растворяли в 10 мл дистиллированной воды и количественно переносили в мерную колбу емкостью 25 мл, добавили по 5,0 мл универсального (для Hg(II) 10,0 мл Na-тетраборатного) буферного раствора с рН 6,5 и 8,6 для ионов цинка(II) и ртути(II) соответственно; по 1,5 мл 0,05% ного (для ионов цинка(II)) и 1,3 мл 0,1 % ного (для ионов ртути(II)) раствора

5МПААНС,S-2,4 и объем довели до метки дистиллированной водой и перемешивали. Измеряли ОП на КФК-3, при  $\lambda=565$  нм и  $\ell=3,0$  см для комплекса Zn(II) и при  $\lambda=645$  нм и  $\ell=1,0$  см для комплекса Hg(II) относительно раствора холостого опыта (табл. 5).

Таблица 5  
Результаты определения микроконцентрации ионов цинка(II) и ртути(II) с 5МПААНС,S-2,4 в дождевой воде методом “введено-найдено”

№	Введено, Me <sup>2+</sup> , мкг	$\bar{A}$	Найдено, Me <sup>2+</sup> , мкг, $\bar{X} \pm \Delta X$	S	S <sub>r</sub>
Определение цинка(II) pH=6,5; $\lambda_{\max}=565$ нм; $\ell=3,0$ см;					
1	10	0,175	9,92±0,45	0,180	0,018
2	15	0,262	14,89±0,29	0,115	0,008
Определение ртути(II) pH=8,6; $\lambda_{\max}=645$ нм; $\ell=1,0$ см;					
1	10	0,056	9,58±0,70	0,280	0,030
2	20	0,112	19,76±0,91	0,365	0,018
3	30	0,166	29,58±0,45	0,18	0,006

На основании полученных данных (табл. 5) можно заключить, что разработанные спектрофотометрические методики и полученные результаты анализа дождевой воды характеризуются селективностью и экспрессностью.

Разработанный метод применен к анализу руды Хандизинского месторождения (табл. 6), расположенного в Сурхандарьинской области.

Таблица 6  
Результаты спектрофотометрического определения ионов меди(II) и цинка(II) в рудах Хандизинского месторождения, ( $m_{\text{обр.}}=0,1000$  г,  $n=5$ )

№	V <sub>обр.</sub> , мл	Содерж. Me <sup>2+</sup> в алик., мкг	$\bar{A}$	Найдено Me <sup>2+</sup> , мкг $\bar{X} \pm \Delta X$	S	S <sub>r</sub>
Определение меди(II) pH=4,0; $\lambda_{\max}=595$ нм; $\ell=3,0$ см; $Y_i=0,0036+0,045X_i$						
1	0,5	2,86	0,132	2,85±0,05	0,044	0,0154
2	1,0	5,73	0,262	5,74±0,05	0,044	0,0077
3	1,1	6,30	0,286	6,28±0,05	0,042	0,0067
Определение цинка(II) pH=6,5; $\lambda_{\max}=565$ нм; $\ell=3,0$ см; $Y_i=0,0054+0,0171X_i$						
1	1,0	6,19	0,110	6,12±0,23	0,185	0,0030
2	2,0	12,37	0,214	12,20±0,17	0,137	0,0112
3	2,5	15,46	0,268	15,36±0,23	0,185	0,0120

Таким образом, в результате проведенного исследования (табл. 2-7) показано, что разработанная спектрофотометрическая методика в установленных оптимальных условиях характеризуется S<sub>r</sub>, во всех случаях не превышающим 0,043, и найденные количества ионов металлов не выходят за пределы доверительного интервала, что ещё раз подтверждает надежность, достоверность, селективность, правильность, воспроизводимость, избирательность и низкие границы определяемых концентраций данной методики при определении ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые рекомендован в качестве нового селективного органического аналитического реагента моносодриевая соль 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты для спектрофотометрического методики определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II).

2. На основе реакций комплексообразования при оптимизированных условиях установлены: зависимость оптической плотности от светофильтра, кислотности среды (рН), влияние концентрации реагента; спектральные характеристики, мольные соотношения компонентов ( $Me^{2+}:HR=1:2$ ) и условия подчинения закону Бугера-Ламберта-Бера, которые наблюдаются в интервале 0,50 - 6,50 мкг для ионов Cu(II), 1,0-18,0 мкг для ионов Zn(II) и 1,0-40,0 мкг для ионов Hg(II) в 25,0 мл водного раствора и рекомендованы методики спектрофотометрического определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) моносодриевой солью 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты.

3. Впервые определены истинные молярные коэффициенты светопоглощения, константы равновесия, устойчивости и неустойчивости комплексообразования ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) моносодриевой солью 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислоты и приведен ряд возрастания их значений: увеличения чувствительности  $\epsilon_{CuR_2} = 20000$ ,  $\epsilon_{ZnR_2} = 42017$ ,  $\epsilon_{HgR_2} = 52632$  и константы устойчивости  $\beta_{уст.CuR_2} = 2,97 \cdot 10^{17}$ ,  $\beta_{уст.ZnR_2} = 1,44 \cdot 10^{21}$ ,  $\beta_{уст.HgR_2} = 1,18 \cdot 10^{22}$  ряд Cu(II), Zn(II), Hg(II), соответственно.

4. Разработаны спектрофотометрические методы определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II), определена их селективность и доказана легкость выполнения, возможность повышения селективности, чувствительности, экспрессности и точности определения ионов меди(II), цинка(II) и ртути(II) в составе модельных, бинарных, более сложных смесях, имитирующих реальные природные объекты, стандартных промышленных сплавах и природных водах.

5. Методом «введено-найденно» определены правильность и воспроизводимость разработанных методик, установлены нижние границы определяемых содержаний этих ионов и полученные результаты метрологически оценены.

6. Спектрофотометрические методики определения ионов Cu(II), Zn(II) и Hg(II) рекомендованы для анализа реальных объектов, внедрены в аналитические лаборатории ООО «Мубарекского газоперерабатывающего завода» и «Главного Экспертно-криминалистического центра» МВД Республики Узбекистан, а также применены и включены в перечень методических работ по спецкурсам, читаемых в бакалавриатуре в НУУ, ЖизГПИ, ТерГУ и ГулГУ.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.27.06.2017.K.01.03 AT NATIONAL UNIVERSITY UZBEKISTAN**

---

**NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

**TODJIEV JAMOLIDDIN**

**ELABORATION OF SPECTROPHOTOMETRIC METHODS FOR THE  
DETERMINATION OF COPPER(II), ZINC(II) AND MERCURY(II) IONS  
BY NEW AZOREAGENT BASED ON PYRIDINE**

**02.00.02 – Analytical chemistry**

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

**Tashkent-2019**

**The title of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number of B2019.2.PhD/K184.**

The dissertation has been carried out in the National university of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online of Scientific council [www.ik-kimyo.nuu.uz](http://www.ik-kimyo.nuu.uz) and on the website of «ZiyoNET» information-educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Scientific supervisor:** **Turabov Nurmukhammad**  
Candidate of Chemical Sciences, Docent

**Official opponents:** **Abdurahmanov Ergash**  
Doctor of Chemical Sciences, Professor

**Sultonov Marat**  
Doctor of Chemical Sciences, Docent

**Leading organization:** **Tashkent chemical-technological institute**

The defense of the dissertation will take place on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 at \_\_\_\_ o'clock at a meeting of the Scientific council DSc 27.06.2017.K.01.03 at the National university of Uzbekistan. (Address: 100174, Tashkent, University str. 4. Ph.: (998 71) 227-12-24, fax: (998 71) 246-53-21; (998 71) 246-02-24, e-mail: chem0102@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Center of the National university of Uzbekistan (registration number \_\_\_\_). (Address: 100174, Tashkent, University str., 4. Ph.: (998 71) 227-12-24; fax: (99871) 246-53-21, (99871) 246-02-24.

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 year.  
(protokol at the registr № \_\_\_\_\_ dated «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 year)

**Kh. Sharipov**  
Chairman of Scientific Council for  
awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical Science, Professor.

**D. Gafurova**  
Scientific Secretary of Scientific  
Council on awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical Science.

**A. Nasimov**  
Deputy Chairman of Scientific Seminar  
Council for awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Science, Professor.

## **INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy (PhD) thesis)**

**The aim of research work** elaboration of optimal conditions for the determination of copper(II), zinc(II) and mercury(II) using a new sensitive and selective azo-reagent and methods of their determination which were applied to analysis of real objects.

**The objects of the research work** are standard samples of industrial alloys of various compositions, natural waters and ores.

**The scientific novelty of the research work** is in follows:

for the first time the true molar coefficient of light absorption and dissociation constant of a new selective organic analytical reagent-of monosodium salt 5-methyl-(pyridyl-2-azo)-1,8-aminonaphthol-2,4-disulfonic acid were determined;

for the first time true molar absorption coefficients of light absorption, equilibrium and stability constants, of complex-formation of Cu (II), Zn (II), and Hg (II) with the monosodium salt 5-methyl-(pyridyl-2-azo)-1,8-aminonaphthol-2,4-disulfonic acid were determined by spectrophotometric method;

for the first time methods were elaborated for the determination of Cu (II), Zn(II) and Hg(II) ions with the monosodium salt 5-methyl-(pyridyl-2-azo)-1,8-aminonaphthol-2,4-disulfonic acid;

spectrophotometric methods of determination of copper (II), zinc (II) and mercury (II) ions were elaborated, their selectivity was determined and the selectivity and accuracy of the determination of above-mentioned ions in the model binary and more complex mixtures imitating real natural objects, standard industrial alloys and natural waters have been proved.

**Implementation of the research results.**

On the basis of the results of scientific research by the elaboration of spectrophotometric methods for determination of copper(II), zinc(II) and mercury(II) ions with 5MPAANS,S-2,4 the following implementations were introduced:

spectrophotometric method for determining the micro-quantities of copper (II), zinc (II) and mercury(II) in real objects have been introduced in practice of the analytical laboratory of «Mubarek Gas Processing Plant» LLC (reference «Mubarek Gas Processing Plant» LLC 687/GK-19-05 from May 22, 2019). In result elaborated spectrophotometrical methods at determination micro-quantities ions copper (II), zinc (II) and mercury (II) have given possibility to increase selectivity, sensibility, expressivity and accuracy of determination;

the method of spectrophotometric determination of mercury (II) ions was introduced into the laboratory of the «Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan» at determination mercury (II) ions as material evidence (reference of the Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan 21/1321 of October 29, 2019). As a result the sensitivity of the elaborated method of spectrophotometric determination of mercury (II) ions with 5MPAANS,S-2,4, has been increased and the possibilities of their analysis were improved;

spectrophotometric methods for the determination of copper (II), zinc (II) and mercury (II) ions were used to purify water from heavy metal ions in the framework of the applied project A-7-46 «Waste utilization at creation of composites-nanosorbents on the basis of kaolin, phosphogypsum and coal» (reference of the Ministry of Higher and Secondary Special Education 89-03-3315 from 04. 09. 2019 year). As a result, the possibilities of purifying water from heavy metal ions and estimation its toxicity were revealed.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists from introduction, four chapters, conclusion, list of references and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLICATIONS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. Спектрофотометрическое определение ионов ртути(II) // Научный журнал Universum: Химия и биология. – Москва. – 2019, –№ 11(65). –С.52-55. (02.00.00. №2).
2. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. Разработка спектрофотометрического метода определения ионов цинка(II) // Композиционные материалы. – Ташкент, 2019. – №2. – С. 32-37. (02.00.00. №4).
3. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. Абсорбционная фотометрия как метод определения микросодержаний меди(II) новым оксиазореагентом// Научный журнал Universum: Химия и биология.– Москва. –2018, –№ 5(47). –С.11-16. (02.00.00. №2).
4. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. Фотометрическое определение меди(II) в составе промышленных сплавов и природных вод// Узбекский химический журнал. –2018. –№ 3. –С.83-89. (02.00.00. №6).
5. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Эшмурзаев Й.Ш. Некоторые аналитические характеристики реакции комплексообразования ионов меди с новым оксиазореагентом // Вестник НУУз. –Ташкент. –2012. № 1/3. –С. 29-33. (02.00.00. №12).

**II бўлим (II часть; part II)**

6. Тоджиев Ж.Н., Турабов Н.Т. Абсорбционно-фотометрическое определение меди(II) в составе промышленных сплавов и природных вод// Вестник аграрной науки Узбекистана. Ташкент. –2018. –№ 4 (74), – С. 22-28.
7. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Эшмурзаев Й.Ш. 5-метил-(2-пиридилазо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислота как специфичный реагент для фотометрического определения меди(II) // Вестник ГулГУ. Гулистан. – 2012 г. –№ 3. –С. 19-22.
8. Turabov N., Todjiev J. Development of spectrophotometric methods for the determination of copper(II) ions in natural water// International Scientific and Practical Conference «Problems and solutions of advanced scientific research». Indonesia. 2019, С.23-28.
9. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Эшбобоев Т.У. Спектрофотометрическое определение цинка в составе промышленных сплавов и природных вод// Аграр соҳани истиқболли ривожлантиришда ресурс тежовчи инновацион технологиялардан самарали фойдаланиш мавзусидаги Халқаро илмий–техник анжуман мақолалари тўплами. Андижон.–2019,–Т 3.–С. 304-308.
10. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Бозорова М.А. Мис(II) ни 5-метил-(пиридин-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислота ёрдамида абсорбцион-фотометрик аниқлаш ва уни аналитик қўллаш// Proceedings of the International conference «Modern innovation: chemistry and chemical

- technology of acetylene compounds. Petroleum chemistry. Catalysis». Ташкент, 2018, С. 276-277.
11. Тоджиев Ж.Н., Турабов Н.Т. Разработка спектрофотометрического метода определения ионов цинка(II) 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотой// «Биоорганик кимё фани муаммолари» IX Республика ёш кимёгарлар конференцияси материаллари. Наманган, 2019, Т 1. С. 190-192.
  12. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. Спектрофотометрическое определение ионов цинка(II)// Н.Т.Турабовнинг 70 йиллик юбилейига бағишланган “XXI-аср аналитик кимёси: муаммолари ва ривожланиш истикболлари илмий-амалий анжумани материаллари.-Ташкент,-2018, -С. 217-220.
  13. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. Симоб(II) ионларини спектрофотометрик аниқлаш услуги// Н.Т.Турабовнинг 70 йиллик юбилейига бағишланган “XXI-аср аналитик кимёси: муаммолари ва ривожланиш истикболлари” илмий-амалий анжумани материаллари. –Ташкент,-2018,-С. 220-222.
  14. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н. 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислота ва уни мис(II) ионлари билан ҳосил қилган комплекс бирикмасини аналитик тавсифлари// «Биохилма-хилликни сақлаш ва ривожлантириш муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Гулистон, 2012, – Б. 176-178.
  15. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Мансурходжаев У.М. Фотометрическое определение меди(II) в промышленных алюминиевых сплавах// Материалы I-Республиканской конференции с международным участием «Зеленая химия в интересах устойчивого развития», –Самарканд. –2012, –С. 376-378.
  16. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Эшмурзаев Й.Ш. Миснинг микроикдорини янги фотометрик аниқлаш усули// «Фан соҳасида инновациялар: назария ва амалиёт» иқтидорли талабалар илмий-амалий анжумани материаллари, Тошкент, 12 май, 2011, Б. 239-243.
  17. Тоджиев Ж.Н., Эшмурзаев Й.Ш. Миснинг микроикдорларини саноат қотишмалари таркибидан аниқлаш// «Мустақил Ўзбекистон тараққиётидаги кимёнинг ўрни». ЎЗМУ кимё факультети профессор-ўқитувчилари ва ёш олимларининг илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. Тошкент, 25 май, 2011, Б. 40-42.
  18. Турабов Н.Т., Тоджиев Ж.Н., Эшмурзаев Й.Ш. Фотометрический метод определения микроколичеств меди(II) 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотой// Академик А.Ф. Ғаниевнинг 80 йиллигига бағишланган «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» III-Республика илмий-амалий конференциясининг илмий мақолалари тўплами. Термез, 21-23 апреля, 2010, С. 275-277.
  19. Тоджиев Ж.Н., Турабов Н.Т. Мис(II) ни 5-метил-(пиридил-2-азо)-1,8-аминонафтол-2,4-дисульфокислотанинг моносодийли тузи ёрдамида фотометрик аниқлаш// ЎЗМУ кимё факультети профессор-ўқитувчилари ва ёш олимларининг илмий-амалий конференцияси материаллари. Тошкент, 2010, 27-28 май, Б. 41-43.

Автореферат «ЎзМУ хабарлари» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди.

Босишга рухсат этилди: 14.12.2019 йил.  
Қоғоз бичими 60x84 1/16. Адади 100 нусха.  
Буюртма №286.

“Sano-standart” МЧЖ босмахонасида чоп этилди.  
Тошкент ш., Широқ кўчаси, 100