

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.10.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

YAXSHIYEV SHOHZOD SHERALIYEVICH

**SUV OMBORLARI GIDROKIMYOVIIY REJIMINING O‘ZGARISHINI
INSHOOTLARGA TA’SIRINI BAHOLASH (KATTAQO‘RG‘ON VA
ARNASOY SUV OMBORLARI MISOLIDA)**

05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2026

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

**Содержание автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

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

Yaxshiyev Shohzod Sheraliyevich

“Suv omborlari gidrokimyoviy rejimining o'zgarishini inshootlarga
ta'sirini baholash (Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari misolida)”..... 3

Яхшиев Шохзод Шералиевич

«Оценка воздействия изменений гидрохимического режима
водохранилищ на сооружения (на примере Каттакурганского и
Арнасайского водохранилищ)»..... 21

Yakhshiev Shohzod Sheralievich

“Assessment of the impact of changes in the hydrochemical regime of
reservoirs on structures (on the example of Kattakurgan and Arnasay
reservoirs)”..... 41

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

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

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.10.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

YAXSHIYEV SHOHZOD SHERALIYEVICH

**SUV OMBORLARI GIDROKIMYOVIIY REJIMINING O‘ZGARISHINI
INSHOOTLARGA TA’SIRINI BAHOLASH (KATTAQO‘RG‘ON VA
ARNASOY SUV OMBORLARI MISOLIDA)**

05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2026

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2026.1.PhD/T6591 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tiame.uz) va «ZiyoNet» Axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Gapparov Furqat Axmatovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Eshev Sobir Samatovich
texnika fanlari doktori, professor

Raxmatov Norqobul
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Toshkent arxitektura-qurilish universiteti

Dissertatsiya himoyasi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.10.02 raqamli ilmiy kengashning «_____» _____ 2026 y. soat _____ dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 100000, Toshkent sh., Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. Tel. (+99871)-237-22-67, faks 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.

Dissertatsiya bilan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (_____ raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil 100000, Toshkent sh., Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. Tel. (+99871)-237-19-45. e-mail: admin@tiame.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «_____» _____ kuni tarqatildi.

(2026 yil «_____» _____ dagi № _____ raqamli reestr bayonnomasi).

M.X. Xamidov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
raisi, q.x.f.d., professor

A.A. Yangiyev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
ilmiy kotibi, t.f.d., professor

A.M. Arifjanov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
huzuridagi ilmiy seminar raisi, t.f.d.,
professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda suv resurslarining tabiiy rejimini is'temol rejimiga moslashtirish, daryo oqimini tartibga solish asosida suv omborlarini qurish, ulardan xavfsiz va samarali foydalanish, inshootlar ishonchliligi masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda, jumladan Xitoy, Hindiston, AQSh, Germaniya, Avstriya, Buyuk Britaniya va Rossiya mavjud suv omborlaridan ishonchli va samarali foydalanish, maqbul ish rejimlarini ishlab chiqish, vegetatsiya davrida iste'molchilarni bir maromda suv bilan ta'minlash, inshootlarni xizmat qilish davriyligini va samaradorligini oshirish muhim hisoblanmoqda. Bu borada, jumladan suv omborlari gidrokimyoviy rejimini mavsumiy o'zgarishini aniqlashga, suv sifatining inshootlarga nisbatan ta'sirini baholashga, suv omboridan foydalanish samaradorligini oshirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda suv omborlaridan foydalanish jarayonida samarali ishlash rejimini asoslash hamda daryo havzalariga antropogen ta'sirni kamaytirish usullarini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda jumladan, suv omborlaridan xavfsiz va ishonchli foydalanish, ularning gidrologik rejimini takomillashtirish usullarini ishlab chiqish, texnik va texnologik yechimlar orqali foydalanish bo'yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, suv omborlari gidrokimyoviy rejimini baholash, suvdagi agressivlikni turli ko'rinishlarini va ularning inshootlar texnik holatiga ta'sirini aniqlash dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda suv omborlarini barpo etish, inshootlarning xizmat muddati va samaradorligini oshirish, ularning ishonchli ekspluatatsiyasini ta'minlash, samarali to'ldirish va bo'shatishni amalga oshirish, suv resurslaridan samarali foydalanishga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash hamda takomillashtirish imkoniyatlarini beruvchi mavjud gidrologik hisoblashlarning yangi usullarini yaratishga doir chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini 2020-2030 yillarda rivojlantirish konsepsiyasida "suv omborlari va boshqa suv ob'ktlarini xavfsiz hamda ishonchli ishlashini ta'minlash"¹ vazifasi belgilab olingan. Mazkur vazifalarni amalga oshirish, jumladan suv omborlarini gidrokimyoviy rejimi va suv ombori inshootlari texnik holatini suvning agressivligi ta'sirida o'zgarishini hisobga olgan holda boshqarishning ilmiy asoslangan samarador usullarini, ularni hisoblashning ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan nazariy asoslari hamda usullarini ishlab chiqishga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi, 2020 yil 10 iyuldagi PF-6024-son "O'zbekiston Respublikasining 2020-2030 yillarga mo'ljallangan suv xo'jaligini rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi farmonlari, shuningdek 2019 yil 9 oktyabrdagi PQ-4486-

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi PF-6024-son "O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini 2020-2030 yillarda rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni.

son “Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Ushbu tadqiqot Respublikaning fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishi, V yo‘nalish: "Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish" doirasida o‘tkazildi.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Suv omborlari gidrokimyoviy rejimi, rejim elementlarining mavsumiy va yillararo o‘zgarishi bo‘yicha O.A. Alyokin, Yu.I. Izrael, A.M.Nikanorov, S.V. Bruyevich, E.N.Tarasov, A.M. Nikitin, F.E. Rubinova, Yu.N. Ivanov, N.E. Gorelkin, V.A. Nikolayenko, E.I. Chembarisov, E.M. Vidineyeva, N.G. Vershagina, F. Xikmatov, A.M. Arifjanov, SH.O.Muradov, A.T. Salohiddinov, A.A. Yangiyev, B.E.Nishonov, B.E Adembayev, F.A. Gapparov, A.R. Xaydarov, N. Axtar, R. An, X. Stebler, S. Rogers, J. Barko, D. Xonek, C.Palmer, R.Chapman, J. Chen, Y. Gao, J.E. Ferguson, J.Morgan, R. Hussain, P. Linnik, K. Wang va boshqa olimlar tomonidan izlanishlar olib borilgan va ma‘lum darajada ijobiy natijalarga erishilgan.

Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar va ularning tahliliga ko‘ra, hozirgi vaqtda filtratsiya jarayonlarini baholash, suv omborlari ekspluatatsiya sharoitlarini tahlil qilish hamda gidrotexnik inshootlarning mustahkamligini ta‘minlash bo‘yicha muayyan ilmiy-amaliy natijalarga erishilgan. Ammo, turli xududlarda joylashgan suv omborlari inshootlari texnik holatini aniqlashda zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash asosida suvning turli ko‘rinishdagi agressivligining ta‘sirini kompleks baholash masalalari yetarli darajada o‘rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universitetining “Mavsumiy boshqariladigan suv omborlarining foydali hajmini oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalarni ishlab chiqish” (2021-2024), 09/2025-sonli “Kattaqo‘rg‘on suv ombori to‘g‘onining mustaxkamligi va ichki bo‘shliqlarini georadar qurilmalari orqali o‘rganish va buzilish xavfini bartaraf etish chora-tadbirlarini ishlab chiqish”, 10/2025-sonli “Arnasoy suv ombori gidrotexnik inshootlar xavfsizligi deklaratsiyasini ekspertizadan o‘tkazish xizmati bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish” mavzularidagi loyihalar doirasida amalga oshirildi.

Tadqiqotning maqsadi suv omborlari gidrokimyoviy rejimining (umumiy kislotali, ishqoriy, sulfatli, magnezial) o‘zgarishini inshootlarga ta‘sirini baholashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

turli hududlarda joylashgan suv omborlari gidrologik rejimining o‘zgarishiga ta‘sir etuvchi omillarni o‘rganish;

suv omborlari havzasi va to'g'onlaridagi filtratsiya suvlarining kimyoviy tarkibi o'zgarishlarini aniqlash;

suv omborlari havzasidagi suv mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usulini takomillashtirish;

suv omborlari havzasi va to'g'on tanasidagi filtratsiya suvlari sifatining mavsumiy o'zgarishini inshootlarga nisbatan ta'sirini baholash;

turli hududlarda joylashgan suv omborlari to'g'onining mustaxkamligini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida Samarqand viloyatidagi Kattaqo'rg'on suv ombori va Jizzax viloyatidagi Arnasoy suv omborlari gidrologik rejimi, to'g'onlardagi filtratsiya suvlarini o'zgarishi olingan.

Tadqiqotning predmetini Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari suv-tuz balansini tashkil etuvchilari, gidrokimyoviy rejimning mavsumiy o'zgarishlari va ushbu jarayonlarning gidrotexnik inshootlar holatiga ta'siri tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari tadqiqot jarayonida eksperimental va dala kuzatuvlarining umum qabul qilingan usullari, to'plangan ma'lumotlarning tizimli tahlili, matematik statistika usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

oqimning boshqaruvi mavsumiyligini, taktlar davriyligini (bahorgi, yozgi, kuzgi va qishki) hisobga olgan holda suv ombori havzasi suvining kimyoviy tarkibini o'zgarishi aniqlangan;

suv ombori gidrologik rejimi o'zgarishini inobatga olib to'g'onida joylashgan pezometrlar suv sathi o'zgarishi, sizib o'tayotgan suvlarning kimyoviy tarkibi baholangan;

suv omborlari havzasidagi suv mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usuli suv-tuz balansini tashkil etuvchilarini inobatga olgan holda takomillashtirilgan;

suv omborlari suv sifati o'zgarishining suv ombori inshootlariga nisbatan turli ko'rinishdagi (umumiy kislotali, gidrokarbonatli, karbon kislotali, sulfatli, magnezial) agressivligi asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

suv omborlari gidrologik rejimining mavsumiy o'zgarishiga ta'siri etuvchi omillar aniqlangan;

suv omborlari gidrologik rejimining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usuli suv-tuz balansini tashkil etuvchilarini inobatga olingan holda ishlab chiqilgan;

Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari havzasidagi va to'g'oni tanasidagi filtratsiya oqimining inshootlarga nisbatan agressivligi baholangan.

suv omborlarida gidrologik rejim elementlari tashkil etuvchilarini hisoblash dasturi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi umumiy qabul qilingan dala tadqiqotlariga va sinovdan o'tgan matematik statistika usullariga asoslanganligi, olingan nazariy natijalarni amalda o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari bilan solishtirilganligi hamda boshqa olimlar tomonidan olingan ma'lumotlarga taqqoslab tekshirilganligi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati suv omborlari havzasidagi suv mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usuli suv-tuz balansini tashkil etuvchilarini inobatga olgan holda takomillashtirilganligi, suv sifati o'zgarishining suv ombori inshootlariga nisbatan turli ko'rinishdagi (umumiy kislotali, gidrokarbonatli, karbon kislotali, sulfatli, magnezial) agressivligi asoslanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati suv omborlari gidrologik rejimining mavsumiy o'zgarishiga ta'siri etuvchi omillar aniqlanganligi, suv balansining tashkil etuvchilarini hisoblash dasturi ishlab chiqilganligi, suv omborlari havzasidagi va to'g'oni tanasidagi filtratsiya oqimining inshootlarga nisbatan agressivligi baholanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Suv omborlari gidrokimyoviy rejimining o'zgarishini inshootlarga ta'sirini baholash (Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari misolida) mavzusi bo'yicha olingan natijalar asosida:

Suv omborlarining gidrokimyoviy rejimlariga ta'sir etuvchi ko'rsatkichlar aniqlangan va hisoblashning elektron dasturi ishlab chiqilgan (Suv xo'jaligi vazirligining 2026-yil 10-fevraldagi 04/20–610-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, suv omborlarining gidrokimyoviy rejimini mavsumiy o'zgarishini baholashga erishilgan;

Suv-tuz balansini tashkil etuvchilarini inobatga olgan holda suv omborlari havzasidagi suv mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usuli Zarafshon magistral tizimidan foydalanish boshqarmasi tasarrufidagi Kattaqo'rg'on suv omborida va Janubiy Mirzacho'l magistral kanalidan foydalanish boshqarmasi tasarrufidagi Arnasoy suv omborida joriy qilingan. (Suv xo'jaligi vazirligining 2026-yil 10-fevraldagi 04/20–610-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, suv omborlari havzasidagi suv mineralizatsiyasini mavsumiy o'zgarishini aniqlash, inshootlarga nisbatan turli ko'rinishdagi agressiv ta'sirini oldini olish imkoniyati yaratilgan;

Suv omborlari inshootlarining texnik xolatini suvning turli ko'rinishdagi agressivlik ta'sirida o'zgarishlarini baholash usuli Zarafshon magistral tizimidan foydalanish boshqarmasi tasarrufidagi Kattaqo'rg'on suv omborida joriy qilingan (Suv xo'jaligi vazirligining 2026-yil 10-fevraldagi 04/20–610-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, suv omborlarida uchrab turadigan nosozliklarni, avariya holatlarini oldi olinib, ekspluatatsiyasi ishonchliligini oshirish imkoni yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Mazkur tadqiqot natijalari xalqaro va respublika miqyosidagi anjumanlarda muhokama qilingan va ma'qullangan, jumladan, 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 11 ta ilmiy ish chop etilgan. O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan 2 ta Respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda chop etilgan hamda 1 ta mualliflik guvohnomasi olingan.

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

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalari, tadqiqot obyekti va predmeti tavsiflangan, O'zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalar taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mosligi, tadqiqotning ishonchligi, ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, shuningdek, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinganligi, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

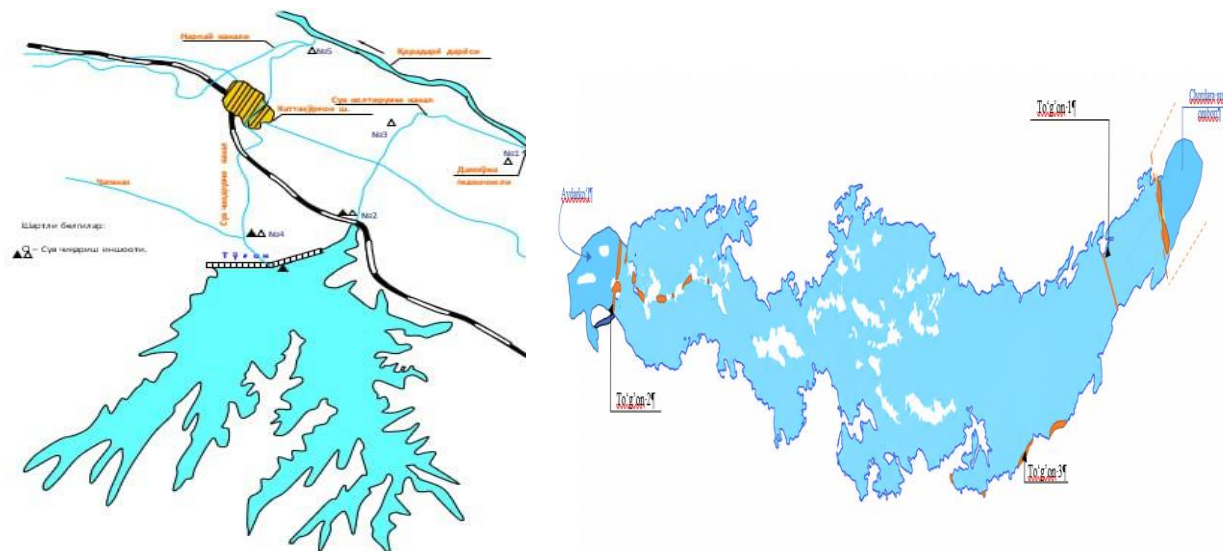
dissertatsiyaning **“Suv omborlari gidrokimyoviy rejim o'zgarishining inshootlarga ta'sirini baholash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida suv omborlarining gidrokimyoviy rejimidagi o'zgarishlar, suv omborlarida suv-tuz balansini tashkil etuvchilarini aniqlash bo'yicha amalga oshirilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar tahlil qilingan.

Suv omborlarining gidrokimyoviy rejimi va suv sifatining inshootlarga ta'sirini baholashning nazariy asoslari O.A. Alyokin, A.M.Nikanorov, S.V. Bruyevich, E.N.Tarasov, A.M. Nikitin, F.E. Rubinova, Yu.N. Ivanov, N.E. Gorelkin, V.A. Nikolayenko, E.I. Chembarisov, E.M. Vidineyeva, N.G. Vershagina, F. Xikmatov, A.M.Arifjanov, SH.O.Muradov, A.T.Salohiddinov, A.A. Yangiyev, B.E.Nishonov, B.E Adembayev, F.A.Gapparov, A.R.Xaydarov, N. Axtar, R. An, X. Stebler, S. Rogers, J.Barko, D.Xonek, C.Palmer, R.Chapman, J. Chen, Y. Gao, J.E. Ferguson, J.Morgan, R. Hussain, P. Linnik, K. Wang va boshqa qator olimlarning ilmiy ishlarida yoritilgan hamda ular tomonidan erishilgan natijalar tahlil qilingan.

Yuqoridagi tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, suv omborlari gidrokimyoviy rejimining o'zgarishini baholashda morfometrik ko'rsatkichlar va suv almashinuvi jarayonlarini hisobga olish zarurligi asoslab berilgan, tabiiy va antropogen omillar ta'sirida suv-tuz balansini tashkil etuvchilarning o'zgarishi qayd etilgan. Turli xududlarda joylashgan suv omborlari inshootlari texnik holatini aniqlashda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash asosida suvning turli ko'rinishdagi agressivligi ta'sirini kompleks baholash masalalari yetarli darajada o'rganilmagan. Olib borilgan tadqiqotlar asosida dissertatsiya ishining maqsad va vazifalari belgilangan.

Dissertatsiyaning **“Suv omborlari gidrokimyoviy rejimini o'rganish bo'yicha dala tadqiqotlari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ob'ektlari hisoblangan Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborining tabiiy va texnik xususiyatlari, suv omborini texnik holati bo'yicha vizual va instrumental dala kuzatuvlar natijalari, gidrokimyoviy rejim o'zgarishlarini aniqlash bo'yicha dala tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tadqiqotlar amalda faoliyat yuritayotgan Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari misolida olib borildi (1-rasm).

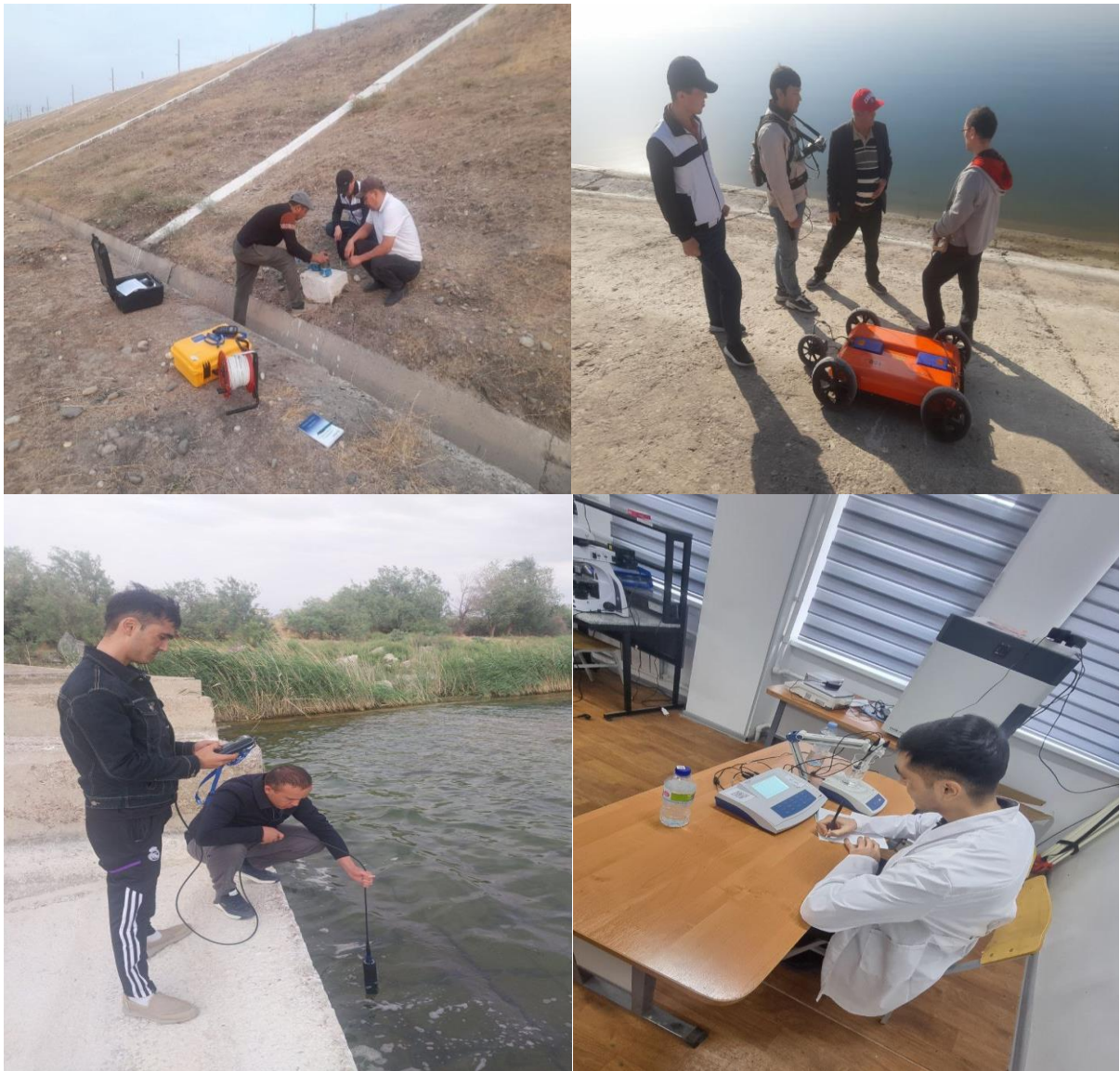


1-rasm. Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlarining joylashish sxemasi

Kattaqo'rg'on suv ombori O'zbekiston Respublikasining markaziy qismida, ma'muriy jihatdan Samarqand viloyati Kattaqo'rg'on tumani hududida joylashgan. Suv ombori Samarqand va Navoiy viloyatlarining sug'oriladigan yerlarini suv bilan ta'minlashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan yirik gidrotexnik inshoot hisoblanadi. Ushbu suv ombori Qoradaryo daryosi havzasi suv resurslarini mavsumiy tartibga solish va suv tanqisligi kuzatiladigan davrlarda sug'orish ehtiyojlarini ta'minlash maqsadida barpo etilgan bo'lib, suv Damxo'ja gidrouzeli orqali uzunligi 22 km bo'lgan suv keltiruvchi kanal yordamida suv ombori havzasiga yetkaziladi. Suv ombori havzasining Sho'rsoy va Uzunquduq tabiiy pastliklarida joylashganligi tabiiy geomorfologik sharoitda suv yig'ish imkoniyatlarini sezilarli darajada oshiradi.

Arnasoy suv ombori esa quyilma tipdagi suv ombori bo'lib, yil davomida oqimni qayta taqsimlash uchun mo'ljallangan. Suv ombori Arnasoy ko'llarining sharqiy qismida joylashgan bo'lib, shimoldan Qizilqum cho'li va Sirdaryo daryosi, janubdan esa Nurota tizmasining shimoliy yon bag'irlarining oldidagi tekisliklar, sharqdan esa Golodnostep platosi bilan chegaralangan. Suv ombori Sirdaryo daryosidan Chordara suv ombori suv tashlamasi va suv keltiruvchi kanal (Janubiy Mirzacho'l kanali) orqali to'ldiriladi. Arnasoy suv ombori majmuasi 2004-yildan beri doimiy ekspluatatsiya qilib kelinmoqda. 2008–2009 yillarda suv omborining to'la hajmini 1 milliard m³ gacha oshirish bo'yicha loyiha ishlari olib borilgan, suv ombori hajmini oshirish bo'yicha qator chora-tadbirlar, shu jumladan qo'shimcha o'ng qirg'oq sig'imi va 4-sonli quvurli suv chiqaruvchi inshootning ishga tushirilishi hisobiga amalga oshirilgan.

Suv omborlari gidrotexnik inshootlarining texnik holati vizual va instrumental tartibda o'rganildi. Vizual kuzatuv natijalari asosida suv ombori majmuasidagi inshootlar, jihozlar texnik holatlari bo'yicha instrumental kuzatuvlar o'tkazildi (2-rasm). Olib borilgan tadqiqotlarda Georadar OKO-3, Aquaread AP-5000, Analizor DW-EX 7000 qurilmalaridan fydalanildi.



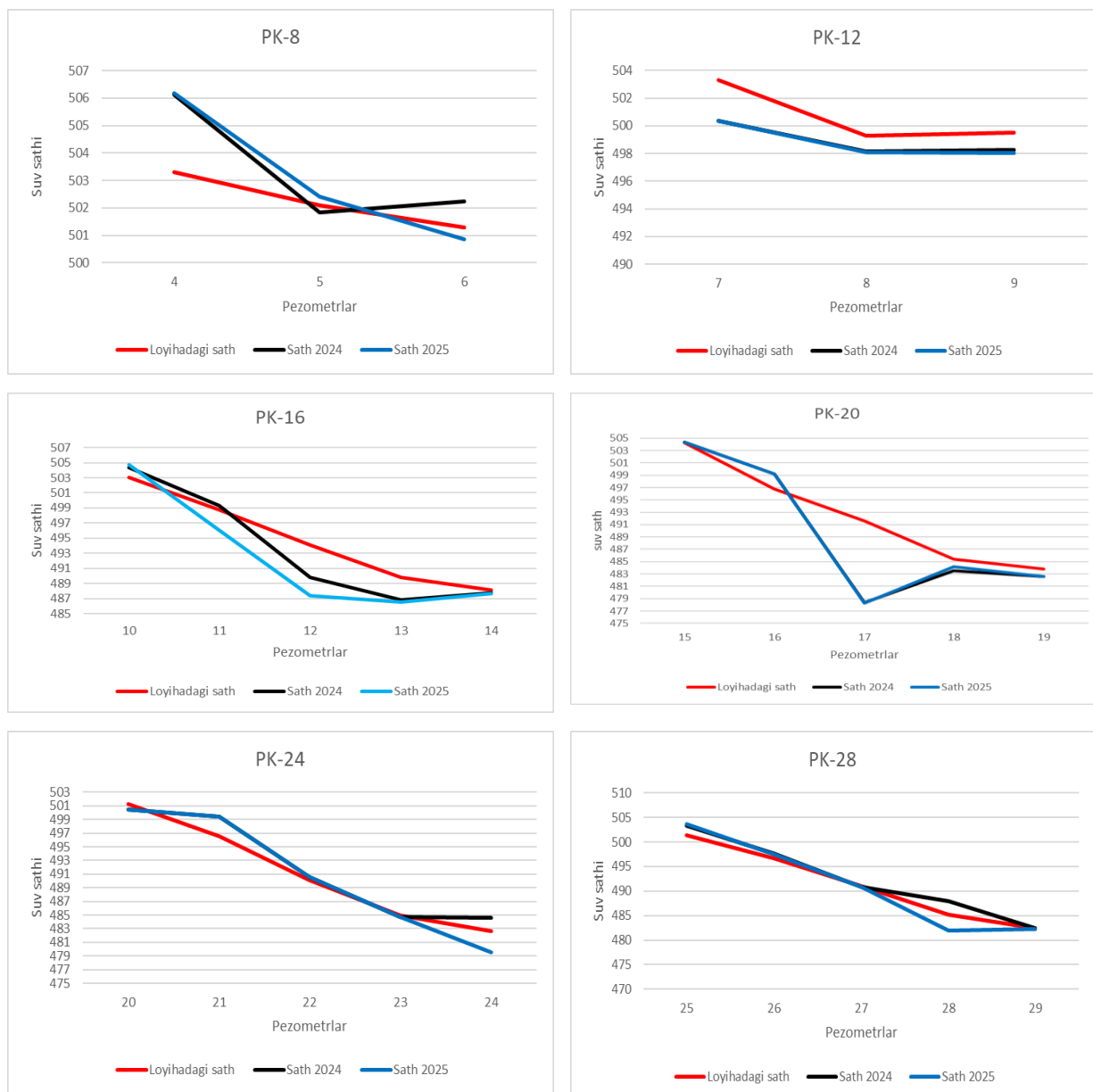
2-rasm. Suv omborida olib borilgan kuzatuvlaridan lavhalar

Ushbu Aquaread AP-5000 qurilmasi ko'p parametrlili suv sifatini tez va aniq o'lchash uchun mo'ljallangan professional zond (prob) hisoblanadi. Uni ichimlik suvi, daryo, ko'l, dengiz, kanalizatsiya va boshqa suv ob'ektlarida suv sifatini monitoring qilishda keng qo'llaniladi.

DW-EX7000 Portativ XRF Mineral Analizator qurilmasining texnik xususiyatlari analitik usulda energiyani disperslovchi rentgen floresansiyasi, o'lchov diapazon 12 dan 92 gacha bo'lgan atom raqamlarini o'lchash mumkin. Bir vaqtning o'zida detektor elementlari 40 ta elementni tahlil qiladi.

Dala tadqiqotlarida namunalar suv ombori havzasi, har bir stvor bo'yicha pezometrlardan hamda filtratsiya suvi chiqib turgan pastki befdagi drenaj vodoslivi oldidan olingan.

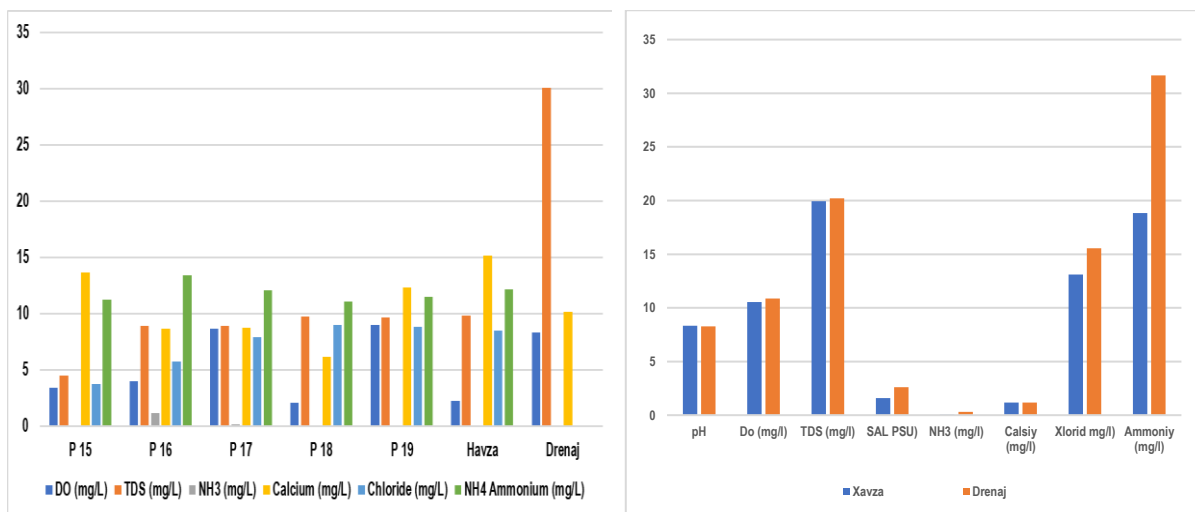
Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'onida joylashgan pezometrlarda olib borilgan kuzatuv ma'lumotlari asosida suv sathlarini o'zgarishi tahlili 3-rasmida keltirilgan.



3-rasm. Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'onining yuqori bef suv sathiga nisbatan pezometrlardagi suv sathlari o'zgarishi

Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'onida olib borilgan instrumental kuzatuvlar ma'lumotlarining tahlili shuni ko'rsatadiki, pezometrlardan o'lchangan suv sathlari va georadar qurilmasi orqali olingan natijalar bir biriga mos kelmoqda. Jumladan PK- 8 dagi 4 chi, PK-16 dagi 10 chi, PK-20 dagi 16 chi, PK-24 dagi 21 chi, PK-28 dagi 25 chi pezometrlarda suv sathi hisobiyga nisbatan 1 metrdan 3 metrgacha ko'tarilish holatlari mavjud, shuningdek PK-8 dagi 5 chi, PK-16 dagi 12 chi, PK-20 dagi 17 chi pezometrlarda suv sathi hisobiyga nisbatan tushish holatlari mavjud.

Dala tadqiqotlari doirasida suv ombori xavzasidagi to'plangan suv, to'g'onda joylashgan barcha pezometrlaridan va pastki qismidagi drenajdan sizilayotgan suvlardan davriy ravishda suv namunalari olish, ularni kimyoviy tahlil qilish, natijalarini qiyosiy taqqoslash ishlari bajarildi. Suvni inshootlar ketma ketligida harakatlanishi davomida uning kimyoviy tarkibini o'zgarishi moddalar ko'rsatkichlarini o'zaro taqqoslash asosida baholandi (4-rasm).



4-rasm. Suv ombori, pezometrlar va drenaj suvlari kimyoviy tarkibining o'zgarishi

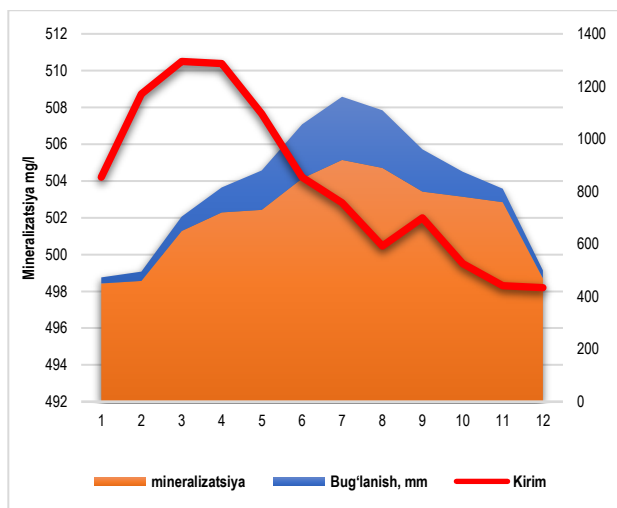
Erigan tuzlar miqdorining o'zgarishi: tadqiqotlar natijalari Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'oni va undan quyida joylashgan pezometrlarida suv tarkibidagi erigan tuzlar miqdori suv ombori kosasidagiga nisbatan 2-3,0 marta ortib ketishligini ko'rsatdi, ya'ni ularning miqdori 0,35 g/l dan 1,4-1,5 g/l gacha, Arnasoy suv ombori havzasi va quyi bef va aydar ko'lda suv tarkibidagi erigan tuzlar miqdori suv ombori kosasidagiga nisbatan 1,0-2,5 marta ortib ketishi mumkinligini ko'rsatdi, ya'ni ularning miqdori 2,020 g/l dan 4,950 g/l gacha ortgan.

Xloridlar miqdorining o'zgarishi: Kattaqo'rg'on suv omborida olib borilgan dala tadqiqot natijalariga ko'ra pezometrlar suvi tarkibidagi xloridlar miqdori suv ombori kosasidagiga nisbatan 1,2-4,0 marta ortib ketganligini ko'rsatdi. Bunda suv ombori kosasidagi suv tarkibida xloridlar miqdori 0,035 g/l bo'lgan bo'lsa, 17 chi va 18 - pezometrlarda bu ko'rsatkich 0,08-0,1 g/l ni, drenaj suvi tarkibida esa 0,06 g/l ni tashkil etgan.

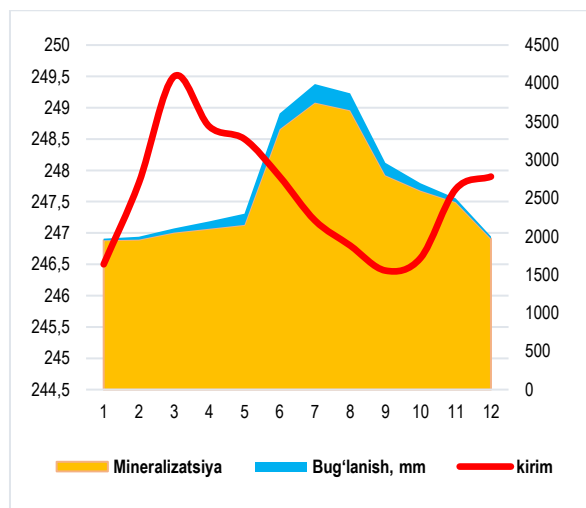
Shunday qilib, dala tadqiqotlari doirasida Kattaqo'rg'on suv ombori havzasi va inshootlaridagi sizilgan suvlar kimyoviy tarkiblarining o'zgarishini o'rganish natijalari to'g'on tanasidan sizilayotgan suvlarda erigan tuzlar va ularni tashkil qiluvchi ionlarning miqdori suv ombori kosasidagi suv tarkibidagi miqdoriga nisbatan 2-3 marta ortganligini, Arnasoy suv omborida esa bu ko'rsatkichlar 2-2,5 marta ortganligini ko'rsatdi.

Dissertatsiyaning **“Suv omborlari gidrokimyoviy rejimining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usulini takomillashtirish”** deb nomlangan uchinchi bobi suv omborlari gidrokimyoviy rejimining mavsumiy o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillar, suv-tuz balansining kiritim va chiqimini tashkil etuvchilarini aniqlashga bag'ishlangan.

Yuqorida olib borilgan kuzatuv va hisoblash ishlari natijalari asosida suv omborlari gidrokimyoviy rejimiga ta'sir etuvchi omillarning mavsumiy o'zgarishlari aniqlandi (5-rasm).



Kattaqo'rg'on suv ombori



Arnasoy suv ombori

5-rasm. Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari hajmini, bug'lanishini va mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishi

Suv balansi suv omborining gidrologik rejimini tavsiflab bersa, suv–tuz balansi suv tarkibidagi mineral moddalarning kirimi, chiqimi va to'planishini aks ettiradi. Suv balansi va suv–tuz balansi bir-biri bilan uzviy bog'liq. Chunki suv hajmining kamayishi yoki ko'payishi suvdagi tuzlar konsentratsiyasining o'zgarishiga olib keladi.

Suv omborlari gidrokimyoviy rejimining mavsumiy o'zgarishini aniqlashda suv almashinuvi, bug'lanish, filtratsiya va suv mineralizatsiyasi o'zgarishini inobatga olish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. Bu yo'nalishda O.A.Alyokin, A.M.Nikitin, N.E.Gorelkin, V.A.Nikolayenko va boshqa olimlar olib borgan izlanishlarni rivojlantirib, suv ombori havzasida suv mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishini suv balansi va suv-tuz balansi tenglamalaridan foydalanib, quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta(WM) = \sum(W_{kir} \cdot M_{kir}) - \sum(W_{chiq} \cdot M_{chiq}) \quad (1)$$

bu yerda:

$\sum(W_{kir} \cdot M_{kir}) = M_{ks} W_{ks}$ — kiruvchi tuz massasi;

$\sum(W_{chiq} \cdot M_{chiq}) = M_a (W_i + W_b)$ — chiquvchi tuz massasi;

W - suv hajmi (m^3).

Yog'in suvlari tuzsiz deb qabul qilinib, chiqib ketayotgan suvning mineralizatsiyasi suv omboridagi suvning mineralizatsiyasiga teng deb suv omboridagi suv mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishi uchun quyidagi ifoda olingan:

$$M = M_a + \left(M_{kc} \frac{W_{kc}}{W_{kc} + W_b + W_{yo}} - Mb \right) \cdot K \quad (2)$$

bu yerda:

K — Suv almashinuv darajasini ifodalovchi koeffitsient.

Ushbu model yordamida turli holatlar (suv oqib kelishining o'zgarishi, bug'lanish intensivligining ortishi, suv olish hajmining o'zgarishi) bo'yicha suv minerallashuvining kelajakdagi qiymatlarini prognoz qilish mumkin.

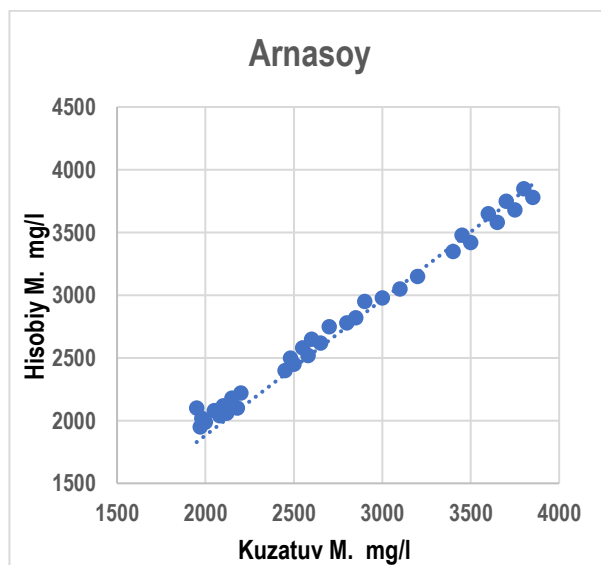
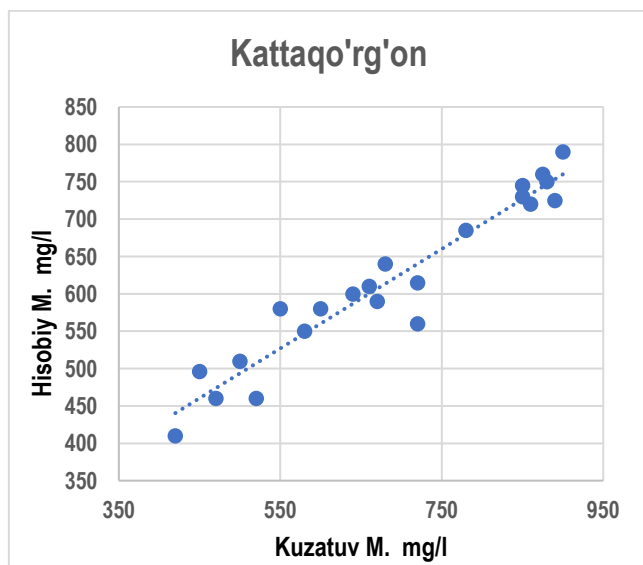
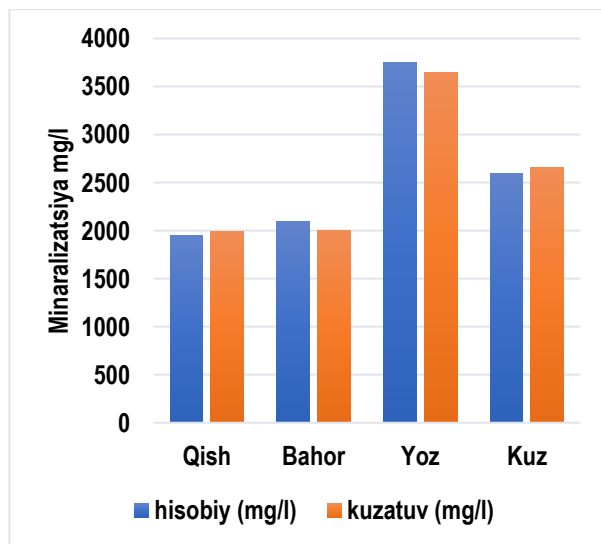
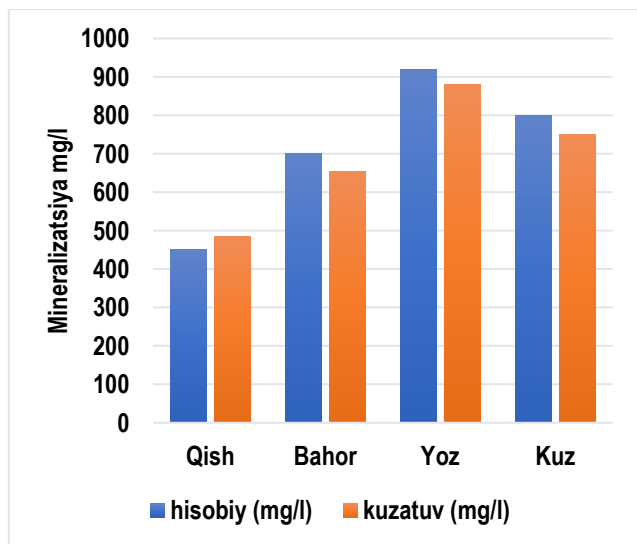
$$K_{mavsum} = K_{amplituda} K_{ion} K_{gidrologik} \quad (3)$$

bu yerda:

$$K_{amplituda} = \left(\frac{M_{max} - M_{min}}{M_{yillik}} \right)^{0.5} \text{ — mineralizatsiya amplitudasi;}$$

$$K_{ion} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{C_i^{mavsum} - C_i^{yillik}}{C_i^{yillik}} \right| \right)^{0.5} \text{ — ion tarkibi o'zgarishi;}$$

$$K_{gidrologik} = \frac{W_{kc}}{W_{kc} + W_b} \times \frac{E}{E_0} \text{ — gidrologik omil.}$$



6-rasm. Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlarida suv mineralizatsiyasining (hisobiy va kuzatuv ma'lumotlari) mavsumiy o'zgarishlari

Tavsiya etilayotgan usul orqali suv omborlari mineralizatsiyasini mavsumiy o'zgarishini hisoblashda suv omborlari ekspluatatsiyasi davridagi suv-tuz balansining tashkil etuvchilari, ya'ni kiruvchi va chiquvchi suv-tuz miqdorlaridan foydalanildi. Suv omborlari mineralizatsiyasini aniqlashning hisobiy kattaligini va suv omborlari ekspluatatsiyasi davrida olib borilgan kuzatuvlari natijasida olingan ma'lumotlarini taqqoslash shuni ko'rsatadiki, hisobiy usul yaxshi natijalarni berishini, ya'ni dala tadqiqotlari asosida olingan ma'lumotlar bilan hisobiy natijasida olingan ma'lumotlar farqi 3-4% ni tashkil qiladi.

Dissertatsiyaning **“Suv omborlari gidrokimyoviy rejimi o'zgarishining inshootlarga ta'siri”** deb nomlangan to'rtinchi bobi suv omborlari havzasida to'plangan hamda to'g'on tanasidagi filtratsiya suvlari kimyoviy tarkibining o'zgarishini inshootlarga ta'sirlari baholangan.

Suv omborlari havzasi va to'g'onidan siziladigan suvlardagi agressivlikning turli ko'rinishlari mavjud bo'lib, odatda uning asosan quyidagi 5 turiga alohida e'tibor qaratiladi:

- Suvning umumiy kislotali agressivligi;
- Suvning gidrokarbonatli ishqoriylik bo'yicha agressivligi;
- Suvning karbon kislotali agressivligi;
- Suvning sulfatli agressivligi;
- Suvning magnezial agressivligi.

Suvning umumiy kislotali agressivligi suv tarkibidagi vodorod ko'rsatkichi 6 dan kam qiymatlarda bo'lganda namoyon bo'ladi. Umumiy kislotali agressivlik ta'sirida beton tarkibidagi kalsiy karbonatning erishi kuchayadi. Suvdagi vodorod ko'rsatkichi pH 5 dan kichik, ya'ni $\text{pH} < 5$ bo'lgan hollarda suv umumiy kislotali agressiv sanaladi.

Suvning gidrokarbonatli ishqoriylik bo'yicha agressivligi suvning tarkibida 0,4-1,5 mg ekv dan ortiq miqdorda gidrokarbonat ionlari bo'lgan hollarda yuzaga keladi. Bunda beton tarkibidagi kalsiy karbonatning erishi yuz beradi va u kalsiy gidrooksidi ko'rinishida beton tarkibidan chiqa boshlaydi. Kalsiy gidrooksidini chiqishi magniy xlorid qatnashadigan holatlarda ko'proq yuz beradi. Bunda magniy xlorid kalsiy gidrooksidi bilan reaksiyaga kirishib suvda yaxshi eruvchi kalsiy xloridni yuzaga keltiradi.

Suvning sulfatli agressivligi suvning tarkibidagi sulfatlar miqdori 250 mg/l dan ortiq bo'lgan bo'lgan hollarda yuzaga keladi. Suvning tarkibida sulfat ionlarini katta miqdorda bo'lishi natijasida ular betonga kirib kalsiy sulfatning kristall gidratini hosil qiladi. Oqibatda beton shishib-shishib chiqadi va yemirila boshlaydi.

Suvning magnezial agressivligi suvning tarkibidagi magniy ionlarining miqdori 750 mg/l dan ortiq bo'lgan hollarda yuzaga keladi. Bu ko'rsatkich sement markalariga bog'liq ravishda balandroq bo'lishi ham mumkin.

Tadqiqot doirasida kuzatuvlar olib borilayotgan Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlarini havzasida to'planadigan va uning to'g'oni tanasidan shimiladigan suvlarning kimyoviy tarkibi tadqiqotlar davomida aniqlangan.

Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari havzasida to'planadigan suvning beton inshootlarga nisbatan agressivligini baholash uchun ko'p yillik kuzatuvlar (oxirgi 10 yil davomidagi) ma'lumotlarini o'rtacha qiymatlari asos qilib olindi.

1-jadval.

Kattaqo'rg'on suv ombori havzasidagi suvni to'g'onining yuqori befidagi beton inshootlarga nisbatan agressivligini aniqlash

Ma'lumotlar nomi	Laboratoriya tahlillari natijalari	Bosimli inshoot		Beton inshootlarga nisbatan agressivlikni aniqlash natijalari
		Oddiy va sulfatga chidamli portland sement	Oddiy va sulfatga chidamli pusollan va shlakli portland sement	
Inshoot turi	bosimli			
Inshoot balandligi, m	2,5 dan katta			
K_f , m/sut	$0,1 < K_f < 10$			
Ca^{2+} , mg/l	40			
pH	8,3	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	Suvning umumiy kislotali agressivligi yo'q
HCO_3^- , mg·ekv/l	0,96	$0,4 < 0,96 < 1,5$	me'yorlanmagan	Suv o'rtacha gidrokarbonatli agressivlikka ega. Beton quvurlar yoki inshootlar uchun himoya choralari ko'rish tavsiya etiladi.
Karbon kislota CO_2 , mg/l	aniqlanmagan			Suvning karbon kislotali agressivligi yo'q
Xlorid, Cl^- , g/l	80	$80 < 100$	$80 < 100$	Xloridli agressivlik yo'q. Armaturaning korroziyasi xavfi juda past.
Sulfat SO_4^{2-} , mg/l	422	$422 > 250$	$422 > 250$	Oddiy sementli inshootlar uchun sulfatli agressivlikka ega
Mg^{2+} , mg/l	60	$60 < 750$	$60 < 750$	Suvning magnezial agressivligi mavjud emas
Xulosa: Kattaqo'rg'on suv ombori kosasidagi suv sifatiga ko'ra oddiy sementli beton inshootlarga nisbatan sulfatli agressiv.				

2-jadval.

Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'oni tanasidan sizib o'tayotgan sizot suvlarni to'g'onda joylashgan beton inshootlar va pezometrlarga nisbatan agressiv ta'sirini aniqlash

Ma'lumotlar nomi	Laboratoriya tahlillari natijalari	Bosimsiz inshoot		Beton inshootlarga nisbatan agressivlikni aniqlash natijalari
		Oddiy va sulfatga chidamli portland sement	Oddiy va sulfatga chidamli pusollan va shlakli portland sement	
Inshoot turi	bosimsiz			
Inshoot balandligi, m	2,5 dan katta			
Kf, m/sut	$0,1 < K_f < 10$			
Ca^{2+} , g/l	560			
pH	6,2 dan 8,1 gacha	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	Suvning umumiy kislotali agressivligi yo'q
HCO_3^- , mg·ekv/l	0,72 dan 6.1 gacha	$0,4 < 0,72 < 1,5$	me'yorlanmagan	Pezometr 16 joylashgan nuqtada sizilayotgan suvning ishqoriy agressivligi mavjud
Karbon kislota CO_2 , mg/l	aniqlanmagan			Suvning karbon kislotali agressivligi yo'q
Xlorid, Cl^- , mg/l	40 dan 320 gacha	$40 < 100 < 320$	$400 < 100 < 320$	Pezometr 17, 18 kuchsiz agressivlik mavjud Metall konstruksiyalarni korroziyaga uchrashini tezlashtiradi
Sulfat SO_4^{2-} , mg/l	147,8 dan 385,8 gacha	$385 > 250$	$385 > 250$	Oddiy sementli inshootlar va metall konstruksiyalar uchun sulfatli agressivlikka ega
Mg^{2+} , mg/l	648	$648 < 750$	$648 < 750$	Suvning magnezial agressivligi mavjud emas
Xulosa: Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'oni tanasidan sizib o'tadigan sizot suvi sifatiga ko'ra oddiy sementli beton inshootlarga nisbatan sulfatli agressiv sanaladi, u to'g'ondagi pezometrlarni korroziyaga uchrashini tezlashtiradi.				

Arnasoy suv omborining yuqori b'efidagi to'g'on va undagi inshootlarga suvni agressiv ta'sirini baholash uchun foydalanilgan ma'lumotlar ya'ni, suv ombori havzasida har yili yig'iladigan suvning sifat ko'rsatkichlarini o'rtacha qiymatlari 3-jadvalda aks ettirilgan.

3-jadval.

Arnasoy suv ombori filtratsiya suvlarining quyi bef inshootlariga nisbatan agressiv ta'sirini aniqlash natijalari

Ma'lumotlar nomi	Laboratoriy a tahlillari natijalari	Bosimsiz inshoot		Beton inshootlarga nisbatan agressivlikni aniqlash natijalari
		Oddiy va sulfatga chidamli portland sement	Oddiy vasulfatga chidamli pusollan vashlakli portland sement	
Inshoot turi	bosimsiz			
Inshoot balandligi, m	2,5 dan katta			
K_f , m/sut	$0,1 < K_f < 10$			
Ca^{2+} , mg/l	2.25			
pH	8,33	6.5-8.5	6.5-8.5	Agressiv emas (Ishqoriy muhit betonni yemirmaydi)
HCO_3^- , mg·ekv/l	8,4	1,5<7,02 mg·ekv/l	me'yorlanmagan	Suv ombori to'g'onidan sizilayotgan suvning ishqoriy agressivligi yo'q
Karbon kislota CO_2 , mg/l	aniqlanmagan			Suvning karbon kislotali agressivligi yo'q
Xlorid, Cl^- , mg	13,12	13,12<100	13,12<100	Agressiv emas (Metall konstruksiyalar korroziyasi xavfi yo'q)
Sulfat SO_4^{2-} , mg/l	380,3	380,3>350	380,3>350	Oddiy sementli inshootlar va metall konstruksiyalar uchun sulfatli agressivlikka ega
Mg^{2+} , mg/l	56	56<750	56<750	Suvning magnezial agressivligi mavjud emas
Xulosa: Arnasoy suv ombori to'g'oni tanasidan sizib o'tadigan sizot suvi sifatiga ko'ra oddiy sementli beton inshootlarga nisbatan sulfatli agressiv sanaladi, suv tarkibidagi sulfat va xlorid tuzlari to'g'on tanasiga o'rnatilgan pezometrlarni korroziyaga uchrashini tezlashtiradi.				

XULOSALAR

“Suv omborlari gidrokimyoviy rejimini o'zgarishining inshootlarga ta'sirini baholash (Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlari misolida)” mavzusidagi texnika fanlari falsafa doktorlik (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Kattaqo'rg'on suv ombori to'g'onida olib borilgan instrumental kuzatuvlar natijalari shuni ko'rsatadiki, suv omborida suv sathining yillar davomida yuqori sathlarda ushlab turilishi to'g'on ustki qismiga yaqin joylashgan pezometrlardagi

sathlarning loyihaviydan 1-3 metr ko'tarilishiga olib kelganligi aniqlandi. Bu holat to'g'oning mustahkamligini ta'minlashda salbiy ta'sir qilishi mumkin.

2. Suv omborlarida mineralizatsiya miqdori mavsumiy o'zgarishi ularning tabiiy va texnik xususiyatlari ta'sirida jumladan, suv almashinuvi, bug'lanish, ionlar konsentratsiyasiga bog'liq ravishda kechadi. Mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishi Kattaqo'rg'on suv omborida 500–900 mg/l ni, Arnasoy suv omborida esa 2000–3800 mg/l ni tashkil etdi.

3. Suv omborlari havzasi va to'g'on inshootlardan sizilayotgan suvlarda erigan tuzlar va ularni tashkil qiluvchi ionlarning miqdori Kattaqo'rg'on suv ombori kosasidagi suv tarkibidagi miqdoriga nisbatan qariyb 1-2 marta, Arnasoy suv omborida esa 1,0-2,5 marta ortganini ko'rsatdi. Bu ko'rsatgichlar Kattaqo'rg'on suv ombori 0.35 g/l dan 1,4 g/l gacha, Arnasoy suv omborida esa 2,020 g/l dan 4,950 g/l gacha o'zgargan.

4. Suv omborlaridagi gidrologik jarayonlarni, suv-tuz balansini tashkil etuvchilarini inobatga olib suv ombori mineralizatsiyasining mavsumiy o'zgarishini aniqlash usuli takomillashtirildi va suv ombori mineralizatsiya miqdorini prognoz qilish imkoni yaratildi.

5. Suv omborlari mineralizatsiyasini aniqlashni tavsiya etilayotgan usulining hisobiy kattaligini va suv omborlari ekspluatatsiyasi davrida olib borilgan kuzatuvlari natijasida olingan ma'lumotlari bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, hisobiy usul yaxshi natijalarni berishini, ya'ni tabiiy dala tadqiqotlari asosida olingan ma'lumotlar bilan hisobiy natijasida olingan ma'lumotlar farqi 4-5% ni tashkil qiladi.

6. Tadqiqot doirasida kuzatuvlar olib borilgan Kattaqo'rg'on va Arnasoy suv omborlarining kosasida to'planadigan va ularning to'g'oni tanasidan sizadigan suvlarning suv omborlari yuqori b'efi va to'g'oni tanasidagi inshootlarga nisbatan suvning umumiy kislotali, gidrokarbonatli ishqoriylik bo'yicha, karbon kislotali, sulfatli, magnezial agressivliklari baholangan. Natijada, Kattaqo'rg'on suv ombori havzasidagi suv sifatiga ko'ra oddiy sementli beton inshootlarga nisbatan sulfatli, Arnasoy suv omborida esa sulfatli va ishqorli agressivlik mavjudligi aniqlangan.

7. Suv omborlarini oqimni boshqaruvi bo'yicha mavsumiylikini, taktlar davriyligini (kuzgi, bahorgi, yozgi va qishki) hisobga olgan holda suv ombori havzasi suvining kimyoviy tarkibini mavsumiy o'zgarishi, agressivligini oldini olish, ularning salbiy ta'sirlarini kamaytirish uchun suv omborlari ish rejimini aniqlik bilan amalga oshirish zarurligi asoslandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 03/30.12.2019. Т.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»**

ЯХШИЕВ ШОХЗОД ШЕРАЛИЕВИЧ

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО
РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ
СООРУЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАТТАКУРГАНСКОГО И
АРНАСАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ)**

05.09.07 – Гидравлика и инженерная гидрология

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан за номером B2026.1.PhD/T6591

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

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу (<http://www.tiame.uz>) и на информационном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Гаппаров Фуркат Ахматович
Доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Эшев Собир Саматович
Доктор технических наук, профессор

Рахматов Норкобул
Доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский архитектурно-строительный университет

Защита диссертации состоится «___» _____ 2026 года в ___ часов на заседании DSc 03/30.12.2019.T.10.02 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства». (Адрес: Кари-Ниёзий-39, 100000 Ташкент. Тел.: (+99871) 2371931; факс: (+99871) 2373879; E-mail: admin@tiame.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства». (зарегистрирован № ____). Адрес: Кари-Ниёзий-39, 100000 Ташкент. Тел.: (+99871) 2371931; факс: (+99871) 2373879

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2026 года.

(реестр протокола рассылки № от «___» _____ 2026 года).

М.Х. Хамидов

Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.с.-х.н., профессор

А.А. Янгиев

Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных 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 особое внимание уделяется вопросам адаптации естественного режима водных ресурсов к режиму водопотребления, строительству водохранилищ на основе регулирования речного стока, их безопасной и эффективной эксплуатации, а также обеспечению надежности гидротехнических сооружений. На сегодняшний день в развитых странах, в том числе в Китае, Индии, США, Германии, Австрии, Великобритании и России, важное значение придается надежной и эффективной эксплуатации существующих водохранилищ, разработке оптимальных режимов их работы, бесперебойному обеспечению потребителей водой в вегетационный период, повышению срока службы и эффективности гидротехнических сооружений. В связи с этим особое внимание уделяется определению сезонных изменений гидрохимического режима водохранилищ, оценке воздействия качества воды на сооружения, а также повышению эффективности эксплуатации водохранилищ.

В мире проводятся научные исследования, направленные на обоснование эффективных режимов эксплуатации водохранилищ, а также совершенствование методов снижения антропогенного воздействия на речные бассейны. В данном направлении приоритетными являются исследования по обеспечению безопасной и надежной эксплуатации водохранилищ, разработке методов совершенствования их гидрологического режима, а также использованию технических и технологических решений при их эксплуатации. Вместе с тем актуальными задачами являются оценка гидрохимического режима водохранилищ, определение различных видов агрессивности воды и установление их влияния на техническое состояние гидротехнических сооружений.

В Республике Узбекистан реализуются мероприятия, направленные на строительство водохранилищ, увеличение срока службы и эффективности гидротехнических сооружений, обеспечение их надежной эксплуатации, эффективное наполнение и сработку водохранилищ, определение факторов, влияющих на эффективное использование водных ресурсов, а также разработку новых методов гидрологических расчетов, позволяющих совершенствовать существующие подходы. В Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы определена задача «обеспечения безопасной и надежной работы водохранилищ и других водных объектов».¹ Реализация данной задачи, в частности, предусматривает проведение научных исследований, направленных на разработку научно обоснованных эффективных методов управления водохранилищами с учетом изменений их гидрохимического режима и технического состояния гидротехнических сооружений под воздействием агрессивности воды, а также разработку теоретических основ и методов их расчета, имеющих научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, намеченных Указами Президента Республики Узбекистан УП–60 от 28 января 2022 года¹ «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», УП–6024 от 10 июля 2020 года «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы», а также постановлением ПП–4486 от 9 октября 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами» и другими нормативно-правовыми документами, относящихся к деятельности.

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

Степень изученности проблемы. Вопросы гидрохимического режима водохранилищ, сезонных и межгодовых изменений элементов гидрохимического режима исследовались такими учеными, как О.А. Алякин, Ю.И. Израэль, А.М. Никаноров, С.В. Бруевич, Е.Н. Тарасов, А.М. Никитин, Ф.Е. Рубинова, Ю.Н. Иванов, Н.Е. Горелкин, В.А. Николайenko, Е.И. Чембарисов, Э.М. Видинеева, Н.Г. Вершагина, Ф.Хикматов, А.М. Арифжанов, Ш.О. Мурадов, А.Т. Салахиддинов, А.А. Янгиев, Б.Е. Нишонов, Б.Е. Адембаев, Ф.А. Гаппаров, А.Р. Хайдаров, Н.Ахтар, Р.Ан, Х.Стеблер, С.Роджерс, Дж. Барко, Д. Хонек, К. Палмер, Р. Чапман, Дж. Чен, Й. Гао, Дж.Е. Фергюсон, Дж. Морган, Р. Хуссейн, П. Линник, К. Ванг и других ученых, которыми проведены исследования и достигнуты определенные положительные результаты.

Согласно проведенным научным исследованиям и их анализу, в настоящее время достигнуты определенные научно-практические результаты в области оценки процессов фильтрации, анализа условий эксплуатации водохранилищ и обеспечения прочности гидротехнических сооружений. Однако вопросы комплексной оценки воздействия различных видов агрессивности воды на техническое состояние гидротехнических сооружений водохранилищ, расположенных в различных регионах, с применением современных технологий изучены в недостаточной степени.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» по темам: «Разработка научно обоснованных рекомендаций по увеличению полезного

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № УП–6024 «Утверждение Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы».

объема сезонно регулируемых водохранилищ» (2021–2024 гг.), № 09/2025 «Изучение прочности и внутренних пустот тела плотины Каттакурганского водохранилища с использованием георадарных устройств и разработка мероприятий по предотвращению риска разрушения», № 10/2025 «Разработка научно обоснованных рекомендаций по экспертизе декларации безопасности гидротехнических сооружений Арнасайского водохранилища».

Цель исследования является в оценке влияния изменений гидрологического режима водохранилищ (общей кислотности, щелочности, сульфатной и магниальной агрессивности) на гидротехнические сооружения.

Задачи исследования:

изучение факторов, влияющих на изменение гидрологического режима водохранилищ, расположенных в различных регионах;

определение изменений химического состава фильтрационных вод в бассейнах водохранилищ и плотин;

совершенствование метода определения сезонных изменений минерализации воды в бассейнах водохранилищ;

оценка влияния сезонных изменений качества фильтрационных вод в бассейнах водохранилищ и телах плотин на гидротехнические сооружения;

разработка рекомендаций по повышению прочности плотин водохранилищ, расположенных в различных регионах.

Объектом исследования являются гидрологический режим Каттакурганского водохранилища в Самаркандской области и Арнасайского водохранилища в Джизакской области, а также изменения фильтрационных вод в телах плотин.

Предметом исследования являются составляющие водно-солевого баланса Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ, сезонные изменения гидрохимического режима и влияние данных процессов на состояние гидротехнических сооружений.

Методы исследования. В научных исследования использованы общепринятые методы экспериментальных и полевых наблюдений, системный анализ собранных данных, а также методы математической статистики.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определено изменение химического состава воды в чаше водохранилища с учетом сезонности регулирования стока и периодичности тактов (весеннего, летнего, осеннего и зимнего);

С учетом изменений гидрологического режима водохранилища были оценены изменения уровня воды в пьезометрах, расположенных на плотине, и химический состав фильтрующей воды;

усовершенствован метод определения сезонных изменений минерализации воды в чаше водохранилищ с учетом составляющих водно-

солевого баланса;

обоснована агрессивность изменения качества воды водохранилищ по отношению к гидротехническим сооружениям по различным видам агрессивности (общекислотной, гидрокарбонатной, уголекислотной, сульфатной и магниальной).

Практические результаты исследования заключаются в следующем: выявлены факторы, влияющие на сезонные изменения гидрохимического режима водохранилищ;

разработан метод определения сезонных изменений гидрологического режима водохранилищ с учетом составляющих водно-солевого баланса;

оценена агрессивность фильтрационного потока в чаше и теле плотин Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ по отношению к гидротехническим сооружениям;

разработана программа для расчета составляющих гидрологического режима водохранилищ.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования основана на использовании общепринятых методов полевых исследований и апробированных методов математической статистики, сопоставлении полученных теоретических результатов с результатами исследований, проведенных на практике, а также их сравнении и проверке с данными, полученными другими учеными.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании метода определения сезонных изменений минерализации воды в чаше водохранилищ с учетом составляющих водно-солевого баланса, а также в обосновании различных видов агрессивности изменения качества воды по отношению к гидротехническим сооружениям водохранилищ (общекислотной, гидрокарбонатной, уголекислотной, сульфатной и магниальной).

Практическая значимость результатов исследования заключается в выявлении факторов, влияющих на сезонные изменения гидрохимического режима водохранилищ, разработке программы для расчета составляющих водного баланса, а также оценке агрессивности фильтрационного потока в чаше и теле плотин водохранилищ по отношению к гидротехническим сооружениям.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов, научных исследований, полученных по теме «Оценка влияния изменений гидрохимического режима водохранилищ на гидротехнические сооружения (на примере Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ)»:

определены показатели, влияющие на гидрохимический режим водохранилищ, и разработана электронная программа их расчета (справка Министерства водного хозяйства от 10 февраля 2026 года № 04/20–610). В

результате обеспечена возможность оценки сезонных изменений гидрохимического режима водохранилищ;

метод определения сезонных изменений минерализации воды в чаше водохранилищ с учетом составляющих водно-солевого баланса внедрен в Каттакурганском водохранилище, находящемся в ведении Управления эксплуатации Зарафшанской магистральной системы, и Арнасайском водохранилище, находящемся в ведении Управления эксплуатации Южного Мирзачульского магистрального канала (справка Министерства водного хозяйства от 10 февраля 2026 года № 04/20–610). В результате, создана возможность определения сезонного изменения минерализации воды водохранилищ, предотвращения агрессивности воды различных видов на техническое состояние гидротехнических сооружений;

метод оценки изменений технического состояния гидротехнических сооружений водохранилищ под воздействием различных видов агрессивности воды внедрен в Каттакурганском водохранилище, находящемся в ведении Управления эксплуатации Зарафшанской магистральной системы (справка Министерства водного хозяйства от 10 февраля 2026 года № 04/20–610). В результате создана возможность предотвращения возникающих в водохранилищах неисправностей и аварийных ситуаций, а также повышения надежности их эксплуатации.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждались и получили одобрение на международных и республиканских научно-практических конференциях, в том числе были представлены и обсуждены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 11 научных работ. В научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) по техническим наукам, опубликовано 4 статьи, в том числе 2 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах, а также получено 1 авторское свидетельство.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость исследования, сформулированы его цель и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, изложено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, приведены сведения о достоверности результатов, научной новизне и

практических результатах исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных научных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, **«Анализ проведенных исследований по оценке влияния изменений гидрохимического режима водохранилищ на гидротехнические сооружения»**, проанализированы теоретические и практические исследования, посвященные изменениям гидрохимического режима водохранилищ и определению составляющих водно-солевого баланса водохранилищ.

Теоретические основы изучения гидрохимического режима водохранилищ и оценки влияния качества воды на гидротехнические сооружения освещены в научных трудах О.А. Алякина, А.М. Никанорова, С.В. Бруевича, Е.Н. Тарасова, А.М. Никитина, Ф.Е. Рубиновой, Ю.Н. Иванова, Н.Е. Горелкина, В.А. Николайенко, Е.И. Чембарисова, Е.М. Видинеевой, Н.Г.Вершагиной, Ф.Хикматова, А.М.Арифжанов Ш.О. Мурадова, А.Т. Салахиддинова, А.А. Янгиева, Б.Е. Нишонова, Б.Е. Адембаева, Ф.А. Гаппарова, А.Р.Хайдаров, N. Axtar, R. An, X. Stebler, S. Rogers, J. Barko, D. Xonek, C. Palmer, R. Chapman, J. Chen, Y. Gao, J.E. Ferguson, J. Morgan, R. Hussain, P. Linnik, K. Wang и ряда других ученых, а также проанализированы полученные ими результаты.

Анализ вышеуказанных исследований показывает, что при оценке изменений гидрохимического режима водохранилищ обоснована необходимость учета морфометрических характеристик и процессов водообмена, а также установлены изменения составляющих водно-солевого баланса под воздействием природных и антропогенных факторов. Вместе с тем вопросы комплексной оценки влияния различных видов агрессивности воды на техническое состояние гидротехнических сооружений водохранилищ, расположенных в различных регионах, с применением современных технологий изучены недостаточно.

Во второй главе диссертации, **«Полевые исследования по изучению гидрохимического режима водохранилищ»**, приведены природные и технические характеристики Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ, являющихся объектами исследования, результаты визуальных и инструментальных полевых наблюдений за техническим состоянием водохранилищ, а также результаты полевых исследований по определению изменений гидрохимического режима.

Исследования проведены на примере действующих Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ (рис. 1).

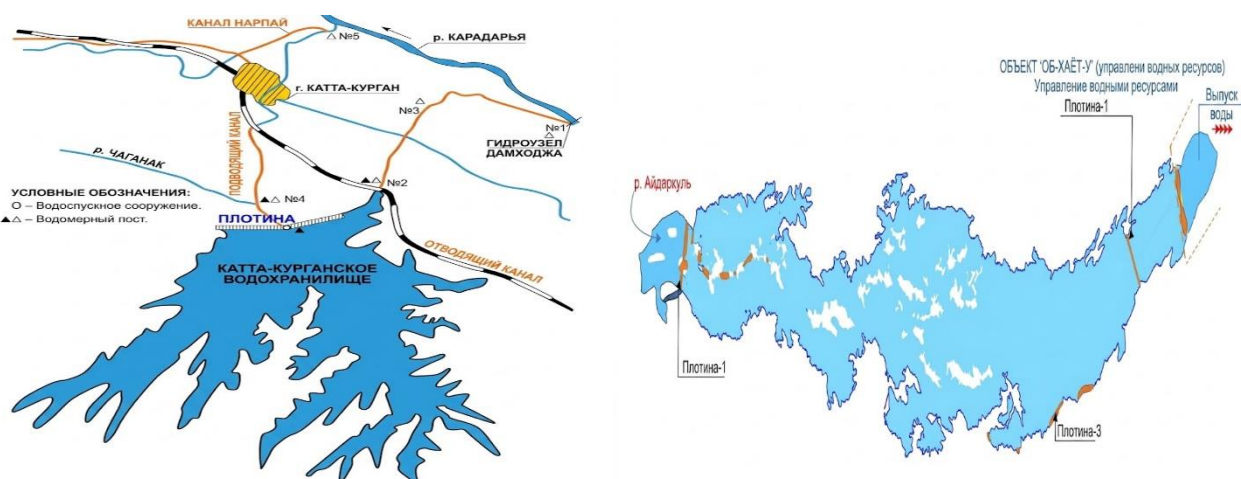


Рисунок 1. Схема расположения Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ

Каттакурганское водохранилище расположено в центральной части Республики Узбекистан, в административном отношении — на территории Каттакурганского района Самаркандской области. Водохранилище является крупным гидротехническим сооружением, имеющим важное значение для обеспечения водой орошаемых земель Самаркандской и Навоийской областей. Оно создано с целью сезонного регулирования водных ресурсов бассейна реки Карадарья и обеспечения потребностей орошения в периоды дефицита воды. Вода поступает в чашу водохранилища по водоподводящему каналу протяженностью 22 км через Дамхуджайский гидроузел. Расположение чаши водохранилища в естественных понижениях Шурсай и Узункудук значительно повышает возможности накопления воды в естественных геоморфологических условиях.

Арнасайское водохранилище относится к водохранилищам наливного типа и предназначено для перераспределения стока в течение года. Водохранилище расположено в восточной части Арнасайских озер. С севера оно ограничено пустыней Кызылкум и рекой Сырдарья, с юга — равнинами, расположенными перед северными склонами хребта Нурота, а с востока — Голодностепским плато. Водохранилище наполняется из реки Сырдарья через водосброс Chordarаского водохранилища и подводящий канал — Южный Мирзачульский канал. Арнасайский комплекс находится в постоянной эксплуатации с 2004 года. В 2008–2009 годах были проведены проектные работы по увеличению полного объема водохранилища до 1 млрд м³. Увеличение объема водохранилища было обеспечено путем реализации ряда мероприятий, в том числе за счет дополнительной правобережной емкости и ввода в эксплуатацию трубчатого водовыпускного сооружения № 4.

Техническое состояние гидротехнических сооружений водохранилищ изучалось визуальным и инструментальными методами. На основании результатов визуальных наблюдений были проведены инструментальные обследования сооружений и оборудования водохозяйственного комплекса для

определения их технического состояния (рис. 2). В проведенных исследованиях использовались устройства Georadar OKO-3, Aquaread AP-5000 и анализатор DW-EX7000.



Рисунок 2. Фрагменты проведенных наблюдений на водохранилище

Технические характеристики портативного XRF-минерализатора DW-EX7000 основаны на аналитическом методе энергодисперсионной рентгенофлуоресценции. Диапазон измерения позволяет определять элементы с атомными номерами от 12 до 92. Одновременно детектор устройства позволяет анализировать до 40 элементов.

В ходе полевых исследований пробы отбирались из чаши водохранилища, из пьезометров по каждому створу, а также перед дренажным водосливом в нижнем бьефе, где наблюдался выход фильтрационной воды.

На основании данных наблюдений, проведенных в пьезометрах, расположенных на плотине Каттакурганского водохранилища, проведен анализ изменения уровней воды, результаты которого представлены на рисунке 3.

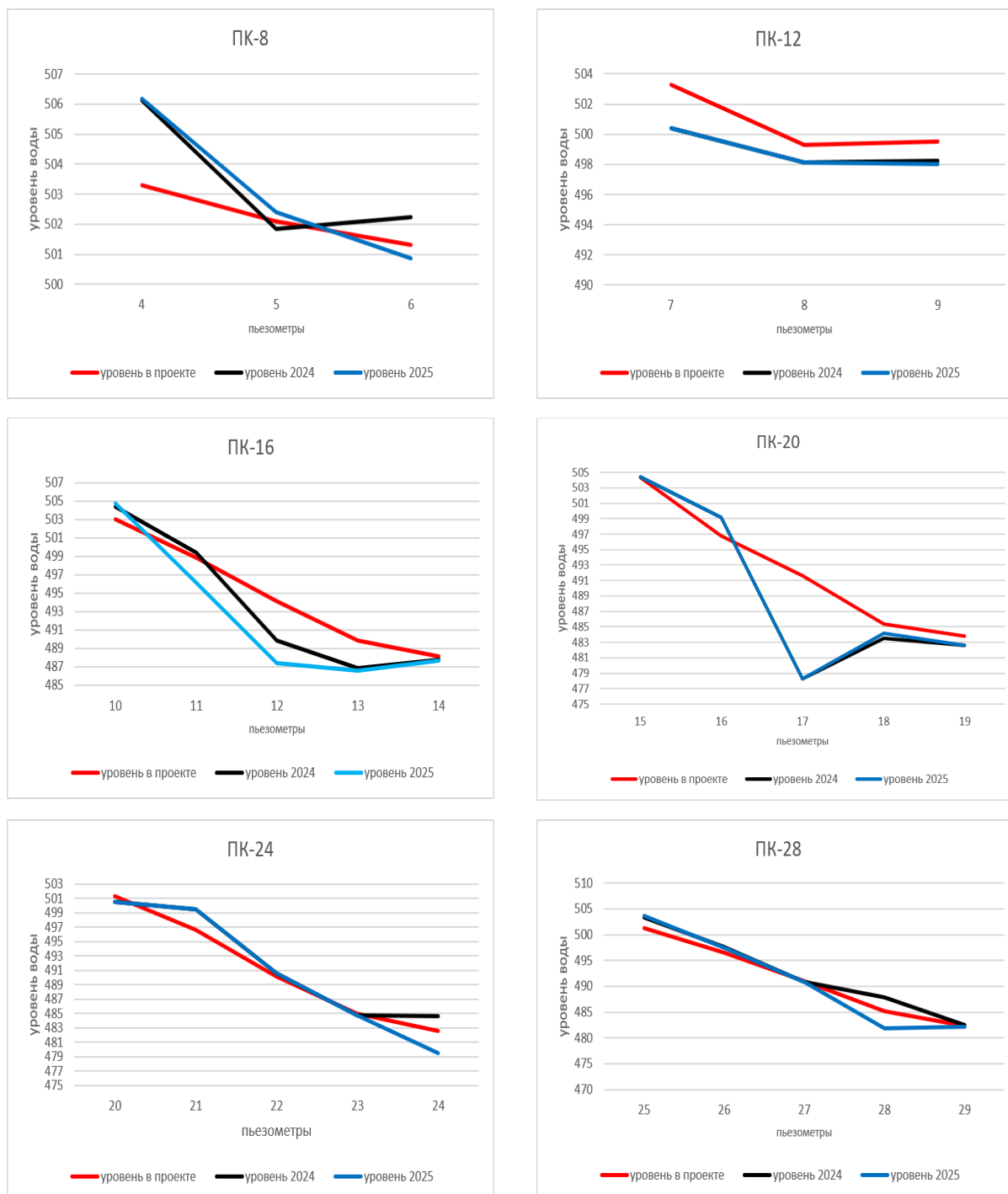


Рисунок 3. Изменение уровней воды в пьезометрах плотины Каттакурганского водохранилища относительно уровня воды верхнего бьефа

Анализ данных инструментальных наблюдений, проведенных на плотине Каттакурганского водохранилища, показывает, что уровни воды, измеренные в пьезометрах, соответствуют результатам, полученным с помощью георадарного устройства. В частности, в пьезометрах № 4 ПК-8, № 10 ПК-16, № 16 ПК-20, № 21 ПК-24 и № 25 ПК-28 наблюдается повышение уровня воды на 1–3 м относительно расчетного уровня. Вместе с тем в пьезометрах № 5 ПК-8, № 12 ПК-16 и № 17 ПК-20 наблюдается понижение уровня воды относительно расчетного.

В рамках полевых исследований периодически отбирались пробы воды из накопленной в чаше водохранилища воды, из всех пьезометров, расположенных на плотине, а также из фильтрационных вод, выходящих через дренаж в нижней части сооружения. Проводился их химический анализ и сравнительное сопоставление полученных результатов. Изменение химического состава воды в процессе ее движения через последовательные элементы гидротехнических сооружений оценивалось на основе взаимного сравнения показателей содержащихся в ней веществ (рис. 4).

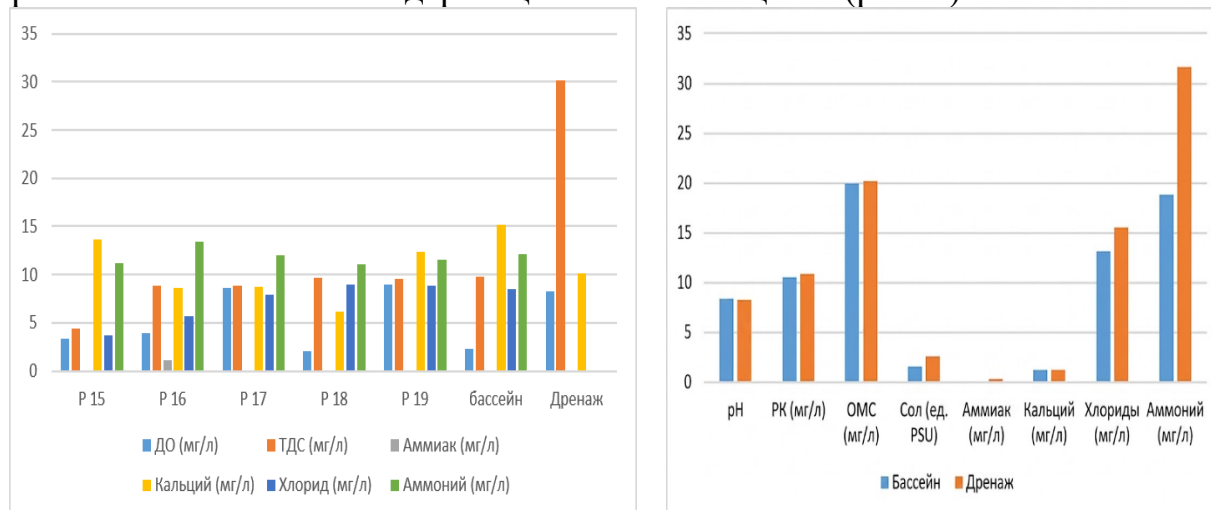


Рисунок 4. Изменение химического состава воды водохранилища, пьезометров и дренажа

Изменение содержания растворенных солей. Результаты исследований показали, что содержание растворенных солей в воде пьезометров, расположенных на плотине Каттакурганского водохранилища и ниже нее, увеличивается в 2–3 раза по сравнению с водой в чаше водохранилища. При этом их содержание увеличивается с 0,35 г/л до 1,4–1,5 г/л. В Арнасайском водохранилище содержание растворенных солей в воде чаши водохранилища, нижнего бьефа и Айдаркульского озера может увеличиваться в 1,0–2,5 раза, то есть с 2,020 г/л до 4,950 г/л.

Изменение содержания хлоридов. Согласно результатам полевых исследований, проведенных на Каттакурганском водохранилище, содержание хлоридов в воде пьезометров увеличивается в 1,2–4,0 раза по сравнению с водой в чаше водохранилища. Если содержание хлоридов в воде чаши водохранилища составляет 0,035 г/л, то в пьезометрах № 17 и № 18 данный показатель составляет 0,08–0,1 г/л, а в дренажной воде — 0,06 г/л.

Таким образом, результаты проведенных в рамках полевых исследований работ по изучению изменения химического состава фильтрационных вод в чаше и сооружениях Каттакурганского водохранилища показали, что содержание растворенных солей и образующих их ионов в водах, фильтрующихся через тело плотины, увеличивается в 2–3 раза по сравнению с их содержанием в воде чаши водохранилища. В Арнасайском водохранилище данные показатели увеличиваются в 2–2,5 раза.

В третьей главе диссертации, «Совершенствование метода определения сезонных изменений гидрохимического режима

водохранилищ», рассмотрены факторы, влияющие на сезонные изменения гидрохимического режима водохранилищ, а также составляющие приходной и расходной частей водно-солевого баланса.

На основе результатов проведенных выше наблюдений и расчетов определены сезонные изменения факторов, влияющих на гидрохимический режим водохранилищ (рис. 5).

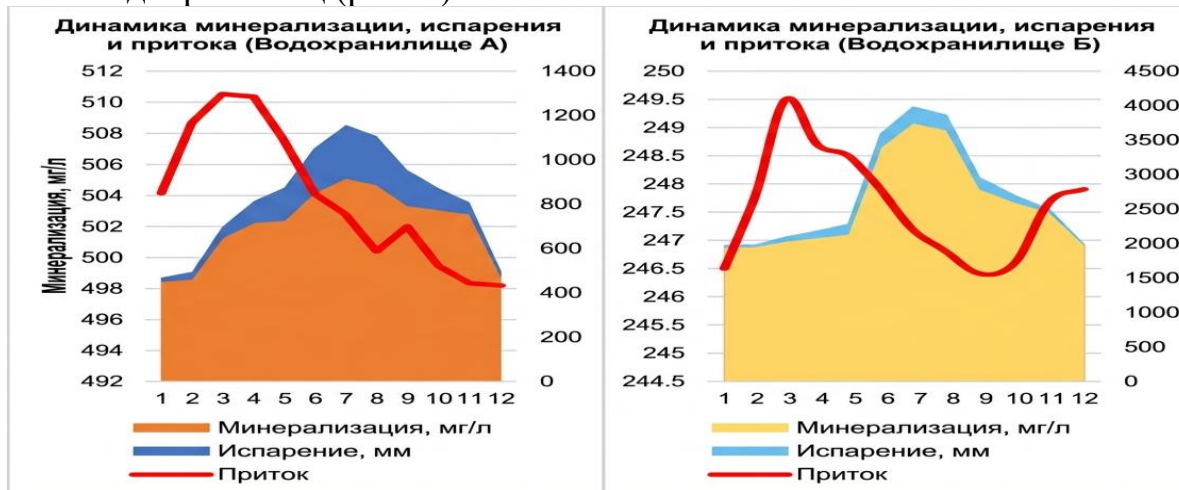


Рисунок 5. Сезонные изменения объема, испарения и минерализации воды Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ

Если водный баланс характеризует гидрологический режим водохранилища, то водно-солевой баланс отражает поступление, вынос и накопление минеральных веществ, содержащихся в воде. Водный и водно-солевой балансы тесно взаимосвязаны, поскольку уменьшение или увеличение объема воды приводит к изменению концентрации солей в воде.

При определении сезонных изменений гидрохимического режима водохранилищ проведены исследования с учетом изменений водообмена, испарения, фильтрации и минерализации воды. Развивая исследования, проведенные О.А. Алякиным, А.М. Никитиным, Н.Е. Горелкиным, В.А. Николайенко и другими учеными, сезонное изменение минерализации воды в чаше водохранилища с использованием уравнений водного и водно-солевого балансов можно выразить следующим образом:

$$\Delta(WM) = \sum(W_{вх} \cdot M_{вх}) - \sum(W_{вых} \cdot M_{вых}) \quad (1)$$

здесь:

$\sum(W_{вх} \cdot M_{вх}) = M_{кс} W_{кс}$ — масса поступающих солей;

$\sum(W_{вых} \cdot M_{вых}) = M_a (W_i + W_b)$ — масса выносимых солей;

W - объем воды (m^3).

Принимая атмосферные осадки за воду, не содержащую солей, а минерализацию выходящей воды равной минерализации воды в водохранилище, получено выражение для определения сезонных изменений минерализации воды в водохранилище:

$$M = M_a + \left(M_{кс} \frac{W_{кс}}{W_{кс} + W_b + W_{yo}} - Mb \right) \cdot K \quad (2)$$

здесь:

K — коэффициент, характеризующий степень водообмена.

С помощью данной модели можно прогнозировать будущие значения минерализации воды при различных сценариях, таких как изменение притока воды, увеличение интенсивности испарения и изменение объема водозабора.

$$K_{\text{сезон}} = K_{\text{амплитуда}} K_{\text{ион}} K_{\text{гидрологический}} \quad (3)$$

здесь:

$$K_{\text{амплитуда}} = \left(\frac{M_{\text{макс}} - M_{\text{мин}}}{M_{\text{год}}} \right)^{0.5} \text{ — амплитуда минерализации;}$$

$$K_{\text{ион}} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{C_i^{\text{сезон}} - C_i^{\text{год}}}{C_i^{\text{год}}} \right| \right)^{0.5} \text{ — изменение ионного состава;}$$

$$K_{\text{гидрологический}} = \frac{W_{kc}}{W_{kc} + W_h} \times \frac{E}{E_0} \text{ — гидрологический фактор.}$$

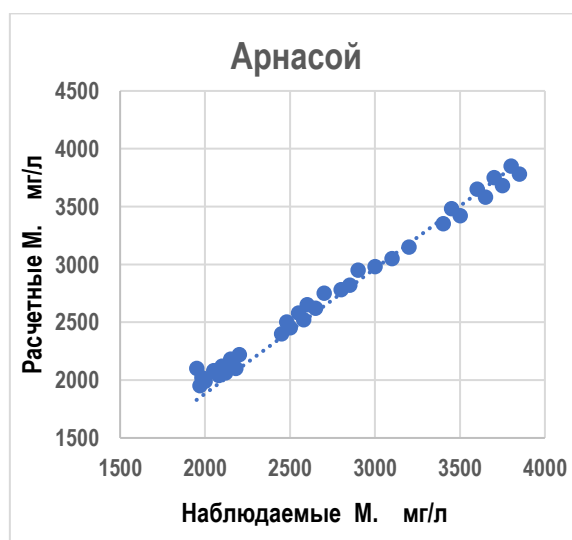
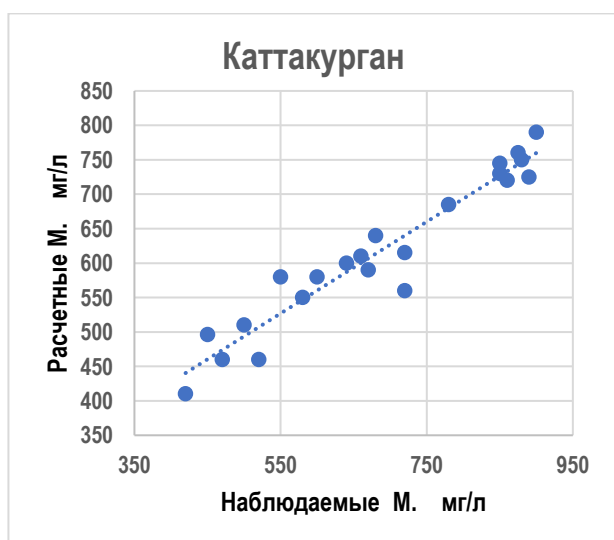
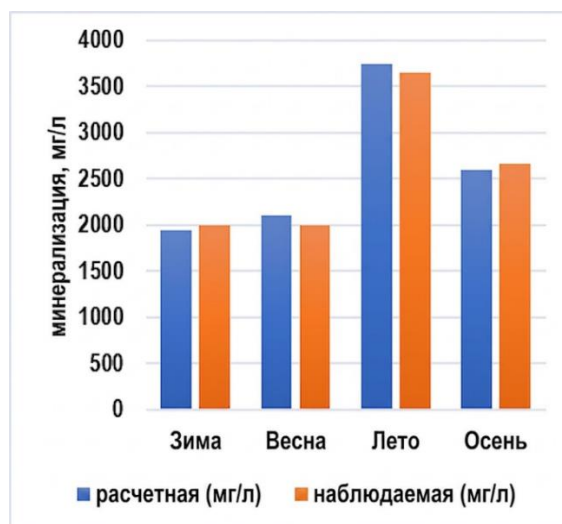
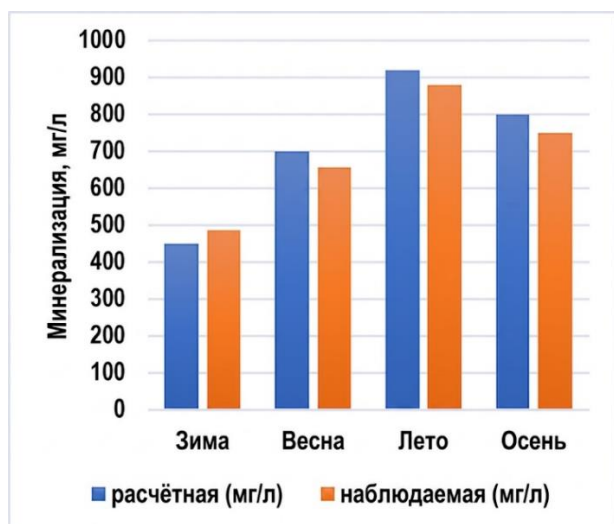


Рисунок 6. Сезонные изменения минерализации воды Каттакурганском и Арнасайском водохранилищах (расчетные и наблюдаемые данные)

Предложенный метод был использован для расчета сезонных изменений минерализации пластов-коллекторов с использованием компонентов водно-солевого баланса в процессе эксплуатации пластов, т. е. объемов входящей и выходящей водно-солевой жидкости. Сравнение расчетных значений минерализации пластов-коллекторов с данными, полученными в результате наблюдений в процессе эксплуатации пластов, показывает, что расчетный метод дает хорошие результаты, т. е. разница между данными, полученными на основе полевых исследований, и данными, полученными в результате расчетов, составляет 3-4%.

В четвёртой главе диссертации **«Влияние изменения гидрохимического режима водохранилищ на сооружения»**, оценено воздействие изменений химического состава вод, накопленных в чаше водохранилища, а также фильтрационных вод в теле плотины на гидротехнические сооружения.

Существует несколько видов агрессивности вод, фильтрующихся из акватории и плотины водохранилищ, среди которых особое внимание уделяется следующим 5 видам:

- Общекислотная агрессивность воды;
- Агрессивность воды по гидрокарбонатной щёлочности;
- Углекислотная агрессивность воды;
- Сульфатная агрессивность воды;
- Магнезиальная агрессивность воды

Общекислотная агрессивность воды проявляется при значении водородного показателя (рН) менее 6. Под действием общекислотной агрессивности усиливается растворение карбоната кальция в составе бетона. Вода считается общекислотной агрессивной в случаях, когда водородный показатель $\text{pH} < 5$.

• **Агрессивность воды по гидрокарбонатной щёлочности** возникает в случаях, когда содержание гидрокарбонат-ионов в воде превышает 0,4–1,5 мг-экв/л. При этом происходит растворение карбоната кальция в бетоне, и он начинает вымываться из состава бетона в виде гидроксида кальция. Вымывание гидроксида кальция происходит более интенсивно в присутствии хлорида магния. В этом случае хлорид магния вступает в реакцию с гидроксидом кальция, образуя хорошо растворимый в воде хлорид кальция.

Сульфатная агрессивность воды возникает в случаях, когда содержание сульфатов в воде превышает 250 мг/л. В результате присутствия большого количества сульфат-ионов в составе воды они проникают в бетон и образуют кристаллогидрат сульфата кальция. Вследствие этого бетон начинает разбухать и разрушаться.

Магнезиальная агрессивность воды возникает при содержании ионов магния в воде более 750 мг/л. Этот показатель может изменяться в большую или меньшую сторону в зависимости от марки используемого цемента.

В рамках исследования был определен химический состав вод, накапливаемых в акватории и фильтрующихся через тело плотины исследуемых Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ.

Для оценки агрессивности воды в акватории Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ по отношению к бетонным сооружениям за основу были взяты средние значения многолетних наблюдений (за последние 10 лет).

Таблица 1.

Определение агрессивности воды акватории Каттакурганского водохранилища по отношению к бетонным сооружениям верхнего бьефа плотины

Наименование данных	Результаты лабораторных анализов	Напорное сооружение		Результаты определения агрессивности по отношению к бетонным сооружениям
		Обычный и сульфатостойкий портланд цемент	Обычный и сульфатостойкий пуццолановый и шлаковый портланд цемент	
Тип сооружения	напорное			
Высота сооружения, м	Более 2,5			
K_f , м/сут	$0,1 < K_f < 10$			
Ca^{2+} , мг/л	40			
pH	8,3	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	Общая кислотная агрессивность воды отсутствует
HCO_3^- , мг-экв/л	0,96	$0,4 < 0,96 < 1,5$	нерегулируемый	Вода обладает умеренной гидрокарбонатной агрессивностью. Рекомендуется принять защитные меры для бетонных труб или сооружений.
Углекислота CO_2 , мг/л	неопределенный			Углекислотная агрессивность воды отсутствует.
Хлорид, Cl^- , г/л	80	$80 < 100$	$80 < 100$	Хлоридная агрессивность отсутствует. Риск коррозии арматуры очень низкий.
Сульфат, SO_4^{2-} , мг/л	422	$422 > 250$	$422 > 250$	Обладает сульфатной агрессивностью для сооружений из обычного цемента.
Mg^{2+} , мг/л	60	$60 < 750$	$60 < 750$	Магнезиальная агрессивность воды отсутствует.
Заключение: По качеству воды в чаше Каттакурганского водохранилища она является сульфатно-агрессивной по отношению к бетонным сооружениям из обычного цемента.				

Таблица 2 .

**Определение агрессивного воздействия фильтрационных вод,
просачивающихся через тело плотины Каттакурганского
водохранилища, на бетонные сооружения и пьезометры, расположенные
в плотине.**

Наименование данных	Лаборатория анализы результаты	Ббезнапорное сооружение		Результаты определения агрессивности по отношению к бетонным сооружениям
		Обычный и сульфат остойкий портланд цемент	Обычный и сульфат остойкий пуццолановый и шлаковый портланд цемент	
Тип сооружения	без давления			
Высота сооружения, м	Более 2,5			
K_f , м/сут	$0,1 < K_f < 10$			
Ca^{2+} , мг/л	560			
pH	от 6,2 до 8,1	5.2	5.5	Вода общий кислый агрессивность нет
HCO_3^- , мг-экв/л	от 0,72 до 6.1	0,4	нерегулируемый	Пьезометр 16 расположен точно в цель утечка воды щелочной агрессивность есть
Углекислота CO_2 , мг/л	неопределенный			Вода углерод кислый агрессивность нет
Хлорид, Cl^- , г/л	От 40 до 320	320<1000	400<100<320	Металл конструкции коррозию встретиться ускорять
Сульфат, SO_4^{2-} , мг/л	от 147,8 до 385,8	3858>250	385>250	Простой цементированный здания и металл конструкции для сульфатированный к агрессии имеет
Mg^{2+} , мг/л	648	648<1000	648<750	Вода магнезия агрессивность есть это не
Вывод: Фильтрационная вода, просачивающаяся через тело плотины Каттакурганского водохранилища, по своему качественному составу является сульфатно-агрессивной по отношению к сооружениям из обычного цементного бетона и ускоряет коррозию пьезометров, установленных в плотине				

Данные, использованные для оценки агрессивного воздействия воды на плотину и сооружения верхнего бьефа Арнасайского водохранилища, то есть средние значения показателей качества воды, ежегодно накапливаемой в акватории водохранилища, отражены в таблице 3.

Таблица 3.

**Результаты определения агрессивного воздействия
фильтрационных вод, просачивающихся через тело плотины
Арнасайского водохранилища, на нижний бьеф.**

Наименование данных	Результаты лабораторного анализа	Безнапорное сооружение		Результаты определения агрессивности по отношению к бетонным сооружениям
		Обычный и сульфат остойкий портланд цемент	Обычный и сульфатостойкий пуццолановый и шлаковый портланд цемент	
Тип сооружения	без давления			
Высота сооружения, м	Более 2,5			
K_f , м/сут	$0,1 < K_f < 10$			
Ca^{2+} , мг/л	2.25			
pH	8 , 33	6,5-8,5	6,5-8,5	Не агрессивный (Щелочная среда не вызывает коррозии бетона)
HCO_3^- , мг-экв/л	8,4	$1,5 < 7,02$ mg·ekv/l	нерегулируемый	Вода, вытекающая из плотины водохранилища, не является щелочной и агрессивной.
Углекислота CO_2 , мг/л	неопределен ный			Отсутствие агрессивного воздействия угольной кислоты на медь.
Хлорид, Cl^- , г/л	13,12	$13,12 < 100$	$13,12 < 100$	Не агрессивный (Металлические конструкции) (отсутствует риск коррозии)
Сульфат, SO_4^{2-} , мг/л	380,3	$380,3 > 350$	$380,3 > 350$	Сульфатные добавки оказывают агрессивное воздействие на обычные цементные и металлические конструкции.
Mg^{2+} , мг/л	56	$56 < 750$	$56 < 750$	Магнезиальная агрессивность воды отсутствует.
Вывод: Качество фильтрационной воды, просачивающейся из плотины водохранилища Арнасай, считается сульфатоагрессивным по сравнению с обычными цементобетонными конструкциями, а содержащиеся в воде сульфатные и хлоридные соли ускоряют коррозию пьезометров, установленных в теле плотины.				

ВЫВОДЫ

На основе исследований, проведенных по диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему **«Оценка воздействия изменений гидрохимического режима водохранилищ на сооружения (на примере Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ)»**, сформулированы следующие выводы:

1. Результаты инструментальных наблюдений на плотине Каттакурганского водохранилища показали, что многолетнее поддержание высоких уровней воды привело к повышению уровня воды в пьезометрах, расположенных в верхней части плотины, на 1–3 метра выше проектных значений. Данное обстоятельство может оказывать негативное влияние на обеспечение устойчивости плотины.

2. Сезонное изменение минерализации в водохранилищах происходит под влиянием их природных и технических особенностей, в частности зависит от водообмена, испарения и концентрации ионов. Сезонное колебание минерализации составило 500–900 мг/л в Каттакурганском водохранилище и 2000–3800 мг/л в Арнасайском водохранилище.

3. Содержание растворенных солей и образующих их ионов в фильтрационных водах плотины и акватории превышает показатели воды в чаше Каттакурганского водохранилища почти в 1–2 раза, а в Арнасайском водохранилище — в 1,0–2,5 раза. Эти показатели изменились от 0,35 г/л до 1,4 г/л на Каттакурганском водохранилище и от 2,020 г/л до 4,950 г/л на Арнасайском водохранилище.

4. Усовершенствован метод определения сезонных изменений минерализации водохранилищ с учетом гидрологических процессов и составляющих водно-солевого баланса, что позволило прогнозировать величину минерализации воды в водохранилищах.

5. Сравнение расчетных величин предлагаемого метода определения минерализации с данными наблюдений при эксплуатации водохранилищ показало высокую точность расчетного метода: расхождение между натурными данными и результатами расчетов составляет всего 4–5%.

6. Дана оценка общекислотной, выщелачивающей (гидрокарбонатной), углекислой, сульфатной и магниальной агрессивности вод, накапливающихся в чаше и просачивающихся через тело плотины исследуемых Каттакурганского и Арнасайского водохранилищ по отношению к сооружениям верхнего бьефа и тела плотины. Установлено, что вода в акватории Каттакурганского водохранилища является сульфатно-агрессивной по отношению к сооружениям из обычного цемента, а в Арнасайском водохранилище наблюдается сульфатная и щелочная агрессивность.

7. Обоснована необходимость точного соблюдения режимов работы водохранилищ для предотвращения агрессивности и снижения ее негативного воздействия на химический состав воды с учетом сезонности регулирования стока и цикличности периодов (осенний, весенний, летний и зимний).

**THE SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES 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**

YAKHSHIEV SHOHZOD SHERALIEVICH

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF CHANGES IN THE
HYDROCHEMICAL REGIME OF RESERVOIRS ON STRUCTURES (ON
THE EXAMPLE OF KATTAKURGAN AND ARNASAY RESERVOIRS)**

05.09.07 – Hydraulics and engineering hydrology

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOKTOR PHILOSOPHY (PhD) IN
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent-2026

The theme of the doctoral dissertation (PhD) in technical science was registered with the Higher Attestation Commission under the Academy of Science of the Republic of Uzbekistan under the number B2026.1. PhD/T6591.

The dissertation has been prepared at “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National Research University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (www.tiame.uz), and on the website of “ZiyoNet” Information-educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Gapparov Furkat Akhmatovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Eshev Sobir Samatovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Rakhmatov Norkobul
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Leading organization:

Tashkent University of Architecture and Civil Engineering

The dissertation defense will be “_____” _____ 2026 at ____ hours at the meeting of the Scientific council DSc. 03/30.12.2019. T.10.02 at the “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National Research University. (Address: Kary-Niyaziy str., 39, 100000 Tashkent. Tel.: (+99871) 237-46-68, fax: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz)

The dissertation is available at the Information-resource center of the “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National Research University (registration number №____). Address: Kary-Niyaziy str., 39, 100000 Tashkent. Tel.: (+99871) 237-46-68, fax: (+99871) 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz)

The abstract of the dissertation has been sent out “_____” _____ 2026.

(Register of the mailing protocol №____ from “_____” _____ 2026).

M.Kh. Khamidov

Chairman of Scientific Council awarding scientific degrees, doctor of agricultural sciences, professor

A.A. Yangiev

Scientific secretar of Scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

A.M.Arifjanov

Chairman of the Scientific Seminar under the Scientific Council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (Abstract of doctor of philosophy (PhD) dissertation)

The aim of the study is to assess the impact of changes in the hydrochemical regime (general acid, alkaline, sulfate, and magnesium aggressiveness) of reservoirs on hydraulic structures.

The object of the research is the hydrochemical regime of the Kattakurgan Reservoir in the Samarkand region and the Arnasay Reservoir in the Jizzakh region, as well as the variations in seepage water through the dams..

The scientific novelty of the research is as follows:

revealed the changes in the chemical composition of water in the reservoir basin, taking into account the seasonality of flow regulation and the periodicity of operational phases (spring, summer, autumn, and winter);

assessed the variations in water levels in piezometers installed on the dam and the chemical composition of seepage water, accounting for changes in the hydrological regime of the reservoir;

improved the method for determining seasonal variations in water salinity in reservoir basins, incorporating the components of the water-salt balance;

substantiated the aggressiveness of changes in reservoir water quality toward hydraulic structures across various types of aggressiveness (general acid, bicarbonate, carbonic, sulfate, and magnesium).

Implementation of research results. Based on the results of the study "Assessment of the impact of changes in the hydrochemical regime of reservoirs on hydraulic structures (on the example of Kattakurgan and Arnasay reservoirs)" the following recommendations were developed:

"Determination of parameters influencing the hydrochemical regime of reservoirs and development of a calculation program" was introduced (Reference No. 04/20–610 of the Ministry of Water Resources, Feb 10, 2026). As a result, assessing seasonal hydrochemical variations was enabled;

a method for determining seasonal variations in reservoir salinity based on water-salt balance components was implemented at the Kattakurgan (Zarafshan Main System) and Arnasay (South Mirzachul Main Canal) reservoirs (Reference No. 04/20–610, Feb 10, 2026). As a result, precise salinity assessment was achieved;

a method for evaluating changes in the technical condition of structures under water aggressiveness was implemented at the Kattakurgan Reservoir (Reference No. 04/20–610, Feb 10, 2026). As a result, preventing emergency situations and enhancing operational reliability were accomplished.

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

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

I bo'lim (I част; I part)

1. Gapparov F., Yakhshiev S., Gafforova M., Ochildiyev F. Suv ombori ish rejimining to'g'on mustahkamligiga ta'siri. Irrigatsiya va melioratsiya jurnali. №1(43).2026. ISSN 2181-1369. (05.00.00; №22).

2. Gapparov F.A., Haydarov A.R., Yaxshiyev Sh., G'afforova M.F. O'zbekistonda suv omborlarining o'rni va ahamiyati. Me'morchilik va qurilish muammolari jurnali. 2024 y. Maxsus son. 48 – 50 b. (05.00.00; №14).

3. 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 (Chemical Abstract №8), (ResearchGate №44).

4. Yaxshiyev Sh., Haydarov A.R. Application of Bentonite as an Anti-Filtration Material in Hydraulic Engineering: A Case Study of the Tudakul Reservoir. AMERICAN Journal of Engineering, Mechanics and Architecture Volume 3, Issue 1, 2025 ISSN (E): 2993-2637 (Compendex; №34).

5. Gapparov F., Yakhshiev Sh., Khaydarov A., Nortaev Sh., Apakhodjaeva T., Filtration flow gradients in dam bodies: case study of tudakul reservoir. AIP Conf. Proc. 3256, 020056 (2025) <https://doi.org/10.1063/5.0267150>

6. Gapparov F., Gafforova M., Yakhshiev Sh. Studies of water flow adjustment in mountain small river basins. AIP Conf. Proc. 3256, 020053 (2025) <https://doi.org/10.1063/5.0267149>

7. Gapparov F., Uzbekov U., Khaydarov A., Gafforova M., Yakhshiev Sh. Assessment of aggressiveness of some indicators of chemical yelements on reservoir water quality. AIP Conference Proceedings 3286, 040007 (2025) <https://doi.org/10.1063/5.0280078>.

II bo'lim (II част; II part)

8. Gapparov F.A., Yaxshiyev Sh. Kattaqo'rg'on suv omboridagi filtratsiya jarayonining inshootlarga ta'sirini baholash. Международный научный журнал № 41 (100), часть 1 «Новости образования: Исследование в XXI веке» Yanvar, 2026

9. Gapparov F. A., Haydarov A. R., Yaxshiyev Sh. Sh., Gafforova M. F. Анализ показывает некоторые химические изменения, происходящие при потреблении воды. // “O'zbekiston–2030” strategiyasida belgilangan suv resurslarini tejash va atrof muhitni muhofaza qilish mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Samarkand : SamDAQU nashri, 2024. URL: <https://interpretationandresearches.uz/index.php/iar/article/view/2542>.

10. Gapparov F., Abduraimova D., Khaydarov A., Atakulov D., Gafforova M., Yaxshiev Sh. 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>.

11. Gapparov F.A., Yaxshiyev Sh. Kattaqo'rg'on suv ombori yuzasidan bo'layotgan bug'lanishni oylik hisobiy kattaligini aniqlashtirish. "Models and methods for increasing the efficiency of innovative research" jurnal №22 son. 2024 yil 29-35-bet.

12. Gapparov F., Xaydarov A., Yaxshiyev Sh., Gaffarova M., Shipilova K. Проблемы исследований и потенциал исследований в Узбекистане и в контексте зоарстании водокраниличности и икс вяз с морфометрией. Agrobiotexnologiya va veterinariya tibbiyoti xalqaro jurnali. 2023. 2-jild, 9-son, 3-8-betlar. ISSN: 2181-3450.

13. Haydarov A., Xoshimov S., Yaxshiyev Sh. Влияние изменений климата и режима водоснабжения. Agrobiotexnologiya va veterinariya tibbiyoti xalqaro jurnali. 2023. 2-jild, 23-son. 114–118-betlar. ISSN: 2181-3450.

14. Yaxshiev Sh., G'afforova M. Change of chemical regime in Tudakul reservoir. Agrobiotexnologiya va veterinaria tibbiyoti ilmiy jurnali Volume:02 Issue: 09|2023 ISSN: 2181-3450.

15. Ruziev I., L. Samiev, D. Mustafojeva, Sh Yakhshiev, Sh. Nortaev. Geographic Information System for changing the level of soil salinity in Jizzakh province, Uzbekistan. E3S Web of Conferences371, 01013 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101013>

16. 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.

Avtoreferat «O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi» Agrar-iqtisodiy, ilmiy-ommabop jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlari o‘zaro muvofiqlashtirildi (27.08.2026 yil).



Bosishga ruxsat etildi: 14.09.2026-yil.
Bichimi 60x84^{1/16}, “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2.8. Adadi: 100. Buyurtma: № 126.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reyestr № 219951
“PUBLISHING HIGH FUTURE” OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.