“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019. Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ

ХАЙДАРОВ АЗИЗ РАВШАН ЎҒЛИ

СУВ ОМБОРИ КОСАСИ МОРФОМЕТРИЯСИНИНГ ГИДРОБИОЛОГИК РЕЖИМИГА ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ (ШЎРТАН СУВ ОМБОРИ МИСОЛИДА)

05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2025

УДК: 627.514:628.543

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Содержание автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Хайдаров Азиз Равшан ўғли
Сув омбори косаси морфометриясининг гидробиологик режимига таъсирини баҳолаш (Шўртан сув омбори мисолида) ……..…..… 3

Ҳайдаров Азиз Равшан угли
Оценка влияния морфометрии чаши водохранилищ на их гидробиологический режим (на примере Шуртанского водохранилища) …….....…..…..…..…..…..…..…..…..…..…..… 21

Khaydarov Aziz Ravshan ugli
Assessment of the impact of reservoir basin morphometry on their hydrobiological regime (a case study of the Shurtan reservoir) 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of publication……..... 42

“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019. Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ

ХАЙДАРОВ АЗИЗ РАВШАН ЎҒЛИ

СУВ ОМБОРИ КОСАСИ МОРФОМЕТРИЯСИНИНГ ГИДРОБИОЛОГИК РЕЖИМИГА ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ (ШЎРТАН СУВ ОМБОРИ МИСОЛИДА)

05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги хузуридаги Олий аттестация комиссиясида № Б2024.3. PhD/T4979 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tiiame.uz) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: Ганиев Фуркат Ахматович, техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Файзиев Хомитхон Мусахонович, техника фанлари доктори, профессор

Аденбаев Бахтиёр Ембергенович, география фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот: Қарши давлат техника университети

Диссертация ҳимояси "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.10.02 рақамли илмий кенгашининг «5» декабрь 2025 й. соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий, 39 уй. Тел. (+99871)-237-22-67, факс: (+99871) 237-54-79, e-mail:admin@tiiame.uz.

Диссертация билан "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (390 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.: (99871) 237-19-45.

Диссертация автореферати 2025 йил «24» ноябрь куни тарқатилди.

(2025 йил «24» ноябрь даги 390 рақамли реестр баённомаси).

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

А.А. Янгиев
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., профессор

А.М. Арифжанов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда сув ресурсларидан самарали фойдаланиш, дарё оқимларини тартибга солиш асосида сув омборларини барпо этиш, улардан хавфсиз ва самарали фойдаланиш шунингдек, гидротехник иншоотларнинг эксплуатацион ишончлилигини таъминлаш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатларда мавжуд сув омборларидан ишончли ва самарали фойдаланиш, уларнинг самарали ишлаш режимларини ишлаб чиқиш, вегетация даврида истеъмолчиларни барқарор сув билан таъминлаш шунингдек, геоинформацион технологиялар ёрдамида морфометрик кўрсатгичларининг ўзгаришини аниқлаш ҳамда эксплуатацион самарадорликни ошириш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада жумладан, сув омборларининг морфометрик кўрсаткичларини ўзгаришини аниқлашга, эксплуатация даврида табиий ва антропоген омиллар таъсирида гидробиологик ҳамда гидрокимёвий жараёнлар динамикасини ўрганишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда сув омборларидан фойдаланиш жараёнида самарали ишлаш режимини асослаш ҳамда дарё ҳавзаларига антропоген таъсирни камайтириш усулларини такомиллаштиришга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда жумладан, сув омборларидан ишончли ва самарали фойдаланиш, уларнинг гидрологик режимини такомиллаштириш усулларини ишлаб чиқиш, техник ва технологик ечимлар орқали фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, сув омборларининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимларидаги ўзгаришларни сув баланси элементларини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда. Масалан, БМТнинг Барқарор ривожланиш мақсадларидан 6-сон мақсади — «Тоза ичимлик суви ва санитария» доирасида 2030 йилга қадар барча қирғоқларда сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини сезиларли даражада ошириш ҳамда сув ресурсларини интеграл бошқариш тизимини жорий этиш белгиланган. Шу муносабат билан ривожланган давлатларда жумладан, Россия, Хитой, Ҳиндистон, АҚШ, Германия, Австрия, Буюк Британия ва Нидерландияда сув омборларидан самарали фойдаланиш, иншоотларнинг ишончлилигини ва хизмат қилиш муддатини ошириш, шунингдек, уларнинг эксплуатацион даврини узайтириш масалалари долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда сув омборларини барпо этиш, гидротехник иншоотларнинг хизмат муддатини узайтириш ва самарадорлигини ошириш, уларнинг эксплуатацион ишончлилигини таъминлаш, сув омборларини самарали тўлдириш ва бўшатиш, қирғоқларнинг деформацияланишини олдини олиш, сув ресурсларидан самарали фойдаланишга таъсир этувчи омилларни аниқлаш шунингдек, амалдаги гидрологик усулларни такомиллаштиришга қаратилган ишлар амалга оширилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ–60-сон “2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги[1], 2023 йил 11 сентябрдаги ПФ–158-сон “Ўзбекистон–2030 стратегияси тўғрисида”ги[2], 2020 йил 10 июлдаги ПФ–6024-сон “Ўзбекистон Республикасининг 2020–2030 йилларга мўлжалланган сув хўжалигини ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги[3] фармонлари, шунингдек 2019 йил 9 октябрдаги ПҚ–4486-сон “Сув ресурсларини бошқариш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Сув омборларининг гидрологик режимидаги ўзгаришлар, шунингдек, морфометрик элементлар ўзгаришининг гидрологик режимларга таъсири бўйича назарий асосларни ишлаб чиқиш йўналишида С.Т.Алтунин, М.А.Великанов, А.В.Караушев, А.Б.Авакян, А.М.Никитин, Н.Е.Горелкин, В.А.Николаенко, В.А.Скрыльников, Б.И.Белесков, Ф.Х.Ҳикматов, В.Е.Чуб, М.Р.Бакиев, А.М.Арифжанов, Д.Р.Базаров, Э.И.Чемборисов, Ф.А.Гаппаров, М.Р.Икрамова, И.А.Аҳмедхўжаева, Т.У.Апақхўжаева, N.Akhtar, R.An, J.Barko, D.Xonek, J.Chen, Y.Gao, R.Hussain, P.Linnik, K.Wang, B.Yu ва бошқа кўплаб олимларнинг илмий ишларида муайян ижобий натижаларга эришилган.

Бугунги кунга келиб олиб борилган кўплаб тадқиқотларга қарамасдан, сув омборларида морфометрик кўрсаткичларнинг гидробиологик режимга таъсирини баҳолаш, гидробиологик режимни аниқлаш усулларини такомиллаштириш, сув омборидаги сув алмашинуви жараёнлари билан боғлиқ хусусиятларни ҳисобга олган ҳолда тадқиқ этиш шунингдек, сув омборларидан фойдаланишнинг ресурс тежамкор ва иқтисодий жиҳатдан самарали режимига оид илмий ечимлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ “Мавсумий

[1] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ–60-сон “2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

[2] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 11 сентябрдаги ПФ–158-сон “Ўзбекистон–2030 стратегияси тўғрисида”ги Фармони

[3] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги ПФ–6024-сон “Ўзбекистон Республикасининг 2020–2030 йилларга мўлжалланган сув хўжалигини ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги Фармони

бошқарилувчи сув омборларининг фойдали ҳажмини ошириш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқиш” (2018-2021) мавзусидаги илмий лойиҳаси, 2023 йил 8 июлда тузилган 21/2023-сонли «Шўртан сув омборининг хавфсизлик декларациясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида олиб борилган.

Тадқиқотнинг мақсади сув алмашинуви жараёнларини инобатга олиб сув омбори косаси морфометриясининг гидробиологик режимига таъсирини баҳолашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қуйилма сув омборларининг гидрологик режимига морфометриянинг таъсирини аниқлаш усуллари таҳлили;

сув алмашинуви жараёнлари ҳамда морфометрия ўзгаришларини инобатга олган ҳолда қуйилма сув омбори косасининг морфометрик кўрсаткичларини асослаш;

қуйилма сув омборларида морфометрия кўрсаткичлари ўзгаришининг гидрологик режимга таъсири бўйича табиий-дала тадқиқотлари;

қуйилма сув омборларида сув юза майдониниг сув сатҳига нисбатан ўзгаришини инобатга олиб, сув ости ва сув усти ўсимликлар майдонининг ўзгаришини аниқлаш;

қуйилма сув омборлари косаси морфометриясининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимига таъсирини баҳолаш;

қуйилма сув омборларининг морфометрик ва гидрологик кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда уларнинг ишлаш режимини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Қашқадарё вилоятида жойлашган қуйилма Шўртан сув омбори гидрологик режими, сув омборларида сув юза майдонининг сув сатҳига нисбатан ўзгариши олинган.

Тадқиқотнинг предметини сув алмашинувини қуйилма сув омборлари эксплуатацион режимига, сув омбори морфометрик ва гидрологик кўрсаткичларини сув ости ва сув усти ўсимликлар майдонининг ўзгаришига таъсирлари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида гидравлика ва гидрологияда умум қабул қилинган усуллар, табиий дала шароитида тадқиқотлар олиб бориш, тадқиқотлар натижасида тўпланган маълумотлар тизимли таҳлил этиш ҳамда умумлаштиришда математик статистика усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қуйилма сув омборлари морфометрик кўрсаткичларининг ўзгариши гидрологик режимига таъсири баҳоланган;

сув алмашинуви жараёнлари ва морфометрик ўзгаришларни инобатга олган ҳолда қуйилма сув омбори косасининг морфометрик кўрсаткичларини аниқлаш усули такомиллаштирилган;

қуйилма сув омборларида сув юза майдонини сув сатҳига нисбатан ўзгаришини инобатга олган ҳолда сув ости ва сув усти ўсимликлар майдонининг ўзгаришини аниқлаш усули такомиллаштирилган;

сув омборининг морфометрик ва гидрологик хусусиятларини ҳамда сув истеъмолчилар талабларини инобатга олиб эксплуатацион режими ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари:

қуйилма сув омборларида сув усти ва сув ости ўсимликлари майдонларини аниқлаш учун олиб борилган тадқиқотлар асосида электрон харита ва ЭҲМ дастури ишлаб чиқилган;

қуйилма сув омборининг гидрологик режим кўрсаткичларидаги ўзгаришлар морфометрик элементлар таъсирини ҳисобга олинган ҳолда баҳоланган;

қуйилма сув омборининг морфометрик ва гидробиологик хусусиятларини ҳамда сув истеъмолчилар талабларини ҳисобга олган ҳолда сув омбори эксплуатацион режими ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги дала тадқиқотларини умум қабул қилинган услубларда амалга оширилганлиги, олинган назарий ва амалий натижаларнинг ўзаро мослиги, тадқиқот натижаларини бошқа муаллифларнинг натижалари билан таққосланганлиги, маълумотларни таҳлил қилишда математик статистика услубларидан фойдаланганлиги ва натижаларни амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сув алмашинуви жараёнлари ва морфометрик ўзгаришларни инобатга олган ҳолда сув омбори косасининг морфометрик кўрсаткичлари аниқланганлиги, қуйилма сув омборларида сув юза майдонини сув сатҳига нисбатан ўзгаришини инобатга олган ҳолда сув ости ва сув усти ўсимликлар майдонининг ўзгаришини аниқлаш усули такомиллаштирилганлиги, шунингдек сув омборининг морфометрик ва гидробиологик хусусиятларини ҳамда сув истеъмолчилар талабларини ҳисобга олган ҳолда сув омбори эксплуатацион режими ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сув омборларининг гидрологик режимига таъсир этувчи морфометрик ва гидрологик кўрсатгичлар аниқланганлиги, сув омбори сув юза майдонининг сув сатҳига нисбатан ўзгаришини инобатга олиб, сув ости ва сув усти ўсимликлар майдонини аниқлашнинг электрон харитаси ишлаб чиқилганлиги, қуйилма сув омборларида сув ости ва сув усти ўтлари майдони ўзгаришини аниқлаш учун дастурий таъминот ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Сув омбори косаси морфометриясининг гидробиологик режимига таъсирини баҳолаш (Шўртан сув омбори мисолида) бўйича олиб борилган илмий тадқиқот натижалари асосида:

Шуртан сув омборининг гидробиологик ва гидрохимик режимларига таъсир этувчи морфометрик кўрсаткичлар ($F_{мдс}$, $F_{саёз}$, $h_{нис.}$, $K_{очиқ}$, $K_{сол.сув.таш.}$, $K_{чўзиқ}$, $K_{кир.оқим.}$) аниқланган ва ҳисоблашнинг электрон дастури ишлаб чиқилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2024 йил 27 сентябрдаги 05/13–3499-

сон маълумотномаси). Натижада, сув алмашинувига боғлиқ ҳолда сув омборининг гидробиологик режимини баҳолашга эришилган;

сув омборларида сув юза майдонининг сув сатҳига нисбатан ўзгаришини инобатга олиб, сув ости ва сув усти ўсимликлари майдонининг ўзгаришини аниқлаш усули Шуртан сув омборида ва Жанубий Мирзачўл каналидан фойдаланиш бошқармасига қарашли Арнасой сув омборларида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2024 йил 27 сентябрдаги 05/13–3499-сон маълумотномаси). Натижада, сув омборлари ҳавзасидаги сув ости ва сув усти ўтлари майдонини олдиндан аниқлаш имконияти яратилган;

сув омбори морфометрик ва гидрологик хусусиятларини ҳамда сув истеъмолчилар талабларини ҳисобга олган ҳолда Шуртан сув омборида эксплуатацион режими ишлаб чиқилган ва сув омбори бошқармасида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2024 йил 27 сентябрдаги 05/13–3499-сон маълумотномаси). Натижада, сув омборидан хавфсиз ва самарали фойдаланиш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” миллий тадқиқот университетининг олимлари томонидан тузилган махсус апробация комиссияси томонидан ижобий баҳоланган, тадқиқот натижалари асосида тайёрланган илмий ҳисоботлар университетнинг илмий кенгаши ҳамда илмий – услубий кенгашларда муҳокама қилиниб, диссертация ишининг асосий натижалари 7 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 16 та мақола, жумладан 6 та Республика ва 1 та хорижий журналларда нашр қилинган, 5 та мақола Scopus базасидаги журнал ва конференция материалларида, 4 та мақола халқаро ва маҳаллий конференция материалларида чоп этилган ҳамда 1 та ЭҲМ гувоҳномаси олинган.

Диссертация тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 116 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, мақсад ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқот натижаларининг ишончлилиги, илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, шунингдек, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилганлиги, чоп этилган илмий ишлар, шунингдек диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Муаммонинг хозирги кундаги ўрганилганлик холати”** деб номланган биринчи бобида сув омборларининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимидаги ўзгаришлар, сув омборларида сув ости ва сув усти ўтларининг шаклланиши ҳамда уларни тозалаш бўйича амалга оширилган назарий ва амалий тадқиқотлар таҳлил қилинган. Сув омборларининг гидрологик режими ва морфометрик кўрсаткичларини аниқлашнинг назарий асослари С.Т.Алтунин, М.А.Великанов, А.В.Караушев, В.А.Скрыльников, Б.И.Белесков, Ф.Х.Хикматов, В.Е.Чуб, М.Р.Бақиев, А.М.Арифжанов, Д.Р.Бозоров, М.Р.Икрамова, Ф.А.Гаппаров, И.А.Аҳмедхўжаева, Т.У.Апақхўжаева, N.L.Poff, R.Poeppl, S.A.Kantoush, Y.G.Lai, B.N.Eustis, D.S.Van Maren, S.Heaven, T.Tanto, D.Rycroft ва бошқа қатор олимларнинг илмий ишларида ёритилган ҳамда улар томонидан эришилган натижалар таҳлил қилинган.

Қуйилма сув омборларининг гидробиологик режимига морфометрия таъсирини баҳолашнинг назарий ва амалий асослари, сув ости ва сув усти ўтларининг шаклланиши ҳамда уларни тозалаш бўйича амалга оширилган назарий ва амалий тадқиқотлар А.Б.Авакян, А.М.Никитин, Н.Е.Горелкин, В.А.Николаенко, В.А.Скрыльников, Б.И.Белесков, Э.И.Чемборисов, О.Каюмов, Ф.А.Гаппаров, N.Akhtar, R.An, J.Barko, D.Xonek, J.Chen, Y.Gao, R.Hussain, P.Linnik, K.Wang, B.Yu ва бошқа олимларнинг ишларида ёритилган.

Юқорида келтирилган тадқиқотлар таҳлили асосида сув омборининг гидробиологик режимини аниқлаш усулларини ишлаб чиқишда морфометрик кўрсаткичларни ҳисобга олган ҳолда сув алмашинувини инобатга олиш зарурлиги асослаб берилган. Сув омборларида табиий ва антропоген омиллар таъсирида ўсимликлар майдонини аниқлаш учун бир қатор усуллар ишлаб чиқилган. Бу усулларнинг айрим хусусиятлари қайд этилган. Морфометрик кўрсаткичлар ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда сув юза майдони ва сув ўсимликлари майдони ўзгаришини аниқлаш бўйича олиб борилган дала тадқиқотлари натижаларида замонавий техника ва технологиялар кенг қўлланилиб, ижобий натижаларга эришилгани таъкидланган.

Олиб борилган тадқиқотлар қуйилма сув омборларининг морфометриясининг гидрологик жумладан, гидробиологик режимига таъсирини ўрганиш, сув ўсимликлари майдони ўзгаришини таҳлил қилиш ҳамда уларнинг иш режими самарадорлигини ошириш бўйича илмий изланишлар ўтказиш зарурлигини кўрсатади. Шу асосда диссертациянинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертациянинг **“Сув омборининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимларини ўрганиш бўйича дала тадқиқотлари”** деб номланган иккинчи бобида сув омборининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимларида бир неча йил давомида кузатилган ўзгаришлар бўйича дала тадқиқот натижалари келтирилган.

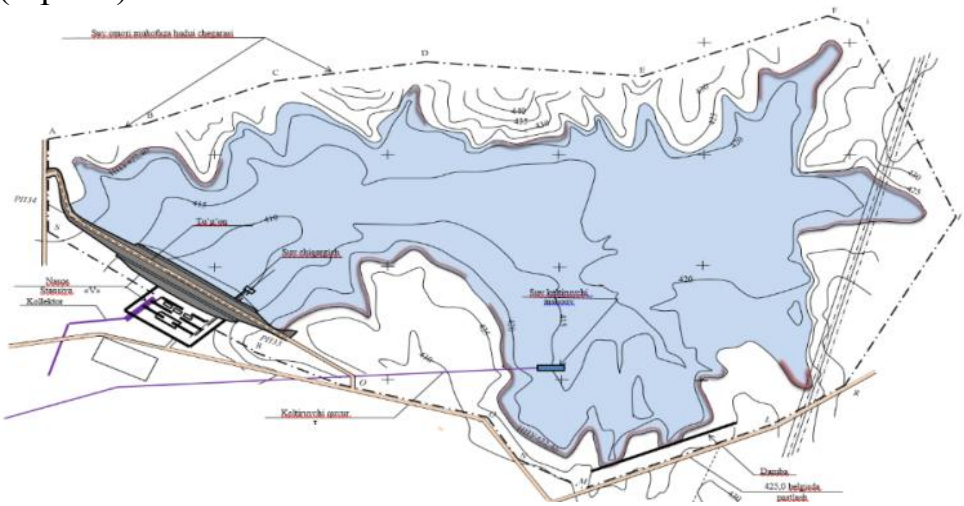
Дала тадқиқотлари АУПНТ № 10114 геодезик ўлчов қурилмаси (сертификат № 219, 2021 йил 6 май) ва GNSS туркумидаги радиоқабул қилгич воситалари № 3293723 ва № 3294066 орқали амалга оширилган. Ушбу

замонавий геодезик ўлчов қурилмаси 0 мм дан 10000 м гача бўлган масофаларни ўлчай олади. Қурилманинг максимал хатолиги ±3,0 мм ни ташкил қилади.

Сув сатҳига боғлиқ ҳолда сув юза майдонини аниқлаш учун GPS/GLONASS йўлдош навигация тизимлари ва геодатчиклардан маълумот қабул қилувчи АУПНТ ускунаси НПУ 422,4 м белгидаги тўғонда жойлаштирилди. Координаталар ҳар 30 метрда қирғоқ бўйлаб абсолют баландлик нуқталари бўйича аниқланди. Лойиҳа материаллари билан таққослаш натижасида қирғоқ чизиғида сезиларли ўзгаришлар аниқланди. АУПНТ маълумотлар базасининг йўлдош тизимига уланиши ўлчов ускуналарининг тезкор аниқланишини ва тўғри жойлашишини таъминлади.

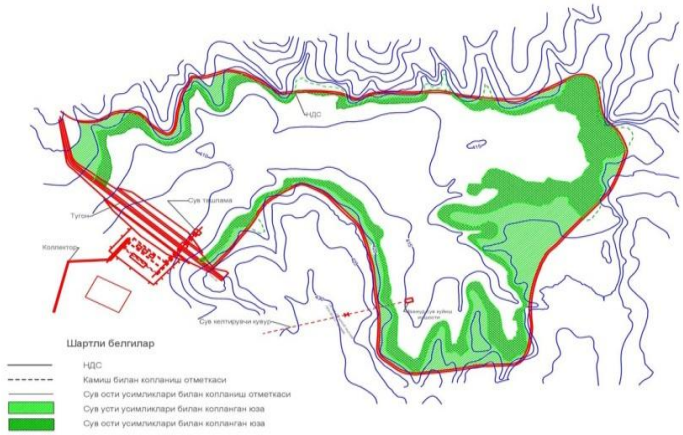
Дала тадқиқотларида бир неча йил давомида сув омборининг морфометрик кўрсаткичларидаги ўзгаришлар аниқланган.

Олиб борилган дала тадқиқотлари асосида сув омборидаги морфометрик кўрсаткичларининг, сув ости ва сув усти ўтларининг майдонларининг ўзгариши аниқланди ва Шўртан сув омбори сув юза майдонининг сатҳи бўйича ўзгаришларини ҳисобга олган электрон харитаси тузилди (1-расм).



1-расм. Шўртан сув омборида сув сатҳига боғлиқ ҳолда сув юзаси майдонининг ўзгаришини электрон харитаси

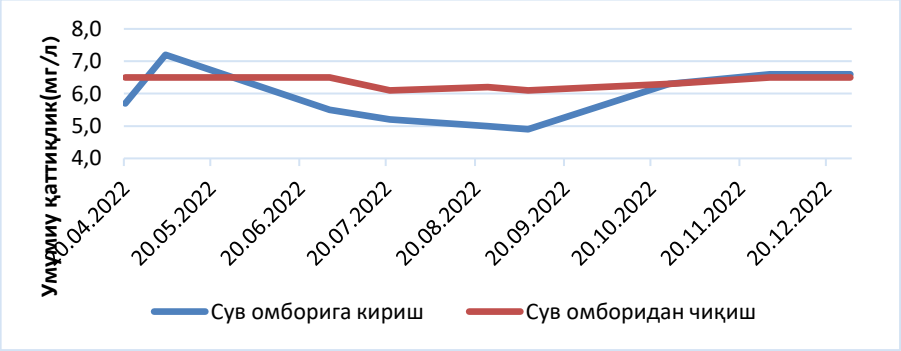
Сув омборини эксплуатация қилиш даврида сув омбори косасини сув усти ва сув ости ўтлари билан қопланишининг ўзгаришини кузатиш натижалари сув омбори косасидаги ўт билан қопланган майдонларни йилдан-йилга ошиб бораётганлигини кўрсатмоқда. Жумладан, 2007 йил маълумотларига кўра сув омбори косасини 0,386 км^2 майдони сув ўтлари билан билан қопланган бўлса, 2023 йилга келиб бу кўрсаткич 0,875 км^2 ни ташкил қилган. Худди шундай сув остида ўсувчи ўтлар майдони ҳам мос равишда 0,379 ва км^2 дан 0,449 км^2 гача ортган (2-расм).



2-расм. Шўртан сув омбори сув юза майдонини сув ўтлари билан қопланишини кузатиш натижалари

Дала тадқиқотлари маълумотларининг кимёвий таҳлили натижалари асосида сув омборига кирувчи ва ундан чиқувчи сувнинг сифати баҳоланган.

Сув омборидан чиқувчи оқим бўйича ойлик намуналарда умумий қаттиқлик кўрсаткичларини таққослаш натижалари шуни кўрсатдики, умумий қаттиқлик сув омборига кириш створларидаги кўрсаткичлар билан солиштирганда анча ошган. Агар сув омборига киришдаги створда умумий қаттиқлик ўртача 5,8 мг/л ни ташкил этган бўлса, чиқишда бу кўрсаткичлар 6,35 мг/л гача ўзгарган (3-расм).

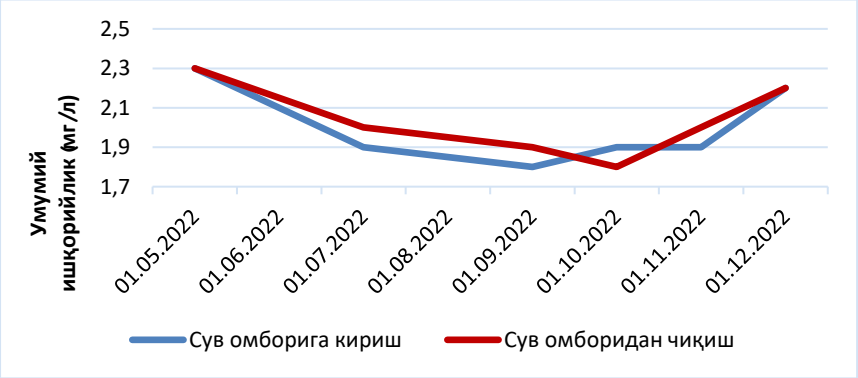


3-расм. Сув омборига кириш ва чиқиш нуқталарида сувнинг умумий қаттиқлик даражасидаги ўзгариши

Графикда 2022 йил давомида сув омборининг кириш ва чиқиш створларида сувнинг умумий қаттиқлиги динамикаси акс эттирилган. Кузатувларнинг бошида (май ойи) киришда умумий қаттиқлик 7,3 мг/л, чиқишда эса 6,5 мг/л ни ташкил этган. Июль ойига келиб бу кўрсаткичлар 5,2–5,5 мг/л гача пасайган, сентябрь ойида эса кириш створида минимал қиймат — 4,9 мг/л қайд этилган. Шу билан бирга чиқишдаги кўрсаткичлар нисбатан барқарор бўлиб, 6,1–6,5 мг/л оралиғида сақланган. Декабрь ойига

келиб умумий қаттиқлик тенглашган: кириш ва чиқиш створларида 6,5 мг/л атрофида бўлган. Шу тариқа, сув омборига киришда мавсумий ўзгарувчанлик кузатилган бўлса, чиқишдаги кўрсаткичлар сув омбори косасида кечадиган жараёнлар таъсирида нисбатан барқарор бўлиб қолган.

Сув омборига кириш ва чиқиш нуқталарида сувнинг умумий ишқорлилик даражаси ҳам ўрганилган (4-расм).



4-расм. Сув омборига кириш ва чиқишда сувнинг умумий ишқорлилик даражасидаги ўзгариши

График сув омборига кириш ва чиқиш створларида сувнинг умумий ишқорлилиги мавсумий ўзгаришини кўрсатади. Май ойида ишқорлилик қийматлари киришда ҳам, чиқишда ҳам 2,3 мг/л ни ташкил этган. Август ойига келиб бу кўрсаткич 1,8–1,9 мг/л гача пасайган, энг паст қийматлар эса сентябрь–октябрь ойларида 1,7–1,8 мг/л даражасида қайд этилган. Ноябрь ойидан бошлаб ўсиш кузатилиб, декабрь ойига келиб ишқорлилик кириш ва чиқишда 2,2 мг/л ни ташкил этган. Йил давомида кириш ва чиқиш кўрсаткичлари орасидаги фарқ 0,1 мг/л дан ошмаган, бу эса сув омборининг гидрокимёвий режими барқарорлигини кўрсатади.

Сув омборига кириш ва чиқиш створларида сувнинг оқизиқлар даражаси ҳам ўрганилган (5-расм).

5-расм. Сув омборига кириш ва чиқишда сувнинг оқизиқлар миқдоридаги ўзгариши

Сув омбори туби ва қирғоқ бўйи ҳудудларидаги оқизиқлар тўпланиши натижасида сув омборининг морфометрик кўрсаткичлари аста-секин ўзгариб бормоқда, жумладан сув юза майдонларининг саёз қисмлари шаклланмоқда, қирғоқ бўйларида эса чуқурлик камаймоқда. Бу жараёнлар сув ҳавзасининг

юқори даражали сув ўсимликлари билан қопланиши учун қулай шароит яратиб, сув омбори косасининг гидробиологик режими ва ўт босиши жараёнига таъсир кўрсатади.

Қиёсий таҳлил натижалари қуйидаги барқарор тенденцияларни аниқлаш имконини берди, жумладан умумий қаттиқлик ва хлоридлар миқдорининг ортиши секин сув алмашинуви ва буғланиш шароитида эриган тузларнинг тўпланиши билан изоҳланади; сувнинг лойқалиги эса сезиларли даражада камайган бўлиб, бу тинч сув сақланиш шароитида суспензияланган заррачаларнинг чўкиши билан боғлиқ. Бу барча жараёнлар сув омборининг мавсумий тебранишларидан намоён этилмоқда.

Сув омборининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимларини таҳлил қилиш ҳамда улардаги ўзгаришларни башорат қилиш учун асосий гидрологик ва морфометрик хусусиятларни ҳисоблаш зарур. Ушбу кўрсаткичлар сув ҳавзаси морфометрияси ва унинг гидробиологик режими динамикасини белгилаб берувчи асосий омиллар ҳисобланади. Бу кўрсаткичлар 1-жадвалда келтирилган.

1- жадвал.

Шўртан сув омборининг асосий морфометрик кўрсаткичлари

$F_{мдс}$,км^2	$F_{саёз}$, км^2	$h_{нис}$	$K_{очиқ}$	$K_{сол.\ сув\ таш}$	$K_{чўзиқ}$	$K_{кир\ оқим}$,(тўлиқ ҳажмда)
2,17	0,67	3,24	0,29	5,99	2,62	0,98

бу ерда:

$F_{мдс}$ – сув омборининг меъёрий димланган сатҳ (МДС) даги сув юзаси майдони, км^2;

$F_{саёз}$ – сув омборининг чуқурлиги 2 метргача бўлган саёз қисмининг майдони, км^2;

$h_{нис}$– нисбий чуқурлик коэффициенти;

$K_{очиқ}$ – очиқлик коэффициенти;

$K_{сол.\ сув\ таш.}$ – солиштирма сув ташлаш коэффициенти;

$K_{чўзиқ}$ – чўзиқлилик коэффициенти;

$K_{кир\ оқим}$ – сув омборига йил давомида оқиб келган сув миқдори бўйича сув алмашинуви.

Диссертациянинг **“Сув омборининг гидробиологик режимини баҳолаш”** деб номланган учинчи бобида назарий изланишлар ва табиий дала тадқиқотлари натижалари келтирилган бўлиб, улар асосида сув баланси ёндашуви ҳамда геоахборот технологиялари (ГАТ) асосида сув омбори сув юза майдони динамикасини баҳолаш усули ишлаб чиқилган.

Сув омбори юзаси эксплуатация бошидан ҳисобий даврга бўлган ўзгариши қуйидаги боғланиш асосида аниқланган:

$$\Delta F = (F_{макс} - F_{мин}) - (\Sigma П - \Sigma Р) \qquad (1)$$

бу ерда: $F_{макс}$ и $F_{мин}$ - ой охиридаги максимал ва минимал сув сатҳларига мос келувчи лойиҳавий график асосида аниқланган сув омбори юзасининг майдонлари;

$\sum П$ и $\sum Р$ – сув омборини ҳисобий йилдаги ойлари учун сув сатҳи максимал бўлган ойнинг кейинги ойидан бошлаб то сув сатҳи минимал бўлган ойгача сув балансини ташкил этувчилари (кирувчи ва чиқувчи) йиғиндиси.

(1) формулада ($F_{макс}$ - $F_{мин}$) кўрсаткичларнинг фарқи ёки ΔF - эксплуатациядан олдинги (лойиҳавий) сув омборининг юзаси ва ($\sum П - \sum Р$) айирма эса ҳисобий йил учун сув сатҳининг максимал кўрсаткичидан (тошқин пайтида) минимал кўрсаткичигача ўзгаришидаги сув омборининг юзаси, яъни бу кўрсаткичларнинг абсолют айирмаси сув омборининг ҳисобий йилдаги максимал ва минимал сатҳлар орасидаги юзаси.

Сув омборлари юзаси ўзгаришини аниқлаш учун МДС ва ЎСС сатҳлари орасидаги юзалар фарқидан фойдаланилади.

Бу мақсадда қуйидаги ифодадан фойдаланиш мумкин.

$$\Delta F = \Delta F_{лойиҳавий} \frac{H_{МДС} - H_{ЎСС}}{H_{макс} - H_{мин}} \qquad (2)$$

$\frac{\Delta F_i}{\Delta F_{МДС}}$ нисбатни сув омборларида олиб борилган табиий кузатувлар асосида аниқланган қуйидаги кўринишдаги боғланиш орқали аниқлаш мумкин:

$$\frac{\Delta F_i}{\Delta F_{МДС}} = K_1 (\frac{H}{H_{МДС}})^{n_1} \qquad (3)$$

(3)-тенглама ифодасини олиш учун Шўртан сув омбори юзасида амалга оширилган ўлчов ишлари натижалари қўлланилган.

Ушбу маълумотлар 2-жадвалда келтирилган бўлиб, боғланиш графиги эса 5- расмда тасвирланган.

Жадвал-2.

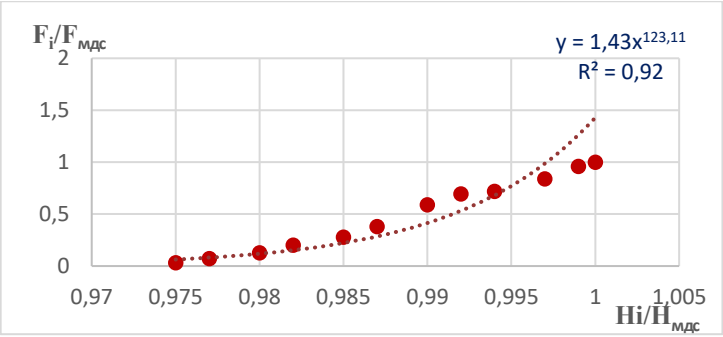
$H_i/H_{мдс}$, $\Delta F_i/\Delta F_{мдс}$ нисбатларининг H га боғлиқлик маълумотлари.

Сатҳ *H*, м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$H_i/H_{мдс}$	0,032	0,074	0,129	0,203	0,281	0,382	0,591	0,696	0,719	0,839	0,959
$\Delta F_i/\Delta F_{мдс}$	0,975	0,977	0,98	0,982	0,985	0,987	0,99	0,992	0,994	0,997	0,999

2-жадвал маълумотлари асосида қуйилма сув омборлари учун мос бўлган формула олинди.

$$\frac{\Delta F_H}{МДС} = 1{,}43 (\frac{H}{H_{МДС}})^{123{,}11} \qquad (4)$$

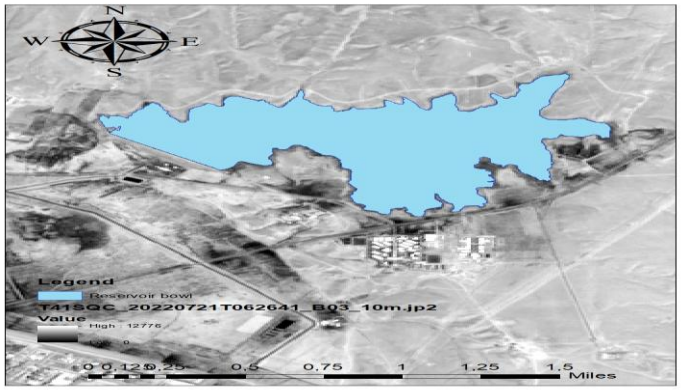
Агар $H = H_{мдс}$ деб қабул қилинса, у ҳолда (3)-ифода асосида сув омбори юзасининг камайишини аниқлагандан сўнг, сув юзаси майдонининг камайиш миқдорини ҳисоблаш мумкин (6-расм).



6-расм. Сув омбори нисбий сув юза майдонини нисбий сув сатҳига боғлиқлик графиги

График сув сатҳининг нисбий даражаси ($H_i/H_{мдс}$) билан сув юза майдонининг нисбий қиймати ($F_i/F_{мдс}$) ўртасидаги боғланишни акс эттиради. Аппроксимация қуйидаги тенглама орқали ифодаланади: $y = 1{,}43x^{123{,}11}$, детерминация коэффициенти $R^2 = 0{,}92$ бўлиб, бу моделнинг табиий кузатув маълумотларига юқори даражада мос келишини кўрсатади. Сув сатҳи $H_i/H_{мдс} = 0{,}975$ қийматгача пасайганда сув юза майдони деярли нолга тенглашади, $H_i/H_{мдс} = 1$ бўлганида эса у МДС қийматига етади. Боғланиш экспоненциал хусусиятга эга бўлиб, сув сатҳи камайишининг кичик қийматларида ҳам сув юза майдонининг кескин камайишини акс эттиради.

Геоахборот тизимлари (ГАТ) масофадан зондлаш усуллари билан уйғун қўлланилганда сув омборларининг гидробиологик, гидравлик ва гидрологик режимларини комплекс таҳлил қилиш учун кучли воситаларни тақдим этади. Йўлдош маълумотлари ёрдамида ўсимлик қоплами, ўсимликсиз ҳудудлар ҳамда сув юза майдонининг батафсил хариталарини тузиш мумкин. Харитада масофавий зондлаш натижаларига кўра сув ҳудуди сифатида аниқланган жойлар оч кўк ранг билан белгиланган (7-расм).

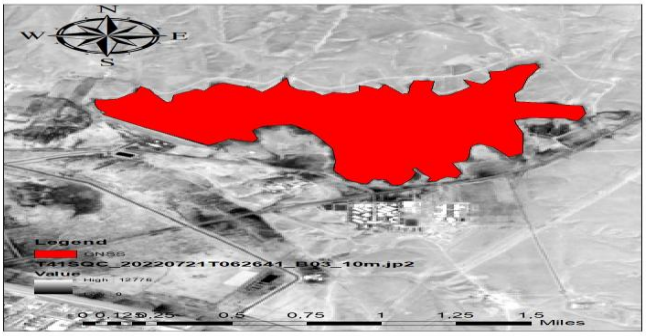


7-расм. ArcGIS дастурида ГАТ-ўлчовлар асосида сув юзаси чегараларини интерполяция қилиш

Ушбу ҳудудларни ажратиб олишда ГАТда сувнинг спектрал хусусиятларига, биринчи навбатда NDWI (Normalized Difference Water Index) индекси ёки унинг аналогларига асосланган масофавий зондлашнинг стандарт тартиби қўлланилди.

Тадқиқот доирасида сув омборининг сув юза майдони икки хил ёндашув асосида баҳоланди: GNSS технологияси ёрдамида амалга

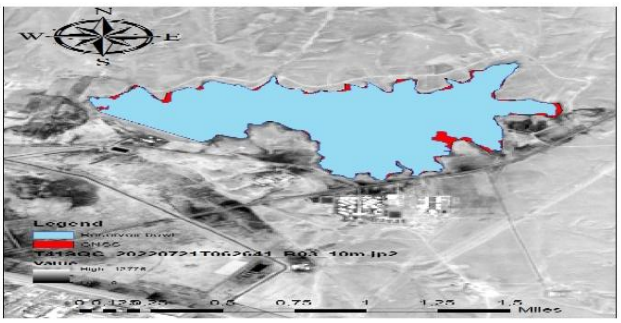
оширилган дала ўлчовлари ва масофадан зондлаш маълумотларини ГАТда қайта ишлаш орқали. Дала ишлари юқори аниқликдаги йўлдош қабул қилгич ускунаси ёрдамида ўтказилди. Сув юзасига кирувчи нуқталар визуал аниқланиб, қирғоқ чизиғи доирасида, шу жумладан сув ўсимликлари билан қопланган ҳудудларни қамраб олган ҳолда белгиланди (8-расм).



8-расм. ArcGIS дастурида GNSS-ўлчовлар асосида сув юзаси чегараларини интерполяция қилиш

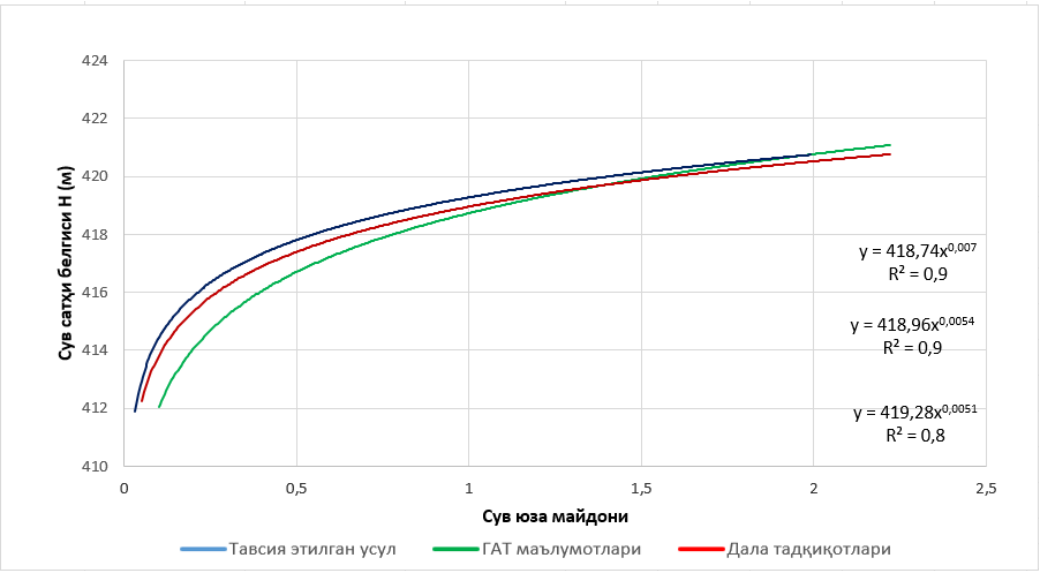
Харитада сув омборининг GNSS ўлчовлари натижасида аниқланган чегаралари қизил рангда кўрсатилган. Дала ишлари жараёнида тўпланган дастлабки координаталар ArcGIS дастурида қайта ишланиб, визуаллаштирилди. Таҳлил жараёнида маълумотлар нуқтавий геомаълумотлар шаклида импорт қилинди, шундан сўнг фазовий интерполяция амалга оширилиб, сув сатҳи чегара чизиғини, сув ўсимликлари мавжуд бўлган ҳудудларни ҳам ўз ичига олган ҳолда акс эттирувчи ёпиқ контур яратилди. Ушбу вектор қатлами кейинчалик ГАТ дастурида йўлдош тасвирларининг автоматик классификация натижалари билан таққослаш учун фойдаланилди.

Ушбу қатлам суратга олиш пайтида сувнинг тарқалиш ҳолатини визуаллаштириш имконини беради, бироқ қирғоқ бўйлаб зич ўсимликлар мавжудлиги, камсувлик ёки сув остида қолган ўтлоқ майдонлар шароитида муайян чекловларга эга (9-расм).



9-расм. GNSS ва ГАТ маълумотлари асосида сув юзасининг таққослама харитаси.

Ушбу харита дала тадқиқотлари шароитида аниқланган сув чизиғи билан йўлдош тасвирларининг автоматик классификацияси натижалари ўртасидаги фарқни намоён этади (10-расм).

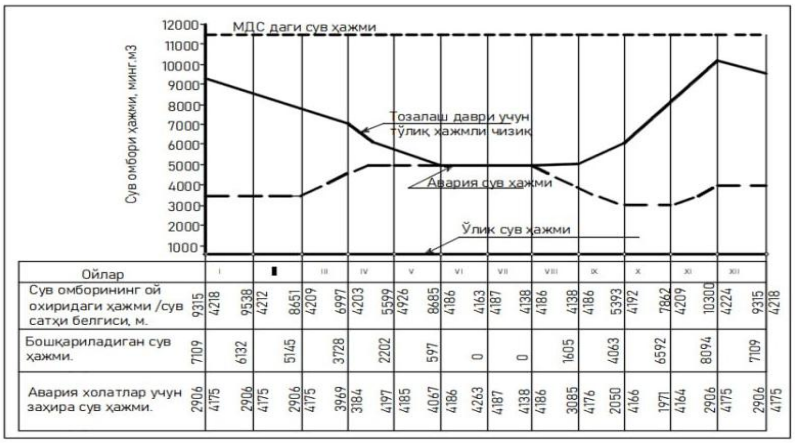


10-расм. Шўртан сув омбори сув сатҳига нисбатан сув юзаси майдонининг ўзгариш графиги

Графикда сув сатҳи билан сув юза майдони ўртасидаги боғланиш учта усул бўйича кўрсатилган: дала тадқиқот маълумотлари, тавсия этилган усул ва ГАТ маълумотлари асосида. Дала тадқиқот ўлчовлари учун аппроксимация тенгламаси $y = 418{,}74x^{0{,}007}$ ($R^2 = 0{,}9$) кўринишига эга, тавсия этилган усул учун — $y = 418{,}96x^{0{,}0054}$ ($R^2 = 0{,}9$), ГАТ маълумотлари учун эса — $y = 419{,}28x^{0{,}0051}$ ($R^2 = 0{,}8$). Сув сатҳи минимал 412 м дан максимал 422 м гача ўзгарган. Усуллар орасидаги фарқ 10-15% дан ошмаган, энг юқори аниқлик эса дала маълумотлари ва тавсия этилган усул орқали олинган.

Диссертациянинг “**Сув омбори эксплуатацион режимини ишлаб чиқиш**” деб номланган тўртинчи бобида Шўртан сув омборининг гидрологик ва мофометрик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда асосий истеъмолчилар, жумладан “Шўртан газ–кимё мажмуаси” МЧЖ учун барқарор сув таъминотини таъминлайдиган эксплуатацион режими асослаб берилган ва ишлаб чиқилган. Сув омборининг морфометрик хусусиятлари, сув истеъмоли, фильтрация ва буғланишга йўқотишлари бўйича маълумотлар таҳлили асосида стационар ва фавқулодда ҳолатларда сув омборининг самарали фаолият юритиш шартлари аниқланган.

Эксплуатацион ҳажм ва авария захирасини сақлаб қолишни таъминловчи сув тўплаш ва сув бериш графиклари ишлаб чиқилди ҳамда сув сатҳини бошқариш орқали сув ости ва сув усти ўсимликлар билан қопланишини камайтириш, сув алмашинувини яхшилаш ва сув ҳавзасидаги гидробиологик жараёнларни барқарорлаштириш мумкинлиги асосланган. Ёз-куз мавсумида сув ресурсларини тўплаш орқали 1,5 млн м³ гача захира яратилади, бу эса фавқулодда ҳолатларда ҳам барқарор сув таъминотини кафолатлайди (11-расм).



11-расм. Сув омборининг ишлаш режими

Тадқиқотлар таҳлили асосида, йил бошида тезкор суратда, барча гидрологик ўзгарувчи шароитларини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган сув омборларидан фойдаланиш режими сув сатҳи авариявий ҳажм чизиғигача пасайган ҳолатида ҳам Шўртан газ–кимё мажмуасини зарур миқдордаги сув билан узлуксиз таъминлай олади. Бу ҳолат таклиф этилган фойдаланиш режими барқарор ва ишончли эканлигини асослайди.

ХУЛОСА

“**Сув омбори косаси морфометриясининг гидробиологик режимига таъсирини баҳолаш (Шўртан сув омбори мисолида)**” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Олиб борилган тадқиқотлар сув омборининг морфометрик хусусиятлари жумладан, чуқурлиги, сув юза майдони ва ҳажмининг ўзгариши унинг гидробиологик ва гидрокимёвий режими ўзгаришига бевосита таъсир кўрсатишини асослади. Сув омборининг ўт босиши жадаллиги ва биофаоллиги унинг саёз қисмлари улуши ҳамда қирғоқ чизиғининг хусусиятларига боғлиқ эканлиги аниқланди.

2. Шўртан сув омборининг гидробиологик ва гидрокимёвий режимларига таъсир этувчи морфометрик кўрсаткичлар ($F_{мдс}$, $F_{саёз}$, $h_{нис.}$, $K_{очиқ}$, $K_{сол.сув.таш.}$, $K_{чўзиқ}$, $K_{кир.оқим.}$) аниқланиб, сув алмашинуви жараёнлари ва морфометрик ўзгаришлар инобатга олинган ҳолда сув омборининг гидробиологик режими баҳоланиши учун имконият яратилди.

3. Сув омборида сув усти ва сув ости ўсимликлари майдонларини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар асосида электрон харита ва ЭҲМ дастури ишлаб чиқилган. Натижада, сув омборлари ҳавзасидаги сув ости ва сув усти ўтлари майдонини олдиндан аниқлаш имконияти яратилган.

4. Сув омборлари сув юза майдонини сув сатҳига нисбатан ўзгаришини инобатга олган ҳолда сув ости ва сув усти ўсимликлар майдонининг ўзгаришини аниқлаш усули сув баланси ёндашуви ҳамда геоахборот технологиялари (ГАТ) асосида такомиллаштирилган.

5. ГАТ технологияларини қўллаш асосида сув омборидаги гидрологик жараёнларни баҳолашда сув юзаси ҳамда сув ўсимликлари майдонлари аниқланди. Бу ёндашув сув юзаси ва ўсимлик майдонларидаги ўзгаришларни тезкор аниқлаш имконини берди.

6. Тадқиқот натижалари асосида таклиф этилган усул табиий ҳолда ўлчанган маълумотларга энг яқин натижа бериши аниқланди. Таҳлил натижаларига кўра, тавсия этилган усул учун $R^2 = 0,92$ бўлиб, бу усул натижалари табиий кўрсаткичларга юқори даражада мос келишини кўрсатади.

7. Сув омборининг морфометрик ва гидрологик хусусиятларини ҳамда сув истеъмолчилар талабларини инобатга олган ҳолда уларнинг эксплуатацион режими ишлаб чиқилди. Таклиф этилган эксплуатацион режим сув омборларидан хавфсиз ва самарали фойдаланишни, шунингдек, барча тоифадаги истеъмолчиларни ишончли сув таъминотини кафолатлайди.

8. Ишлаб чиқилган фойдаланиш режими амалиётга жорий этилганда қўшимча фойдали ҳажм шаклланиши, сув йўқотишларининг камайиши, гидротехник иншоотларининг ишончлилиги ошиши ва ГАТ технологиялари ҳамда NDWI индекси орқали масофавий назоратнинг самарадорлиги ҳисобига техник-иқтисодий самарага эришилди.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.T.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

ХАЙДАРОВ АЗИЗ РАВШАН УГЛИ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИИ ЧАШИ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ИХ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ (НА ПРИМЕРЕ ШУРТАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

05.09.07 - Гидравлика и инженерная гидрология

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2024.3. PhD/T4979

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства».

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу (www.tiiame.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный руководитель:	**Гаппаров Фуркат Ахматович** доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Файзиев Хомитхон Мусаханович** доктор технических наук, профессор
	Аденбаев Бахтиер Эмбергенович доктор географических наук, профессор
Ведущая организация:	**Каршинский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «5» декабря 2025 г. в 14 00 часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязий, 39. Тел. (+99871)-237-22-67, факс: 237-54-79, e-mail: admin@tiiame.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства" (зарегистрировано № 390) Адрес: 100000, Ташкент, Кари-Ниязий, 39 тел (99871) 237-19-45

Автореферат диссертации разослан «14» ноября 2025 года

(реестр протокола рассылки № 390 «14» ноября 2025 года).

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

А.А.Янгиев
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

А.М.Арифжанов
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире уделяется особое внимание вопросам эффективного использования водных ресурсов, строительства водохранилищ на основе регулирования стока рек, безопасного и эффективного их использования, а также эксплуатационной надежности сооружений. На сегодняшний день в развитых странах особое внимание уделяется надежному и эффективному использованию существующих водохранилищ, разработке рациональных режимов их работы, равномерному водообеспечению потребителей в вегетационный период, оперативной оценке интенсивности наполнения наносами, а также изменению площади водного зеркала с помощью геоинформационных технологий и повышения эксплуатационной эффективности. В связи с этим, особое внимание уделяется повышению эффективности эксплуатации водохранилищ, в том числе, изменению морфометрических характеристик водохранилища; исследованию динамики гидробиологических и гидрохимических процессов под воздействием природных и антропогенных факторов в период эксплуатации.

В мире ведутся научные исследования, направленные на обоснование эффективного режима работы при эксплуатации водохранилищ, на совершенствование методов снижения антропогенного воздействия на речной бассейн. В этом направлении, в том числе, приоритетными являются исследования по надежному и эффективному использованию водохранилищ, разработке методов совершенствования гидрологического режима водохранилищ, техническим и технологическим решениям повышения эффективности их использования. Вместе с тем, актуальными задачами являются определение изменения гидробиологического и гидрохимического режимов водохранилищ с учетом элементов водного баланса водохранилищ. Так, например, в 6-ой цели «Целей устойчивого развития» Организации Объединенных Наций, «Чистая вода и санитария», намечены цели, в том числе «...до 2030 года во всех отраслях существенное повышение эффективности водопользования, внедрение интегрированной системы управления водными ресурсами». В связи с этим, во многих развитых странах, в том числе в России, Китае, Индии, США, Германии, Австрии, Великобритании, Нидерландии уделяется особое внимание эффективному использованию водохранилищ, повышению надежности и срока службы сооружений, а также продлению их эксплуатационного периода.

В настоящее время в Республике осуществляются работы по строительству водохранилищ, повышению срока службы и эффективности сооружений, а также обеспечению эксплуатационной надежности, их оптимальному наполнению и опорожнению, предотвращению случаев деформирования берегов, определению факторов, влияющих на эффективное использование водных ресурсов, а также осуществляются меры по созданию новых методов существующих гидрологических расчетов, дающих возможность совершенствования гидрологического режима водохранилищ,

техническим и технологическим решениям повышения эффективности их использования.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит осуществлению задач, намеченных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года, “О новой стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы”[1], УП-158 от 11 сентября 2023 года о “Страгетии Узбекистан-2030”[2], УП-6024 от 10 июля 2020 года “Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистана 2020 - 2030 годам”[3], а также Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4486 от 09 октября 2019 “О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами» и в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологии республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и защита окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Разработками теоретических основ в направлениях изменения гидрологического режима водохранилищ, а также влияния изменения морфометрических элементов на гидробиологический и гидрохимический режимы водохранилищ получили свое развитие в исследованиях С.Т.Алтунина, М.А.Великанова, А.В.Караушева, А.Б.Авакяна, А.М. Никитина, Н.Е. Горелкина, В.А. Николаенко, В.А.Скрыльникова, Б.И.Белескова, Ф.Х. Хикматова, В.Е. Чуба, М.Р.Бакиева, А.М. Арифжанова, Д.Р. Базарова, Э.И. Чемборисова, О. Каюмова, Ф.А. Гаппарова, М.Р.Икрамовой, И.А.Ахмедходжаевой, Т.У.Апакхужаевой, N. Akhtar, R. An, J. Barko, D. Xonek, J. Chen, Y. Gao, R.Hussain, P.Linnik, K. Wang, B. Yu., и др. и достигнуты определенные положительные результаты.

По проведенным научным исследованиям и их анализу в настоящее время такие вопросы, как задачи оценки влияния морфометрии на гидробиологический режим, совершенствования методов определения гидробиологического режима водохранилища, учитывая морфометрические показатели и процессов водообмена в водохранилище, а также разработка ресурсосберегающих и экономически эффективных способов режима эксплуатации водохранилищ изучены в недостаточной степени.

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана

[1] Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

[2] Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года №УП-158 о стратегии «Узбекистан – 2030»

[3] Постановление Президента Республики Узбекистан от 9 октября 2019 года № ПП-4486 «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы»

научно-исследовательских работ Национального исследовательского университета “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по теме: 1.15. «Разработка научно-обоснованных рекомендаций по увеличению полезного объема сезонно управляемых водохранилищ» (2018–2021 гг.), осуществлялась в рамках хозяйственного договора по теме «Разработка декларации безопасности Шуртанского водохранилища» 21/2023 от 8.07.2023.

Цель исследования состоит в оценке влияния морфометрии чаши водохранилищ на их гидробиологический режим, с учетом водообмена.

Задачи исследования:

обзор и анализ методов определения влияния морфометрии на гидрологический режим наливных водохранилищ;

обоснование морфометрических параметров чаши наливного водохранилища, с учетом изменения морфометрии и процессов водообмена;

проведение натурных исследований по изучению влияния изменений морфометрических параметров на гидрологический режим наливных водохранилищ;

определение изменения площади подводных и надводных растений наливных водохранилищ, с учётом изменения площади зеркала от относительной отметки уровня воды;

оценка влияния морфометрии чаши наливных водохранилищ на их гидробиологический и гидрохимический режимы;

разработка режима работы наливного водохранилища с учётом его морфометрических и гидрологических показателей.

Объектом исследования являются гидрологический режим наливного Шуртанского водохранилища, расположенного в Кашкадарьинской области, и изменение площади зеркала водохранилища в зависимости от уровня воды.

Предметом исследования является влияние водообмена и эксплуатационного режима наливных водохранилищ, а также морфометрических и гидрологических показателей на изменение площади подводной и надводной растительности.

Методы исследования. В процессе исследований использованы общепринятые методы гидравлических и гидрологических расчетов, проведены натурные исследования, в результате исследований проведен системный анализ собранных данных, а также использованы методы математической статистики.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

оценены изменения параметров влияния морфометрии наливных водохранилищ на гидрологический режим;

усовершенствован метод определения морфометрических параметров чаши наливного водохранилища, с учетом изменения морфометрии и процессов водообмена в чаше водохранилища;

усовершенствован метод прогнозирования определения изменения площади распространения подводных и надводных растений водохранилища, с учётом изменения площади зеркала от относительной отметки уровня воды;

разработан эксплуатационный режим наливного водохранилища, учетом морфометрических и гидробиологических особенностей водоёма, а также потребностей водопользователей.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана электронная карта и ЭВМ программа для определения надводной и подводной площадей растительности в наливных водохранилищах на основе проведенных исследований;

оценены изменения параметров гидрологических режимов наливного водохранилища, с учетом влияния изменения морфометрических элементов;

разработан эксплуатационный режим наливного водохранилища с учетом морфометрических и гидробиологических особенностей водоёма, а также потребностей водопользователей.

Достоверность результатов исследования. Надёжность результатов исследования основана на проведении полевых исследований по общепринятым методикам, согласованности полученных теоретических и практических результатов, их сопоставлении с результатами других авторов, использовании методов математической статистики при обработке данных и внедрении результатов в практику в данном направлении.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в определении морфометрических показателей чаши водохранилища с учётом процессов водообмена и морфометрических изменений, совершенствовании метода определения изменений площади подводной и надводной растительности с учётом зависимости площади зеркала водохранилища от отметки уровня воды, а также в разработке режима эксплуатации водохранилища с учётом его морфометрических и гидробиологических свойств и требований водопользователей.

Практическая значимость результатов исследования заключается в определении морфометрических и гидрологических показателей, влияющих на гидрологический режим водохранилищ, разработке электронной карты для определения площадей подводной и надводной растительности с учётом зависимости площади зеркала водохранилища от уровня воды, а также создании программного обеспечения для определения изменений площадей подводной и надводной растительности в наливных водохранилищах.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов научных исследований, проведённых по оценке влияния морфометрии чаши водохранилища на гидробиологический режим (на примере Шуртанского водохранилища):

определены морфометрические показатели, влияющие на гидробиологический и гидрохимический режимы Шуртанского водохранилища ($F_{нпу}$, $F_{мелк}$, $h_{отн.}$, $K_{откр.}$, $K_{уд.водосб.}$, $K_{удл.}$, $K_{Впр}$) и разработана электронная программа для их расчёта (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 05/13-3499 от 27 сентября 2024 года) . В результате достигнута оценка гидробиологического режима водохранилища в зависимости от водообмена;

разработана методика определения изменений площади подводной и надводной растительности в водохранилищах с учётом зависимости площади зеркала водохранилища от уровня воды, внедрённая в Шуртанском водохранилище, а также в Арнасайском водохранилище при Управлении эксплуатации Южно-Мирзачульского магистрального канала (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 05/13–3499 от 27 сентября 2024 года). В результате создана возможность прогнозирования площадей подводной и надводной растительности в водохранилищах;

разработан эксплуатационный режим Шуртанского водохранилища с учётом его морфометрических и гидрологических особенностей, а также требований водопользователей, и внедрён в управление водохранилища (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 05/13–3499 от 27 сентября 2024 года). В результате создана возможность безопасной и эффективной эксплуатации водохранилища

Апробация результатов исследований. Результаты исследования положительно оценены специальной апробационной комиссией, созданной учёными Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», на основе результатов исследования подготовленные научные отчёты были рассмотрены на заседаниях Учёного совета и Научно-методического совета университета, а основные положения диссертационной работы обсуждены на 7 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований.

По теме диссертации опубликованы 17 научные работы, из них научные результаты диссертации доктора философии (PhD) в научных изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан опубликованы 16 статей, в том числе 6 в республиканских и 1 в международном журнале, 5 статей опубликованы в материалах конференции и журнала базы Scopus, 4 статьи в материалах международных и национальных конференций и получена 1 свидетельство ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации состоит из 116 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость диссертационного исследования, описаны цели и задачи, объект и предмет, изложено соответствие иследований приоритетным направлениям развития науки и технологии республики Узбекистан, приведены достоверность и научная новизна и практические результаты исследований, научная и практическая значимость полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследований на практике, об опубликованных научных работах, о структуре и объёме диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние изученности вопроса»** приведен анализ теоретических исследований об изменениях гидробиологического и гидрохимического режима водохранилищ, формированию подводных и надводных растений в водохранилищах и анализ теоретических и практических исследований по их очистке. Теоретические основы изучения гидрологического режима водохранилищ, определения морфометрических показателей приведены в научно – исследовательских работах многих ученых, таких как С.Т.Алтунин, М.А.Великанов, А.В.Караушев, А.М., Ф.Х. Хикматов, В.Е. Чуб, М.Р.Бакиев, А.М. Арифжанов, Д.Р. Базаров, М.Р.Икрамова, Ф.А. Гаппаров, И.А.Ахмедходжаева, Т.У.Апакхужаева, N.L.Poff, R. Poeppl, S.A.Kantoush, Y.G.Lai, B.N.Eustis, D.S.Van Maren, S.Heaven, T.Tanto, D.Rycroft и многих других ученых, а также их достигнутые результаты.

Теоретические и практические основы оценки влияния морфометрии на гидробиологический режим водохранилищ, формирования подводных и надводных растений и анализа теоретических и практических исследований по их очистке изложены в работах А.Б.Авакяна, А.М. Никитина, Н.Е. Горелкина, В.А. Николаенко В.А.Скрыльникова, Б.И.Белескова, Э.И. Чемборисова,О. Каюмова, Ф.А. Гаппарова, N. Akhtar, R. An, J. Barko, D. Xonek, J. Chen, Y. Gao, R.Hussain, P.Linnik, K. Wang, B. Yu. др. На основе вышеприведенного анализа исследований, при разработке методов определения гидробиологического режима водохранилища, учитывая морфометрические показатели, обоснована необходимость учета водообмена.

На основе анализа приведённых выше исследований обоснована необходимость учёта водообмена при разработке методов определения гидробиологического режима водохранилища с учётом морфометрических показателей. Разработан ряд методов для определения площади растительности в водохранилищах под воздействием природных и антропогенных факторов, отмечены некоторые особенности этих методов. По результатам полевых исследований, проведённых для определения изменений площади зеркала воды и площади водной растительности с учётом изменений морфометрических показателей, отмечено широкое применение современной техники и технологий, что позволило получить положительные результаты

Проведённые исследования показывают необходимость изучения влияния морфометрических характеристик наливных водохранилищ на их гидрологический, в том числе гидробиологический режим, анализа изменений площади водной растительности, а также проведения научных исследований, направленных на повышение эффективности их эксплуатационного режима. На этой основе определены цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе диссертационной работы **«Натурные исследования по изучению гидробиологических и гидрохимических режимов водохранилища»** приведены результаты натурных исследований по

изменению гидробиологического и гидрохимического режимов водохранилища в течение ряда лет.

Натурные исследования проводились с использованием геодезического измерительного устройства АУПНТ № 10114 (сертификат № 219 от 6 мая 2021 г.) и радиоприёмников серии GNSS № 3293723 и № 3294066, обеспечивающих измерение расстояний от 0 до 10000 м с максимальной погрешностью ± 3,0 мм, применение современных геодезических технологий позволило повысить точность полученных результатов.

Для определения площади водного зеркала в зависимости от уровня воды аппаратура АУПНТ, получающая данные от спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС и геодатчиков, была размещена на плотине при НПУ 422,4 м. Координаты определялись по точкам абсолютной высоты через каждые 30 м вдоль побережья. Сравнение с проектными материалами показало значительные изменения береговой линии. Подключение базы данных АУПНТ к спутнику обеспечивало оперативное определение и корректное позиционирование измерительного оборудования.

На основе проведённых полевых исследований определены изменения морфометрических показателей водохранилища, площадей подводной и надводной растительности, а также составлена электронная карта Шуртанского водохранилища, отражающая изменения площади зеркала воды в зависимости от уровня воды (рис. 1).

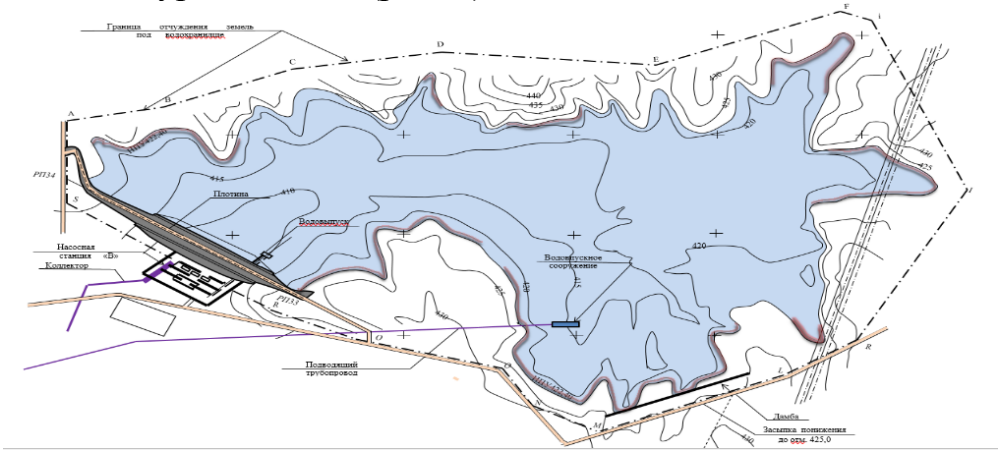


Рис. 1. Карта изменения площади водного зеркала Шуртанского водохранилища в зависимости от отметки уровня воды

Результаты наблюдений за изменением покрытия чаши водохранилища надводной и подводной растительностью в период его эксплуатации показывают, что площади заросших участков чаши водохранилища ежегодно увеличиваются, в частности, по данным 2007 года площадь, покрытая водной растительностью, составляла 0,386 км², а к 2023 году этот показатель достиг 0,875 км², аналогично площадь подводной растительности увеличилась с 0,379 км² до 0,449 км² (рис. 2)

Рис. 2. Результаты наблюдений за покрытием водной растительностью зеркала воды Шуртанского водохранилища

На основе результатов химического анализа полевых данных дана оценка качества воды, поступающей в водохранилище и выходящей из него

Результаты сравнения показателей общей жёсткости в ежемесячных пробах при выходе потока из водохранилища показали, что общая жёсткость значительно возросла по сравнению с показателями при входе в водохранилище, если в створе на входе среднее значение составляло 5,8 мг/л, то на выходе этот показатель увеличивался до 6,35 мг/л (рис. 3)

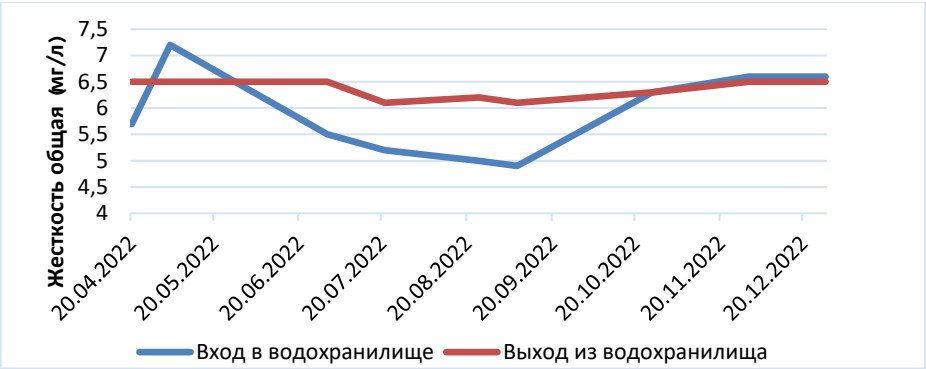


Рис. 3. Изменение общей жесткости воды при входе и выходе из водохранилища

График отражает динамику общей жёсткости воды во входном и выходном створах водохранилища в 2022 году. В начале наблюдений (май) жёсткость на входе составляла 7,3 мг/л, а на выходе — 6,5 мг/л. К июлю значения снизились до 5,2–5,5 мг/л, а в сентябре наблюдался минимум на входе — 4,9 мг/л. При этом показатели на выходе оставались относительно стабильными, в пределах 6,1–6,5 мг/л. К декабрю жёсткость выровнялась: вход и выход фиксировались на уровне 6,5 мг/л. Таким образом, зафиксирована сезонная изменчивость на входе, тогда как на выходе

параметры оставались более стабильными благодаря процессам, происходящим в чаше водохранилища.

Проведено исследование уровня общей щёлочности воды в точках входа и выхода водохранилища (рис. 4)

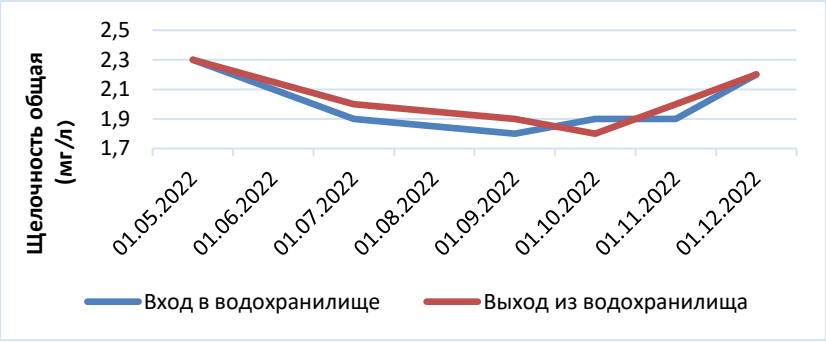


Рис. 4. Изменение общей щелочности воды при входе и выходе из водохранилища

График показывает сезонную динамику общей щёлочности воды на входе и выходе из водохранилища. В мае значения составляли 2,3 мг/л как на входе, так и на выходе. К августу показатель снизился до 1,8–1,9 мг/л, а минимальные значения зафиксированы в сентябре – октябре — 1,7–1,8 мг/л. Начиная с ноября наблюдается рост, и к декабрю щёлочность составила 2,2 мг/л как на входе, так и на выходе. Разница между входными и выходными показателями на протяжении года не превышала 0,1 мг/л, что указывает на стабильность гидрохимического режима водохранилища.

Изучено содержание взвешенных веществ в створах входа и выхода водохранилища (рис. 5)

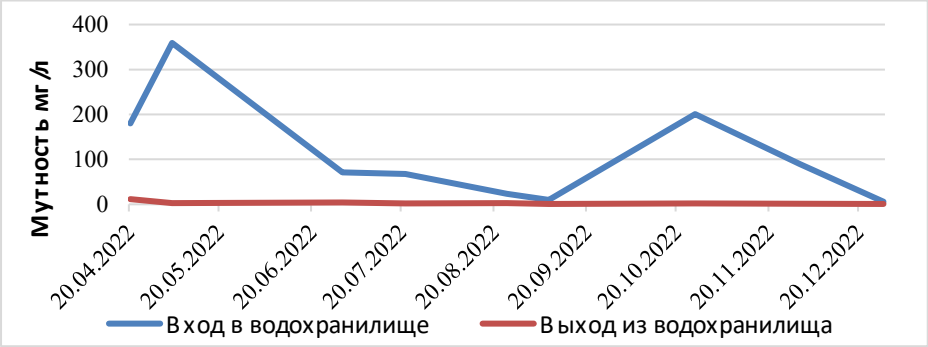


Рис. 5. Изменение количества мутности в воде при входе и выходе из водохранилища

Отложения наносов в придонной зоне и у береговой линии постепенно изменяют морфометрию водохранилища: формируются новые мелководные участки, уменьшается глубина у побережья. Эти процессы создают благоприятные условия для зарастания водоёма высшей водной растительностью, что в долгосрочной перспективе влияет на гидробиологический режим и скорость зарастания чаши.

Результаты сравнительного анализа позволили выявить устойчивые тенденции, при этом увеличение общей жёсткости и содержания хлоридов объясняется накоплением растворённых солей при замедленном водообмене и интенсивном испарении, тогда как снижение мутности воды связано с оседанием взвешенных частиц при спокойных условиях, все эти процессы проявляются в сезонных колебаниях водохранилища.

Необходимым условием для анализа гидробиологического и гидрохимического режимов водохранилища, а также для прогнозирования их изменений является расчёт основных гидрологических и морфометрических характеристик, которые являются ключевыми факторами, определяющими морфометрию водоёма и динамику его гидробиологического режима, данные показатели приведены в таблице 1.

Таблица-1.

Основные морфометрические показатели Шуртанского водохранилища

$F_{нпу}$, км^2	$F_{мелк}$, км^2	$h_{отн.}$	$К_{откр.}$	$К_{уд.водосб.}$	$К_{удл.}$	$К_{в.пр.}$ (при полной ёмкости)
2,17	0,67	3,24	0,29	5,99	2,62	0,98

здесь:

$F_{нпу}$ – площадь зеркала при НПУ, км^2;

$F_{мелк}$ – площадь мелководий с глубиной до 2 м, км^2;

$h_{отн.}$–коэффициент относительной глубины;

$К_{откр.}$ –коэффициент открытости, определяемый соотношением площади водной поверхности к средней глубине;

$К_{откр.}$ –коэффициент открытости;

$К_{уд.водосб.}$ –коэффициент удельного водосбора;

$К_{удл.}$ – коэффициент удлиненности;

$К_{в.\ пр.}$ – водообмен по притоку.

В третьей главе диссертации **«Оценка гидробиологического режима водохранилища»** представлены результаты теоретических и натурных исследований, на основе которых разработан метод оценки динамики площади зеркала водохранилища с применением метода водного баланса и геоинформационных технологий (ГИС).

Изменение площади зеркала водохранилища с начала эксплуатации до расчётного периода определили по зависимости:

$$\Delta F = (F_{макс} - F_{мин}) - (\Sigma П - \Sigma Р) \qquad (1)$$

где: $F_{макс}$ и $F_{мин}$ - площадь зеркала водохранилища, определенной по проектной кривой при максимальной и минимальной отметках в конце месяца;

$\Sigma П$ и $\Sigma Р$ – сумма приходных и расходных составляющих водного баланса водохранилища начиная от месяца, следующего за месяцем с

максимальной отметкой уровня, и включительно до месяца с минимальной отметкой уровня.

В формуле (1) разность ($F_{макс}$ - $F_{мин}$) или ΔF - есть площадь зеркала водохранилища в начале его эксплуатации (по проекту), а разность ($\sum П$ - $\sum Р$) есть изменение площади зеркала водохранилища в расчётном году при снижении уровня от максимальной отметки в паводок до минимальной в межень, а абсолютная величина этой разности есть площадь зеркала водохранилища в расчётном году между минимальной и максимальной отметками.

Чтобы определить изменение площади зеркала водохранилища должна быть определена площадь между отметками УМО и НПУ.

С этой целью можно использовать зависимость:

$$\Delta F = \Delta F_{проект} \cdot \frac{H_{НПУ} - H_{УМО}}{H_{макс} - H_{мин}} \qquad (2)$$

отношение $\frac{\Delta F_i}{\Delta F_{НПУ}}$ можно определить по зависимости следующего вида, полученной по натурным наблюдениям на водохранилищах:

$$\frac{\Delta F_i}{\Delta F_{НПУ}} = K_1 (\frac{H}{H_{НПУ}})^{n_1} \qquad (3)$$

Для получения зависимости (3) использованы съёмки чаши Шуртанского водохранилища.

Эти данные приведены в табл. 2, а кривая зависимости показана на рис.5.

Таблица-2.

Данные зависимости $H_i/H_{НПУ}$, $\Delta F_i/\Delta F_{НПУ}$ от H

Отметка *H*, м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$H_i/H_{НПУ}$	0,032	0,074	0,129	0,203	0,281	0,382	0,591	0,696	0,719	0,839	0,959
$\Delta F_i/\Delta F_{НПУ}$	0,975	0,977	0,98	0,982	0,985	0,987	0,99	0,992	0,994	0,997	0,999

По данным таблицы 2, получена формула, пригодная для наливных водохранилищ:

$$\frac{\Delta F_H}{\Delta F_{НПУ}} = 1{,}43 (\frac{H}{H_{НПУ}})^{123{,}11} \qquad (4)$$

Если принять $H = H_{НПУ}$, то по зависимости (3) можно определить уменьшение площади водного зеркала водохранилища после определения уменьшения водного зеркала.

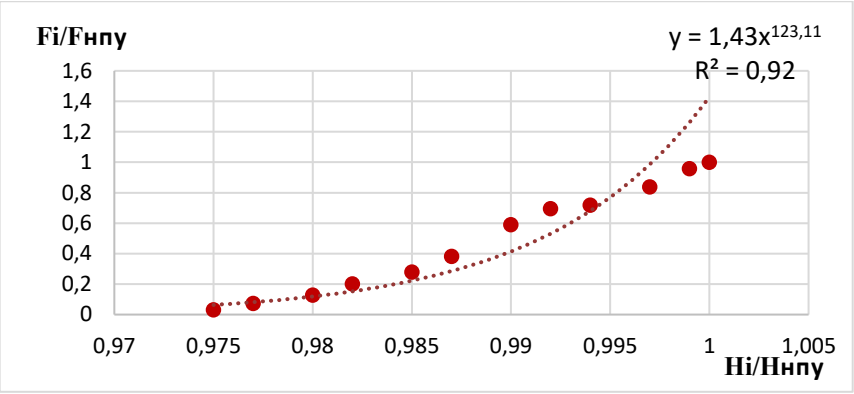


Рис. 6. Кривая зависимости относительной площади водного зеркала от относительного уровня водохранилища

График отражает зависимость относительной площади зеркала ($F_i/F_{нпу}$) от относительного уровня воды ($H_i/H_{нпу}$). Аппроксимация описывается уравнением $y = 1{,}43x^{123{,}11}$ при коэффициенте детерминации $R^2 = 0{,}9166$, что указывает на высокую согласованность модели с натурными данными. При снижении уровня воды до 0,975 $H_i/H_{нпу}$ площадь зеркала сокращается почти до нуля, тогда как при значении $H_i/H_{нпу} = 1$ она достигает максимума ($F_i/F_{нпу} \approx$ 1,4–1,5). Зависимость носит экспоненциальный характер, что отражает резкое уменьшение площади зеркала при небольших понижениях уровня.

Геоинформационные системы (ГИС) в сочетании с методами дистанционного зондирования предоставляют мощные инструменты для комплексного анализа гидробиологического, гидравлического и гидрологического режимов водохранилищ. С помощью спутниковых данных можно составлять детализированные карты растительного покрова, безрастительных участков и площади водного зеркала. Светло-синим цветом на карте обозначены участки, определённые как водные по результатам дистанционного зондирования (рис.7).

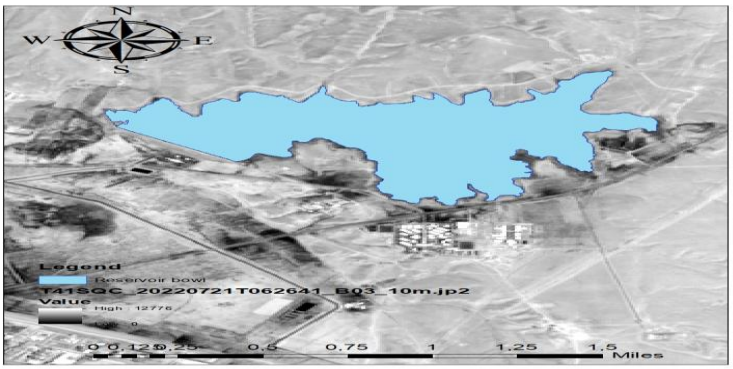


Рис. 7. Интерполяция границ водного зеркала по ГИС-измерениям в ArcGIS

Для выделения этих участков использовалась стандартная процедура дистанционного зондирования в ГИС, основанная на спектральных характеристиках воды, в первую очередь — на значениях индекса NDWI (Normalized Difference Water Index) или его аналогов.

В рамках исследования была проведена оценка площади водного зеркала водохранилища с использованием двух различных подходов: полевых измерений с применением GNSS и дистанционного зондирования с последующей обработкой в ГИС. Полевые работы проводились с использованием высокоточного спутникового приёмника. Точки, визуально идентифицированные как входящие в состав водного зеркала, наносились в пределах береговой линии, включая участки с водной растительностью (Рис.8.).

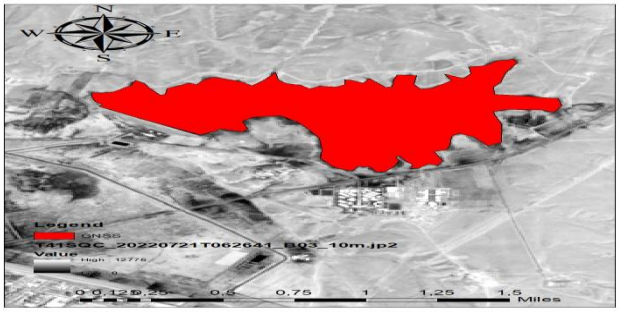


Рис. 8. Интерполяция границ водного зеркала по GNSS-измерениям в ArcGIS

На карте красным цветом отображены границы водохранилища, полученные в результате GNSS-измерений. Первичные координаты, собранные в ходе полевых работ, были обработаны и визуализированы в среде ArcGIS. В рамках процедуры данные были импортированы в формате точечных геоданных, после чего выполнена пространственная интерполяция и построение замкнутого контура, отражающего фактическую линию уреза воды, включая участки с водной растительностью. Этот векторный слой использован для дальнейшего сопоставления с результатами автоматической классификации спутниковых снимков в ГИС.

Данный слой позволяет визуализировать распределение воды на момент съёмки, однако имеет ограничения в условиях плотной прибрежной растительности, мелководья или затопленных заросших участков (Рис.9.).

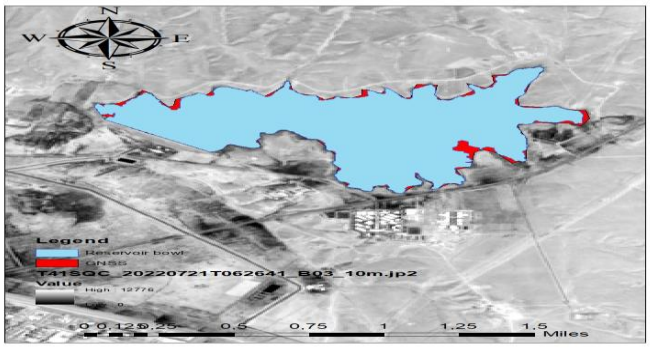


Рис. 9. Сравнительная карта водного зеркала по данным GNSS и ГИС

Данная карта отображает разницу между фактической линией воды, зафиксированной в полевых условиях, и результатами автоматической классификации спутниковых снимков (рис. 10).

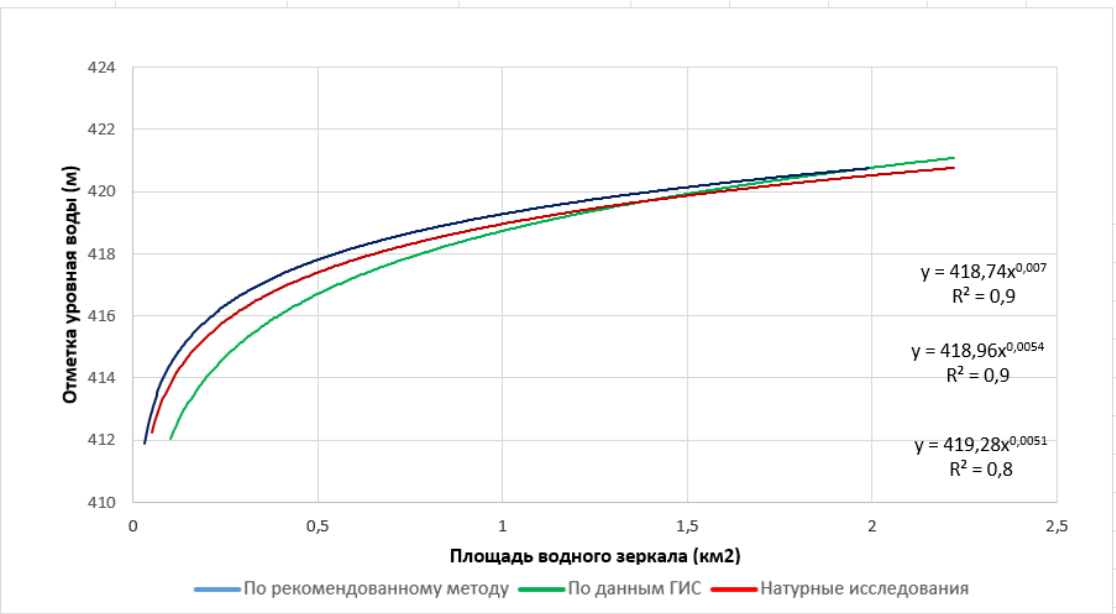


Рис. 10. Кривые зависимости площади зеркала Шуртанского водохранилища по натурным данным, рекомендованному методу и данным ГИС

На графике показана зависимость уровня воды от площади зеркала по трём методам: натурные данные, расчёты по рекомендованному методу и по данным ГИС. Уравнение аппроксимации для натурных измерений имеет вид $y = 418{,}74x^{0{,}007}$ ($R^2 = 0{,}9$), для рекомендованного метода — $y = 418{,}96x^{0{,}0054}$ ($R^2 = 0{,}9$), для данных ГИС — $y = 419{,}28x^{0{,}0051}$ ($R^2 = 0{,}8$). Уровень воды изменялся от 412 м при минимальной площади до 422 м при максимальной. Разница между методами не превышает 10–15%, при этом наибольшая точность получена по натурным данным и рекомендованному методу.

В четвертой главе диссертации **«Разработка эксплуатационного режима водохранилища»** приведено обоснование и разработан режим эксплуатации Шуртанского водохранилища, обеспечивающий устойчивое водоснабжение основных потребителей, включая ООО «Шуртанский газохимический комплекс». На основе анализа морфометрических характеристик чаши водохранилища, данных водопотребления, потерь на фильтрацию и испарение, определены рациональные условия функционирования в стационарных и аварийных режимах.

Разработаны графики накопления и подачи воды, обеспечивающие сохранение эксплуатационного объёма и аварийного запаса, обоснована возможность снижения степени покрытия чаши водохранилища подводной и надводной растительностью, улучшения водообмена и стабилизации гидробиологических процессов в водоёме посредством управления уровнем воды, в летне-осенний период за счёт накопления водных ресурсов формируется резерв до 1,5 млн м³, что обеспечивает надёжное водоснабжение даже в чрезвычайных ситуациях (рис. 11).

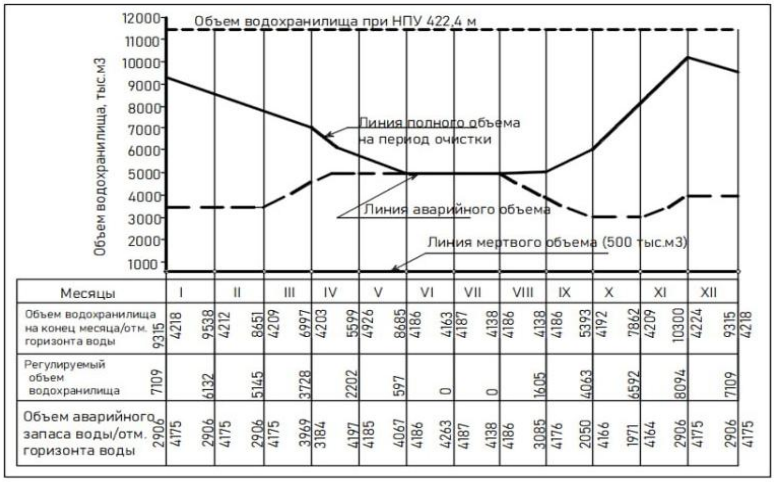


Рис. 11. Режим работы водохранилища

На основе анализа проведённых исследований установлено, что разработанный в сжатые сроки режим использования водохранилища с учётом всех изменяющихся гидрологических условий обеспечивает бесперебойное водоснабжение Шуртанского газохимического комплекса необходимым объёмом воды даже при снижении уровня воды до линии аварийного объёма, что подтверждает устойчивость и надёжность предложенного режима эксплуатации.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований по диссертации доктора философии PhD на тему: **«Оценка влияния морфометрии чаши водохранилищ на их гидробиологический режим (на примере Шуртанского водохранилища)»** представлены следующие выводы:

1. Проведённые исследования обосновали, что изменение морфометрических характеристик водохранилища, в том числе его глубины, площади водного зеркала и объёма, оказывает прямое влияние на изменение его гидробиологического и гидрохимического режимов. Установлено, что интенсивность зарастания водохранилища и его биологическая активность зависят от удельной доли мелководных участков и особенностей береговой линии.

2. Определены морфометрические показатели Шуртанского водохранилища, влияющие на гидробиологический и гидрохимический режимы водохранилища ($F_{нпу}$, $F_{мелк}$, $h_{отн.}$, $K_{откр.}$, $K_{уд.водосб.}$, $K_{удл.}$, $K_{Впр}$), с учётом процессов водообмена и морфометрических изменений создана возможность оценки гидробиологического режима водохранилища.

3. На основе проведённых исследований по определению площадей надводной и подводной растительности водохранилища разработаны электронная карта и ЭВМ программа, что обеспечило возможность предварительного определения площадей распространения подводной и надводной растительности в чаше водохранилища.

4. Усовершенствован метод определения изменения площади распространения подводных и надводных растений водохранилища с учётом зависимости площади зеркала от уровня воды, на основе водного баланса и геоинформационных технологий (ГИС).

5. При оценке гидрологических процессов в водохранилище на основе применения ГИС-технологий были определены площади водного зеркала и площади водной растительности. Такой подход обеспечил оперативное выявление изменений площади водной поверхности и растительности водохранилища.

6. На основе результатов исследования установлено, что предложенный метод обеспечивает наибольшее совпадение с натурными (полевыми) данными. По результатам анализа для рекомендованного метода получено значение коэффициента детерминации $R^2 = 0{,}92$, что свидетельствует о высокой степени соответствия расчётных результатов натурным показателям.

7. На основе результатов исследований разработан эксплуатационный режим водохранилища с учётом морфометрических и гидробиологических особенностей. Разработанный режим работы водохранилища обеспечивает безопасное и эффективное использование водохранилища, а также надёжное водоснабжение всех категорий потребителей.

8. Внедрение разработанного режима в практику обеспечело формирование дополнительного полезного объёма, снижение потерь воды, повышение надёжности гидротехнических сооружений, а также получен технико-экономический эффект за счёт повышения эффективности дистанционного контроля на основе геоинформационных технологий и индекса NDWI.

SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING ACADEMIC DEGREES No DSc.03/30.12.2019.T.10.02 AT THE "TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS" NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

"TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS" NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

KHAYDAROV AZIZ RAVSHAN UGLI

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF RESERVOIR BASIN MORPHOMETRY ON THEIR HYDROBIOLOGICAL REGIME (A CASE STUDY OF THE SHURTAN RESERVOIR).

05.09.07 – Hydraulics and engineering hydrology

DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES

Tashkent - 2025

The topic of doctoral dissertation on technical science was registered at the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan with № B2024.3. PhD/T4979.

The doctoral dissertation was done at the National Research University "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers".

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) was placed on website at the adress www.tiiame.uz and information-educational portal «ZiyoNet» at the adress www.ziyonet.uz

Superviser:	**Gapparov Furkat Axmatovich** Doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	**Fayziyev Xomitxon Musaxonovich** Doctor of technical sciences, professor
	Adenbayev Baxtiyor Embergenovich Doctor of geographical sciences, professor
Leading organization:	**Karshi state technical university**

The defense of the dissertation will take place at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.10.02 under the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University on «6» december, 2025 at 14:00 a.m./p.m. Address: 39 Kori Niyoziy Street, Tashkent, 100000, Uzbekistan. Tel.: (+998 71) 237-22-67, Fax: (+998 71) 237-54-79, E-mail: admin@tiiame.uz

The dissertation is available for review at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University (registered under No. 390). Address: 39 Kori Niyoziy Street, Tashkent, 100000, Uzbekistan. Tel.: (+998 71) 237-19-45, E-mail: admin@tiiame.uz.

The dissertation abstract was distributed on "6" december 2025.

(Minutes of the register No. 6 dated "6" december 2025).

A.T. Salohiddinov
Chairman of the scientific council for awarding academic degrees, doctor of technical sciences, professor

A.A. Yangiyev
Scientific secretary of the scientific council for awarding academic degrees, doctor of technical sciences, professor

A.M. Arifjanov
Chairman of the academic seminar under the scientific council for awarding academic degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is to assess the impact of reservoir basin morphometry on their hydrobiological and hydrochemical regimes, taking into account water exchange.

Scientific novelty of the research is the following**:**

review and analysis of methods for assessing the impact of reservoir morphometry on the hydrological regime;

justification of key morphometric parameters of a fill-type reservoir, considering morphometric changes and water exchange;

field studies of how variations in morphometric parameters affect the hydrological regime of fill-type reservoirs;

assessment of changes in the area of submerged and emergent vegetation depending on water level and water surface area;

evaluation of the influence of reservoir basin morphometry on hydrobiological and hydrochemical conditions;

development of an operating regime for a fill-type reservoir based on its morphometric and hydrological characteristics.

Implementation of research results. Based on the results of the scientific research on the topic "Assessment of the Impact of Reservoir Basin Morphometry on Their Hydrobiological Regime (A Case Study of the Shurtan Reservoir)":

the morphometric indicators affecting the hydrobiological and hydrochemical regimes of the reservoir were determined — F_{npu} (normal retaining area), F_{shwa}, h_{rd}, K_{open}, K_{scr}, K_{elon}, and K_{wecbi} (certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 05/13-3499 dated September 27, 2024). As a result, it became possible to assess the hydrobiological regime of the reservoir depending on the water exchange processes;

a methodology was developed to determine changes in the area of submerged and emergent aquatic vegetation in reservoirs, taking into account the dependence of the water surface area on the water level. This methodology was implemented at the Shurtan Reservoir and the Arnasay Reservoirs, which are under the jurisdiction of the Administration for the Operation of the South Mirzachul Main Canal (Certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 05/13–3499 dated September 27, 2024). As a result, the capability to forecast the areas of submerged and emergent aquatic vegetation in reservoirs has been established;

an operational regime of the Shurtan Reservoir was developed, taking into account its morphometric and hydrological characteristics as well as the requirements of water users, and was implemented in the reservoir management system (Certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 05/13–3499 dated September 27, 2024). As a result, the possibility of safe and efficient operation of the reservoir has been ensured.

The length and structure of the dissertation: The dissertation consists of the introduction, 4 headings, conclusion, bibliography and appendices. The length of the dissertation are 116 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. Haydarov A., Apakxujaeva T., Hoshimov A., Ro'ziev D. Quyilma-o'zanli suv omborlarida filtrasiya hisobi. O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi jurnali. 2022 y. Maxsus 2- son, 83-84 b. (05.00.00; №8).
2. Gapparov F., Khaydarov A., Yakhshiev S., Gafforova M., Atakulov D. Reservoir Overgrowth and its Relationship with Morphometry: Research Problem and Prospects for Uzbekistan. Journal of Advanced Zoology. 2023, Vol. 44, pp. 955–967. ISSN: 0253-7214 (ResearchGate №44).
3. Гаппаров Ф., Ҳайдаров А., Когутенко Л., Ғаффорова М. Сув омборлари гидробиологик режимини баҳолаш. International journal of agrobiotechnology and veterinary medicine. 2023 й. Volume: 2, Issue: 1. ISSN: 2181-3450 (Google Scholar №2).
4. Гаппаров Ф., Ҳайдаров А., Яхшиев Ш., Ғаффорова М., Шипилова К. Проблематика исследования и потенциал исследований в узбекистане в контексте зарастания водохранилищ и их связь с морфометрией. International journal of agrobiotechnology and veterinary medicine. 2023 г. Volume: 2, Issue: 9, стр. 3-8. ISSN: 2181-3450 (Google Scholar №2).
5. Хайдаров А., Хошимов С., Яхшиев Ш. Влияние изменения климата на режим водохранилищ. International journal of agrobiotechnology and veterinary medicine. 2023 г.Volume: 2, Issue: 23. стр. 114-118. ISSN: 2181-3450 (Google Scholar №2).
6. Хайдаров А., Атакулов Д. Влияние морфометрии на гидробиологический режим водохранилищ. International journal of agrobiotechnology and veterinary medicine. 2023 г. Volume: 2, Issue: 23. стр. 114-118. ISSN: 2181-3450 (Google Scholar №2).
7. Gapparov F.A., Haydarov A.R., Yaxshiyev Sh. Sh., G'afforova M.F. O'zbekistonda suv omborlarining o'rni va ahamiyati. Me'morchilik va qurilish muammolari jurnali. 2024 й. Maxsus son. 48 – 50 b. (05.00.00; №14).

II bo'lim (II часть; II part)

8. Gapparov F., Khaydarov A., Kogutennko L., Gafforova M. Change of the hydrochemical and hydrobiological regimes of water reservoir. E3S Web of Conf., 401 (2023) 01006. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101006.
9. Khaydarov A., Apakxujayeva T., Atakulov A. Influence of geographical location on reservoir vegetation formation. E3S Web of Conf., 401 (2023) 01006 2023. 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101013.
10. Ҳайдаров А.Р. Взаимосвязь гидробиологического режима с морфометрией и изучение покрова растительностью Талимарджанского водохранилища. Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари мавзусидаги

анъанавий XXII ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани. Тошкент. 2023 й. Б. 301-305.
11. Гаппаров Ф.А., Ҳайдаров А.Р. Оценка влияния морфометрических показателей на гидробиологический режим водохранилищ (на примере Талимарджанского водохранилища). Международные научные чтения – 2023. Петрозаводск. 2023 г. стр. 194–200.
12. Khaydarov A., Uzbekov U., Gapparov F., Rakhimov K. Changes in the Reliability of Seasonal Control Reservoirs for Resource Management. ICTEA: International Conference on Thermal Engineering. 2024, Vol. 1, No. 1.
13. Haydarov A.R., Gapparov F.A., Yaxshiyev Sh.SH., Atakulov D.Y. Nisbiy suv sathining suv ombori maydoniga bogliqligini hisoblash. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi guvohnomasi № DGU 32534. 13.01.2024 y.
14. Гаппаров Ф.А., Ҳайдаров А.Р. Водохранилища – один из путей устойчивого управления водными ресурсами в Узбекистане. Сборник научных статей: Материалы международной научно-практической конференции на тему «Устойчивое управление водными ресурсами - основа решения стратегической цели по продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата», посвященной Всемирному дню воды - 22 марта (Душанбе). 2024 г. стр. 51-55.
15. Гаппаров Ф. А., Хайдаров А. Р., Яхшиев Ш. Ш., Гаффорова М. Ф. Анализ изменения некоторых химических показателей водохранилищ // “O’zbekiston–2030” strategiyasida belgilangan suv resurslarini tejash va atrof muhitni muhofaza qilish mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Самарканд : SamDAQU нашри, 2024. URL: https://interpretationandresearches.uz/index.php/iar/article/view/2542.
16. Gapparov F., Abduraimova D., Khaydarov A., Atakulov D., Gafforova M. Assessment of changes in vegetation cover of reservoir banks using GIS technologies. BIO Web of Conferences. 2024, Vol. 141, Article 03020. https://doi.org/10.1051/bioconf/202414103020.
17. Assessment of aggressiveness of some indicators of chemical elements on reservoir water quality. AIP Conference Proceedings 3286, 040007 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0280078.

Автореферат “Ўзбекистон қишлоқ ва сув хўжалиги” аграр-иқтисодий, илмий-амалий таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (24.10.2025 й.).

Босишга рухсат этилди: 24.10.2025-йил.
Бичими 60x84 1/16, “Times New Roman”
Гарнитурада рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 2.7. Адади: 100. Буюртма: № 164.
Тел. (99) 817 44 54.
Гувоҳнома реестр № 219951
“PUBLISHING HIGH FUTURE” ОК нашриётида босилди.
Тошкент ш., Учтепа тумани, Али қушчи кўчаси, 2А-уй.