

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
PhD.04/30.04.2021.T.111.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI**

**TOJIBOYEV SUHROBXON JA'FAR O'G'LI**

**GIDROTEXNIK INSHOOTLAR ZATVORLARIDAN O'TAYOTGAN SUV  
HISOBINI RAQAMLASHTIRISH**

**05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi**

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

**Qarshi – 2023**

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

**Оглавление автореферата доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

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

**Tojiboyev Suhrobxon Ja’far o‘g‘li**

Gidrotexnik inshootlar zatvorlaridan o‘tayotgan suv hisobini  
raqamlashtirish.....

3

**Тожибоев Сухробхон Жаъфар угли**

Цифровизация учёта воды, проходящей через затворы гидротехнических  
сооружений.....

21

**Tojiboev Suhrobkhon Ja’far ugli**

Digitization of accounting for water passing through the gates of hydraulic  
structures.....

41

**E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ

List of published works.....

45

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.04/30.04.2021.T.111.04 RAQAMLI  
ILMIY KENGASH**

---

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI**

**TOJIBOYEV SUHROBXON JA'FAR O'G'LI**

**GIDROTEXNIK INSHOOTLAR ZATVORLARIDAN O'TAYOTGAN SUV  
HISOBINI RAQAMLASHTIRISH**

**05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi**

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

**Qarshi – 2023**

**Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2021.1.PhD/T2161 raqam bilan ro‘yxatga olingan.**

Dissertatsiya Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutida bajarilgan. Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) va «Ziyonet» axborot-ta’lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Arifjanov Aybek Muxamedjanovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Sadiyev Umidjon Abdusamadovich**  
texnika fanlari falsafa doktori, dotsent

**Fayziyev Xomitxon**  
texnika fanlari doktori, professor

**Yetakchi tashkilot:**

**Namangan muhandislik - qurilish instituti**

Dissertatsiya himoyasi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.04/30.04.2021.T.111.04 raqamli ilmiy kengashning 2023-yil «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ soat \_\_\_\_ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 180100, Qarshi sh., Mustaqillik ko‘chasi, 225-uy. Tel: (+99875)-221-09-23, e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)).

Dissertatsiya bilan Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (\_\_\_\_ raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 180100, Qarshi sh., Mustaqillik shoh ko‘chasi, 225-uy. Tel: (+99875)-221-09-23.

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2023 yil «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_\_\_ raqamli reyestr bayonnomasi).

**S.S.Eshev**

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

**A.N.Xazratov**

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

**R.Xo‘jaqulov**

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

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati.** Jahonda soʻnggi vaqtlarda suv va energiya resurslaridan samarali foydalanish maqsadida ularning miqdorini nazorat qilish va sohani raqamlashtirishda zamonaviy texnik vositalarni yaratish hamda takomillashtirishga alohida eʼtibor qaratilmoqda. Alohida sugʻorish tarmoqlarida suv sathi va sarfini oʻlchashda texnologik jarayonlarga qoʻyiladigan talablarga javob beruvchi raqamli datchiklarni yaratish muhim muammolardan biri hisoblanadi. Shu jihatdan sugʻorish tarmoqlarida va gidrouzollarda suv sathi va sarfini nazorat qilish va oʻlchash uchun koʻp funksiyali innovatsion qurilmalar ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda gidrotexnik inshootlarni boshqarishni raqamlashtirish va nazorat qilishda texnik vositalarning tannarxini pasaytirish, ularning texnik xarakteristikalarini yaxshilash, suv va energiya resurslarini tejoychi samarali tizimlarni ishlab chiqish boʻyicha qator ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada sugʻorish tarmoqlarida suv sathi va sarfini oʻlchashda sezgirligi va aniqligi yuqori, suv va energiya resurslar tejamkorligini taʼminlovchi takomillashtirilgan raqamli nazorat qilish va oʻlchash tizimlarini yaratish zarurati mavjuddir. Respublikamizda suv xoʻjalik obyektlaridagi texnologik jarayonlarni raqamlashtirish uchun takomillashtirilgan raqamli qurilmalar tizimlarini yaratishga katta eʼtibor qaratilmoqda. Bugungi ilmiy tadqiqotlar rivojidan maʼlumki, yuqorida bayon etilgan muammolarni hal qilishda ilgʻor innovatsion texnologiyalardan keng foydalanish dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Respublikamizda amalga oshirilayotgan islohotlar zamirida suv resurslaridan samarali foydalanish, suv olish jarayonida gidrotexnik inshootlar, gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar, kanallar suv miqdorini aniq hisobini yuritishda zamonaviy datchiklardan foydalanishning texnologiyalarini takomillashtirish boʻyicha keng qamrovli tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan «Suv resurslarini boshqarish tizimini tubdan isloh qilish va suvni iqtisod qilish boʻyicha alohida davlat dasturini amalga oshirish»<sup>1</sup> vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, xususan, suv xoʻjaligi inshootlarini loyihalash, barpo etish va ulardan unumli foydalanishda gidrotexnik inshootlardagi gidropostlarda suv sarfini hisoblashning tezkor aniqlash usullarini ishlab chiqishda gidravlika qonuniyatlarini tadqiq etish, inshootlarda suv sarfini hisoblashda innovatsion texnologiyalarni joriy qilish orqali suv miqdorini aniq baholash texnologiyalarini takomillashtirishga yoʻnaltirilgan ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PF-6024-son Farmoni “Oʻzbekiston Respublikasi suv xoʻjaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga moʻljallangan konsepsiyasi”da “suv xoʻjaligi obyektlarini (ichimlik va oqova suv tizimidan tashqari) modernizatsiya qilish va rivojlantirish, yirik suv

---

<sup>1</sup> Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida”gi farmoni

xo‘jaligi obyektlarini boshqarishni raqamli texnologiyalar asosida avtomatlashtirish, elektr energiyasi va boshqa resurslarni tejaydigan zamonaviy texnologiyalarni keng joriy qilish” vazifalari belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni amalga oshirish, jumladan, mavjud suv resurslaridan samarali foydalanish, sug‘orish tarmoqlarida iste’mol qilinayotgan elektr energiyasini kamaytirish, suv sarfining haqiqiy iste’mol miqdorini aniqlash uchun keng miqyosda avtomatik boshqarish va nazorat tizimlarini joriy etish, suv sathi va sarfi kabi kattaliklarni nazorat qilish va o‘lchashning innovatsion qurilmalari bilan gidrotexnika inshootlarini jihozlash, raqamli informatsion – o‘lchash tizimlarini joriy etishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti ma’lum darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. «Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof muhit muhofazasi» ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Gidrotexnik inshootlardagi gidravlik jarayonlar, inshootlarda suv miqdorini monitoringi, o‘lchash va boshqarish muammolari bilan N.YE.Jukovskiy, A.D.Altshul, C.O.Silva, P.K.Swamee, N.Rajaratnam, E.Kubrak, J.S.Montes, G.Belaud, A.Yoosefdoost, J.Mohammed, M.Z.Gankin, I.F.Borodin, R.J.Baratov, E.J.Maxmudov, M.R.Bakiyev, A.M.Arifjanov, X.Fayziyev, V.Ya.Bochkaryev, M.F.Natalchuk, A.M.Fatxullayev, R.Xo‘jaqulov va boshqalar shug‘ullanishgan va ijobiy natijalarga erishilgan.

Gidrotexnik inshootlarni boshqarishni avtomatlashtirish, suv sarfini baholashda innovatsion texnologiyalarni qo‘llash va raqamlashtirishda turli nazorat qilish va boshqarish tizimlaridan foydalanish borasida J. Tel, A.L. Clemmens, J.Vanden-Broeck, J.S.Montes, J.F.Dulhoste, P.L.Daniel, D.B.Kraatz, A.M.Binnie, B.Suntaranont, R.C.Baker, M.Cushing, H.Eren, B.G.Liptak, G.Mahtabi, P.C.Erbisti, A.B.Andreychikov, V.Antonov, Z.Ahmad, Riaz Waqas, D.V.Gaskarov, A.I.Karyakin, A.U.Djalilov, S.S.Lopatin, A.YE.Urazev, V.X.Yasoveyev, S.F.Amirov, X.Z.Igamberdiyev, N.R.Yusupbekov, R.T.Gaziyeva va boshqalar o‘zlarining muhim hissalarini qo‘shishgan.

Gidrotexnik inshootlarda suvning miqdori, sarfi, sathi va boshqa gidravlik elementlarini o‘lchash, uzatish hamda boshqarishni raqamlashtirishda innovatsion qurilmalardan foydalanish, ekspluatatsiya sharoitida oqim harakati bilan bog‘liq omillarning nazorat va boshqaruv tizimlari parametrlariga ta’siri kabi masalalar yetarli darajada o‘rganilmagan.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot rejalari bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining №7-sonli “Raqamli texnologiyalar asosida innovatsion faoliyatni rivojlantirish, qishloq xo‘jaligi suv ta’minotida tejamkorlikga erishishni optimal loyihalashtirish, Raqamli texnologiyalar asosida gidrotexnika inshootlarining texnologik jaryonlarni boshqarish” (2021-2023), 598587-EPP-1-2018-EL-EPPKA2-CBHE-JP-ENV2 “ITEM” Matematikani innovatsion usulda o‘qitish loyihasi (2018-2022), “609564-EPP-1-2019-1-ELEPPKA2-CBHE-JP” (MechaUz) Innovatsion g‘oyalar va

raqamli texnologiyalar yordamida O‘zbekistonda bakalavr darajasini olish uchun mexatronika va robototexnikani modernizatsiya qilish loyihasi (2019-2023) mavzularidagi loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** gidrotexnik inshootlar zatvorlari ostidan o‘tayotgan suv hisobini ko‘p funksiyali innovatsion qurilma (IMDMWCP innovative multifunctional device for measuring water calculation parameters)dan foydalanib raqamlashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

gidrotexnik inshootlarda suv sathi va sarfini nazorat qilish va o‘lchash usullari, texnik vositalar hamda o‘lchash qurilmalariga doir tadqiqotlarning tahlili;

kanallardagi gidrotexnik inshootlar yuqori va pastki byeflarida suv sathining hamda gidrotexnik zatvorlarga ta’sir etuvchi kuchlarning o‘zgarish qonuniyatlarini inobatga olib gidrotexnik zatvorlarni boshqarish va nazorat qilish tizimlarini ishlab chiqish;

tabiiy-dala sharoitida suv sathi va sarfini nazorat qilish va o‘lchashda ko‘p funksiyali intellektual datchigining xarakteristikalarini tadqiq etish va gidrotexnik inshootlar zatvorlaridagi suv hisobining gidravlik modelini takomillashtirish;

gidrotexnik inshootlar zatvorlaridagi suv sathi va sarfi nazoratini raqamlashtirish tizimining strukturaviy sxemasi, algoritmi hamda dasturiy vositasini ishlab chiqish.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida Qarshi magistral kanali irrigatsiya tizimlari boshqarmasiga qarashli Qarshi gidrouzeli olingan.

**Tadqiqotning predmetini** gidrotexnik inshootlar zatvori ostidan o‘tayotgan oqim harakatining gidravlik jarayonlari tashkil etadi.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida matematik modellashtirish, gidravlika va gidrologiyada umum qabul qilingan uslublardan hamda algoritmlash, gidromexanikaning qonunlari asosida gidrotexnik inshootlarda suv hisobini amalga oshirish, dala tajribalari natijalariga ishlov berish, matematik statistika va sinalgan sonli usullardan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

gidrotexnik inshootlardagi zatvorlarning harakat mexanizmini inobatga olib, suv hisobini raqamlashtirishda ko‘p funksiyali innovatsion qurilma (IMDMWCP) dan foydalanish taklif etilgan;

kanallardagi gidrotexnik inshootlar zatvorlariga ta’sir etuvchi kuchlarining o‘zgarishini inobatga olib gidrotexnik zatvorlarni boshqarish va nazorat qilish tizimlarini avtomatlashtirish usuli takomillashtirilgan;

kanallardagi inshootlarda vertikal harakatlanadigan zatvorlarning boshqarish mexanizmlari kinematikasi va byeflarni tutashtirish qonuniyatlarini inobatga olib suv sarfni nazorat qilishning gidravlik modeli ishlab chiqilgan;

gidrotexnik inshootlar zatvorlarida suv sathi va sarfi nazoratini raqamlashtirish tizimining strukturaviy sxemasi, algoritmi hamda dasturiy vositasi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

gidrotexnik inshootlardagi vertikal harakatlanadigan zatvorlarda oqim sathining o'zgaruvchanligini inobatga olib suv hisobini amalga oshirish usuli ishlab chiqilgan;

gidrotexnik inshootalar zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchashning ko'p funksiyali innovatsion "aqlli" qurilma konstruksiyasi, inshootlarda suvni boshqarishning strukturaviy sxemasi ishlab chiqilgan;

inshootlarda suv miqdorini nazorat qilish va o'lchashni avtomatlashtirish usuli takomillashtirilgan;

gidrotexnik inshootlar zatvorlaridan o'tayotgan suv miqdorini baholashning raqamlashtirilgan texnologik tizimi tavsiya etilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchliligi ishlab chiqilgan usullarning gidromexanika qonunlariga mosligi, nazariy va amaliy tadqiqotlarning o'zaro adekvatligi, suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchash qurilmasi yordamida eksperimental olingan natijalar solishtirganligida yaqinligi va uning amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati gidrotexnik inshootlardagi zatvorlarning harakat mexanizmini inobatga olib suv hisobini raqamlashtirishda ko'p funksiyali innovatsion qurilma (IMDMWCP) dan foydalanishning asoslanganligi, kanallardagi gidrotexnik inshootlar zatvorlariga ta'sir etuvchi bosim kuchlarining o'zgarishini inobatga olib gidrotexnik zatvorlarni boshqarish va nazorat qilish tizimlari avtomatlashtirish usulining takomillashtirilganligi, inshootlarda vertikal harakatlanadigan zatvorlarni boshqarish mexanizmlarining kinematikasini va b'eflarni tutashtirish qonuniyatlarini inobatga olib, suv sarfini nazorat qilishning gidravlik modeli ishlab chiqilganligi, gidrotexnik inshootlar zatvorlarida suv sathi va sarfi nazoratini raqamlashtirish tizimining strukturaviy sxemasi, algoritmi hamda dasturiy vositasi ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati vertikal harakatlanadigan gidrotexnik zatvorlarni boshqarish uchun ko'p funksiyali innovatsion datchiklardan foydalanish tavsiya etilganligi, gidrotexnik inshootlarda suv miqdorining monitoringini amalga oshirishda elektr energiya iste'molini ikki baravargacha kamaytirishga erishilganligi, gidrotexnik inshootalar zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchashning ko'p funksiyali innovatsion "aqlli" qurilma konstruksiyasi va suvni boshqarishning strukturaviy sxemasi ishlab chiqilganligi, inshootlarda suv miqdorini nazorat qilish va o'lchashni avtomatlashtirish usuli takomillashtirilganligi hisobiga yuqori aniqlikka erishilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Gidrotexnik inshootlar zatvorlaridan o'tayotgan suv hisobini raqamlashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

kanallardagi inshootlarda vertikal harakatlanadigan zatvorlar boshqarish mexanizmlarining kinematikasi va byeflarni tutashtirish qonuniyatlarini inobatga olib suv sarfini nazorat qilishning gidravlik hisoblash usuli Qashqadaryo viloyati Qarshi magistral kanali irrigatsiya tizimi boshqarmasiga qarashli Qarshi gidrouzelida amaliyotga joriy etilgan (Suv xo'jaligi vazirligining 2023-yil 25-fevral

03/26-629-sonli ma'lumotnomasi). Natijada gidrotexnik inshootlardan o'tayotgan suv miqdorini aniq hisoblash imkoniyati yaratilgan;

gidrotexnik zatvorlarni boshqarish uchun ko'p funksiyali innovatsion qurilma Qashqadaryo viloyati Qarshi magistral kanali irrigatsiya tizimi boshqarmasiga qarashli Pistali kanalida amaliyotga joriy etilgan (Suv xo'jaligi vazirligining 2023-yil 25-fevral 03/26-629-sonli ma'lumotnomasi). Natijada suv miqdorini tizimli boshqarish hisobiga ekinlarni vegetatsiya davrida sug'orishda 1 gektar yer uchun 92 m<sup>3</sup> gacha suv miqdori tejalishiga erishilgan;

gidrotexnik inshootlarda suv sarfini nazorat qilish va o'lchash tizimining avtomatlashtirilgan usuli Qashqadaryo viloyatidagi Oqsuv irrigatsiya tizimi boshqarmasiga qarashli Oqsuv gidrouzelida amaliyotga joriy etilgan. (Suv xo'jaligi vazirligining 2023-yil 25-fevral 03/26-629-son ma'lumotnomasi). Natijada mavjud nazorat va o'lchash tizimlariga nisbatan elektr energiyasi iste'molini ikki baravargacha kamaytirish va suv sarfini o'lchash diapazonlarini kengaytirishga imkon yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari xalqaro, respublika va institut miqyosidagi anjumanlarida muhokama qilingan va ma'qullangan, jumladan 3 ta xalqaro va 7 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 20 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan, Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, jumladan, 4 ta respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda nashr qilingan, 2 ta maqola Scopus bazasidagi, jurnal va anjuman materiallarida chop etilgan. O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligidan 2 ta EHM dasturlari uchun guvohnomalar olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 112 betni tashkil etgan.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati, tadqiqot maqsadi va vazifalari, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari hamda obyekt va predmetlari asoslanib, O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyatlari ochib berilib, tadqiqot natijalarini joriy qilinganligi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Gidrotexnik inshoot zatvorlari ostidan o'tayotgan suv hisobini raqamlashtirishga doir tadqiqotlar tahlili**" deb nomlangan birinchi bobida gidrotexnik inshootlarda suv sathi va sarfini o'lchash usullari, gidrotexnik inshootlarning gidravlik parametrlarini suv sarfi va sathining o'lchash ishlariga

ta'sirini asoslash va suv hisobini raqamlashtirishga doir tadqiqot usullari tahlil qilingan.

Bugungi kunda dolzarb masala bo'lib qolayotgan suvni hisobga olish, barcha irrigatsion tarmoqlar, shu jumladan magistral, xo'jaliklararo va xo'jalik ichidagi sug'orish kanallarini ma'lum turdagi suv o'lchash inshootlari bilan jihozlashni amalga oshirish ishlari holati bo'yicha ma'lumotlar tahlil etilgan.

Gidrotexnik inshootlar zatvorlaridan o'tayotgan suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchash tizimi mavjud texnik vositalarning o'lchash aniqligi va sezgirligi pastligi, texnik xarakteristikalarining adaptiv rostdash funksiyasiga ega emasligi, zamonaviy aloqa tizimlariga ulanish imkoniyati mavjud emasligi hamda mavjud suv o'lchash moslamalari texnologik jarayonlarining talablariga javob bermasligi aniqlangan.

Tahlillar shuni ko'rsatmoqdaki, gidrotexnik inshootlarda suv sathini o'lchashda gidravlik jarayonlar to'la inobatga olinmasdan avtomatlashtirilgan va raqamlashtirilgan holatlarini ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Hozirgi kunda respublikamiz hududida foydalanilyotgan Smart water qurilmasi ham faqatgina gidrotexnik inshootlardagi gidropostlarda suv sathini o'lchash vazifalarini bajarish bilan kifoyalangan. Inshoot oldidagi suv sathini boshqarish va darvozani ochilishi yoki pastki byeflardagi suv sathlari, darvozani ko'tarishdagi jarayonlar inobatga olinmagan.

Tahlillar natijasida ma'lum bo'ldiki, gidrotexnik inshootlarda suv hisobini yuritishda inshootlar oldidagi suv sathi, darvozaga ta'sir etuvchi gidrostatik va gidrodinamik kuchlar, pastki byefdagi suv sathini, darvozani ko'tarishdagi energetik holatlarni hisobga olgan holda "zamonaviy innovatsion qurilma"larning yagona majmua holida ishlab chiqish zarurligini ko'rsatmoqda.

Gidrotexnik inshootlar zatvorlaridagi suv sathi va sarfini nazoratini raqamlashtirish oqimning gidravlik parametrlarini o'zgarishini inobatga olib hisoblash usullarini takomillashtirish yangi yondashuv va tadqiqotlarni talab etmoqda. Yuqoridagi tahlillar asosida ishning maqsad va vazifalari belgilab olingan.

Dissertatsiya ishining **"Suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchashni modellashtirish"** deb nomlangan ikkinchi bobida kanallardagi gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv miqdorini va suv sathini nazorat qilish va o'lchash usullari, zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini monitoringini inshootdagi gidravlik jarayonlarni baholashda zatvor ostidan suvning erkin o'tishi, to'g'ri to'rtburchakli zatvor ostidan ko'milgan holda o'tishi, vertikal harakatlanadigan gidrotexnik zatvorning iste'mol quvvati, suv sathi va sarfini intellektual datchiklardan foydalanib nazorat qilish va o'lchash tizimi, iste'mol quvvati va intellektual datchikning birlamchi o'zgartirgichi statik va dinamik xarakteristikalari keltirilgan. Kanallarda suv sathi va sarfini o'lchash hamda nazorat qilishda elektromexanik sistemalarga ta'sir qiluvchi omillar, shuningdek suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchash uchun energiya tejamkor texnik vositalarni ishlab chiqish, o'lchash aniqligini oshirish kabi holatlarini inobatga olib amalga oshirilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Gidrotexnik inshootlarda o'rnatilgan zatvorlarda o'tayotgan suv miqdorini baholashda gidrotexnik zatvorga ta'sir etayotgan bosim kuchining ta'siri, qanday konstruksiyaga ega bo'lgan zatvor suv sathini hamda sarfini o'lchashda va nazorat qilishda qulay bo'lishi sharoitlari baholangan.

Ma'lumki, suv taqsimlash va yetkazib berish kanallari juda ko'p tarmoqqa ega bo'lib, ularda o'rnatilgan gidrotexnik inshootlarda gidravlik jarayonlar ancha murakkab. Shuning uchun bunday kanallarda suv resurslari isrofini kamaytirish, aniq monitoringini olib borish esa yangi innovatsion nazorat qilish va o'lchash tizimini, intellektual qurilmalarni joriy etishni taqozo etmoqda. Bunday adaptiv intellektual datchiklar bevosita gidrotexnik inshootga o'rnatiladi. Odatda respublikamiz sug'orish tizimlarimizda ochiq suv taqsimlash kanallarida suv sathini o'lchash va rostlash maqsadida to'g'ri to'rtburchak shaklidagi vertikal harakatlanadigan gidrotexnik zatvorlar keng qo'llaniladi.

Vertikal gidrotexnik zatvorlardan o'tayotgan suv miqdorini baholash uchun zamonaviy raqamlashtirilgan tizimlardan foydalanishda oqim gidravlikasi bilan bog'langan holda amalga oshirish lozim bo'ladi. Zatvorlar harakatini tizimli boshqarishda ularning harakat kinematikasini baholash lozim bo'ladi. Zatvorlarning ochilib yopilishi hisobiga gidrotexnik inshootlarda suv sarfi boshqariladi. Suv tomonidan yassi zatvorlarga ta'sir etuvchi bosim kuchi statsionar holatda suv sathiga va zatvor konstruksiyasiga bog'liq. Zatvorni harakatga keltirilganda bosim kuchini aniqlash zatvorning ochilishiga bog'liq bo'ladi. Ayni damda zatvorning ochilishi va uning harakat trayektoriyasi zatvordan o'tayotgan suv miqdorini belgilashga asos bo'ladi.

Gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini baholashda ikki xil holat, ya'ni zatvor ostidan suvning erkin o'tishi va ko'milgan holatda o'tishi alohida ahamiyatga ega.

Yuqorida bayon etilganlarni inobatga olib gidrotexnik inshootlarda o'rnatilgan zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini baholashni raqamlashtirish quyidagi gidravlik model bo'yicha amalga oshiriladi.

To'g'ri to'rtburchakli zatvor ostidan suvning erkin o'tishida suv oqimining miqdoriga pastki byefdagi oqim sathi ta'sir qilmasa, oqib chiqish erkin hisoblanadi (1-rasm).

Zatvor ostidan suv erkin o'tayotgan holatda suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - \varepsilon a)} \quad (1)$$

bu yerda:  $Q$  - suv sarfi;  $H_0 = H + \frac{\alpha g_0^2}{2g}$  - to'la napor;  $H$  - geometrik napor;

$a$  - zatvorning ochilish balandligi;  $b$  - zatvor eni;  $g_0$  - zatvor oldidagi oqim tezligi;  $\varepsilon$  - siqilish koeffitsiyenti;  $\mu$  - sarf koeffitsiyenti;  $g$  - erkin tushish tezlanishi;

Bu jarayonda oqim va inshootning parametrlari ma'lum bo'lganida asosiy muammo sarf koeffitsiyentini aniqlash bo'lib qoladi. Zatvor ostidan suvning ko'milgan holda o'tganda suv sarfini aniqlash erkin o'tishga nisbatan ancha murakkablashadi, ya'ni ko'proq parametrlarga bog'liq bo'ladi. To'g'ri

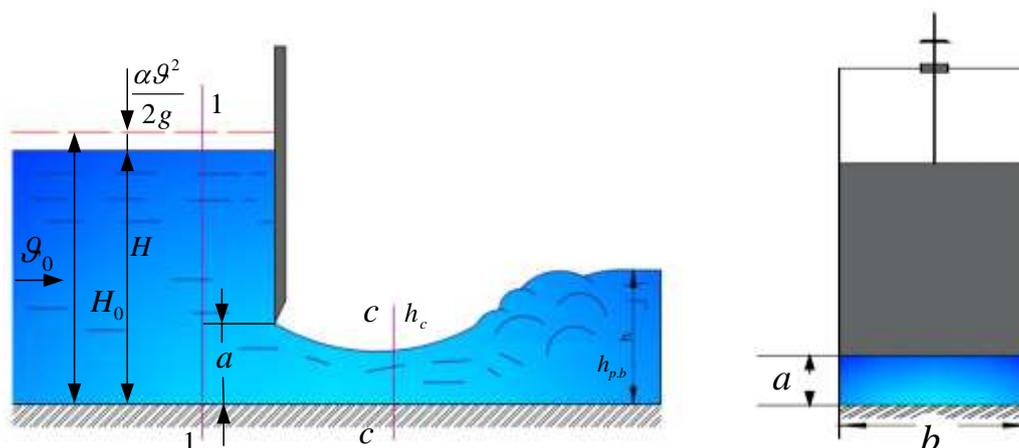
to'rtburchakli zatvor ostidan o'tayotgan suvning ko'milganlik holati ikki turga bo'linadi: to'liq ko'milgan va to'liq ko'milmagan.

To'liq ko'milgan holat uchun zatvor ostidan o'tayotgan suv sarfi quyidagicha aniqlangan:

$$Q = \mu ab\sqrt{2gZ_0} \quad (2)$$

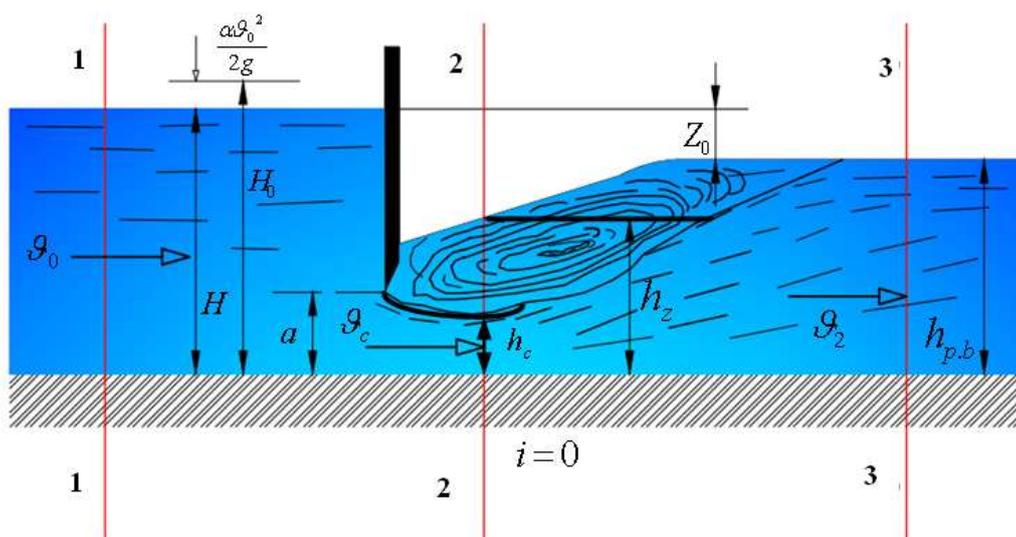
bu yerda:  $Z_0$  - byeflardagi sathlar farqi;

Bu holatda ham oqim sarfini aniq baholash uchun sarf koeffitsiyentini aniqlash talab etiladi.



**1-rasm To'g'ri burchakli zatvor ostidan suvning erkin o'tishi**

To'g'ri to'rtburchakli zatvor ostidan suvning to'liq ko'milmagan (2-rasm) holatda o'tganda suv sarfini aniqlash gidravlikada qabul qilingan usullardan foydalanib amalga oshirilgan.



**2-rasm. To'g'ri burchakli zatvor ostidan suvning to'liq ko'milmagan holda o'tishi**

Zatvor ostidan o'tayotgan sarfni aniqlash uchun (2-rasm) 1-1 va 2-2 kesimlar uchun D.Bernulli tenglamasini yozib quyidagi ifoda keltirilgan:

$$Q = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (3)$$

Keltirilgan ifodadan to'liq foydalanishda ma'lum murakkabliklar mavjud bo'lib, bu pastki byefdagi  $h_z$  - ni aniqlash bilan bog'liq.

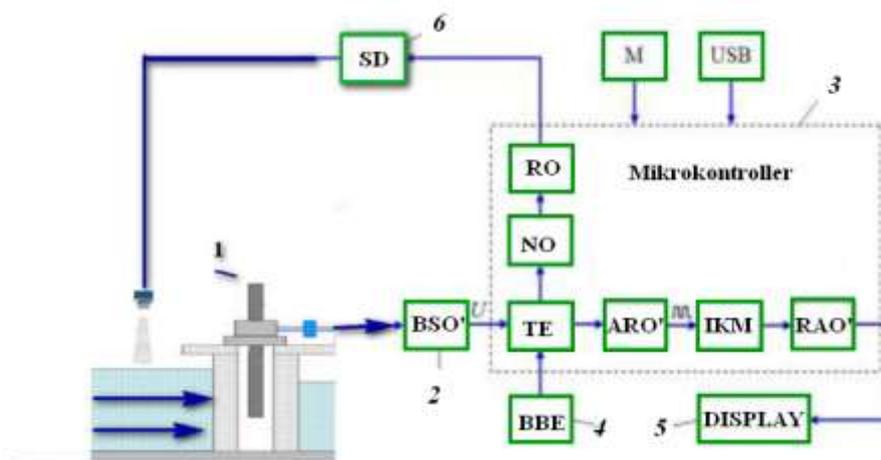
Byeflarni tutashtirish nazariyasiga asoslanib 2-2- va 3-3 kesimlar uchun harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teoremani qo'llab  $h_z$  ni aniqlash uchun quyidagi analitik ifoda keltirilgan.

$$h_z = \left[ \frac{1}{2} A + \sqrt{\frac{1}{4} A^2 - A \frac{H_0}{h_p} + 1} \right] h_p. \quad (4)$$

bu yerda:  $A = 4\varphi^2 \left( 1 - \frac{\varepsilon a}{h_p} \right) \frac{\varepsilon a}{h_p}$ ;  $h_p$  - pastki b'ef suv sathi;  $\varphi$  - tezlik koeffitsiyenti.

Yuqorida bayon etilgan gidravlik model asosida shuni xulosa qilish mumkin, gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv miqdorining monitoringini raqamlashirish asosida amalga oshirish uchun tavsiya etilgan formulalardan sarf koeffitsiyentini tajribada baholash lozim bo'ladi.

Gidrotexnik inshootlardan o'tayotgan suv miqdori monitoringini raqamli texnologiyalar asosida amalga oshirishda jarayonni belgilovchi asosiy o'zgaruvchan omillar sifatida inshootning yuqori va pastki byefidagi suv sathining qiymati va darvoza ochilishi balandligi qabul qilingan. Shu parametrlar miqdorining o'zgarishini aniqlashni raqamlashtirish asosida innovatsion ultratovushli va induksion qurilmalarni o'rnatish sxemasi va ishlash tamoyili ishlab chiqilgan (3-rasm). Gidrotexnik inshoot zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchashning boshqarish tizimi strukturaviy sxemasi ishlab chiqilgan.



**3-rasm. Gidrotexnik inshoot zatvorlari ostidan o'tayotgan suv miqdorini boshqarish tizimining strukturaviy sxemasi:**

1- vertikal harakatlanadigan yassi zatvor; 2- zatvor ochilishi balandligini qayd qiluvchi moslama; 3-nazorat qurilmasi; 4-boshqaruv elementi; 5- natijalarni qayd qiluvchi ekran, 6-sath datchigi.

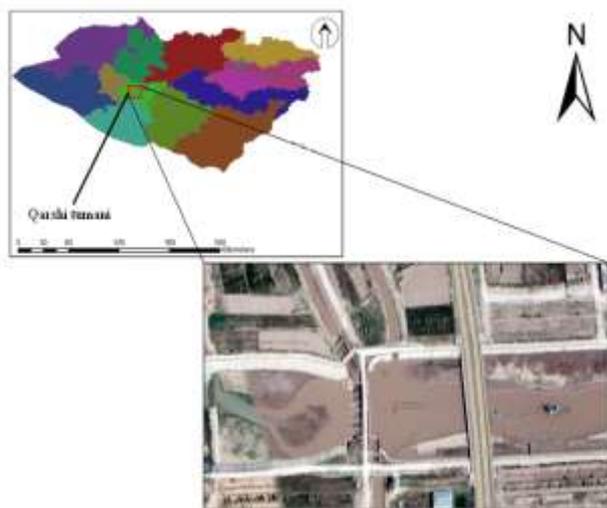
Gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o‘tayotgan suv sarfini aniqlashni raqamlashtirish uchun yuqorida keltirilgan gidravlik model va innovatsion texnologiyalarga asoslangan suv miqdorini boshqarish tizimining strukturaviy sxemasini qo‘llagan holda amalga oshirish tavsiya etilgan.

Dissertasiya ishining **“Gidrotexnik inshootlarda suv resurslari monitoringini amalga oshirishda tabiiy dala sharoitidagi tadqiqotlar”** deb nomlangan uchinchi bobida gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o‘tayotgan suv sarfini tabiiy dala sharoitida tadqiqot obyektida olib borilgan izlanishlar natijalari keltirilgan.

Tadqiqotlar tabiiy dala sharoitida Qarshi gidrouzelidagi Pistali kanaliga suv oluvchi inshootida olib borilgan. Qarshi gidrouzeli Qashqadaryo viloyati Qarshi shahridan 6 km shimoli-sharqiy tomonda Qashqadaryo daryosida joylashgan bo‘lib, 1960-1965 yillarda qurilib ishga tushirilgan (4-rasm). Gidrouzel 3-toifali muhim ahamiyatga ega obyekt hisoblanadi. Gidrouzelning suv o‘tkazish qobiliyati 550 m<sup>3</sup>/sek. Qarshi gidrouzeli “O‘ng qirg‘oq”, “Chap qirg‘oq”, “Pistali” va “Qarshi tarmoq” kanallarini bir meyorda suv bilan ta‘minlaydi (5-rasm). Ushbu kanallar Qarshi tumani, Qarshi shahri va Koson tumanidagi jami 52 ming gektar maydondagi qishloq xo‘jaligi ekinlarini va aholi tomorqalarini suv bilan ta‘minlaydi.

Pistali kanaliga suv taqsimlovchi inshootining suv o‘tkazish qobiliyati 15 m<sup>3</sup>/sek. Suv taqsimlovchi inshootda ikkita 3,2x2,5 m o‘lchamdagi yassi zatvorlar o‘rnatilgan. Bu zatvorlarni ko‘targich mexanizmlari elektrlashtirilgan bo‘lib, elektr dvigatellar yordamida ko‘tarib tushiriladi.

Tabiiy dala sharoitida 2020-2023 yillar davomida tadqiqotlar olib borildi (6-rasm). Tadqiqotlarda zatvorlarning har xil ochilish balandliklarida suv sarfi an‘anaviy usulda va tavsiya etilgan innovatsion qurilmalarda o‘lchandi.



**4-rasm. Qarshi gidrouzelining sun‘iy yo‘ldoshdan ko‘rinishi**



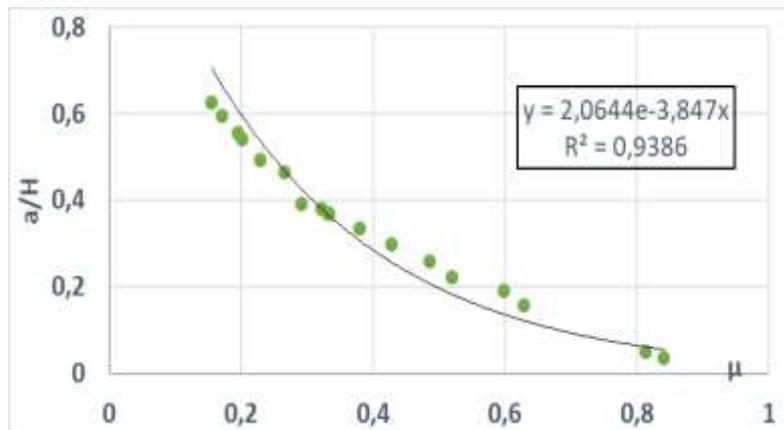
**5-rasm. Qarshi gidrouzelining umumiy ko‘rinishi**



**6-rasm. Qarshi gidrouzeli Pistali kanalida suv sathini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar**

Tadqiqot yillari davomida to'plangan ma'lumotlar matematik statistika usullari asosida tahlil etildi (6-rasm). Olib borilgan tadqiqotlar bo'yicha gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan o'tayotgan suv sarfini hisoblashda sarf koeffitsiyentini aniqlash uchun yangi bog'lanish tavsiya etildi (korrelyasiya koeffitsiyenti  $r^2 = 0.93$  ni tashkil etdi):

$$\mu = 2,06 \exp \left\{ -3.84 \left( 1 - \frac{a}{H} \right) \left( 1 - \frac{h_p}{H} \right) \right\} \quad (5)$$

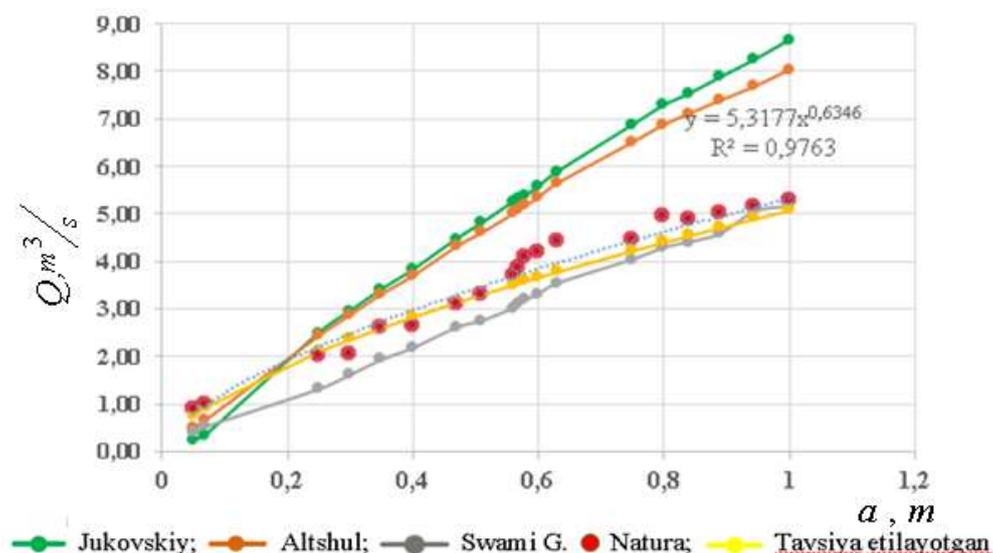


**7-rasm. Dala tadqiqoti natijalarining statistik tahlili**

Yuqorida keltirilgan (3) formuladan foydalanib suv sarfini aniqlash uchun quyidagi bog'lanish tavsiya etilgan:

$$Q = 2,06 \exp \left\{ -3.84 \left( 1 - \frac{a}{H} \right) \left( 1 - \frac{h_p}{H} \right) \right\} \cdot a \cdot b \sqrt{2g \cdot H_0} \quad (6)$$

Tavsiya etilgan suv sarfini hisoblash formulasining ishonchligini baholash uchun boshqa mualliflarning formulalari bilan qiyosiy baholangan va solishtirish natijalari grafikda keltirilgan (8-rasm). Solishtirish natijalari tavsiya etilgan formula bo'yicha hisoblangan qiymatlar o'lchangan qiymatlarga mos kelishini ko'rsatgan va suv hisobini yuritishda foydalanish mumkinligi asoslangan.



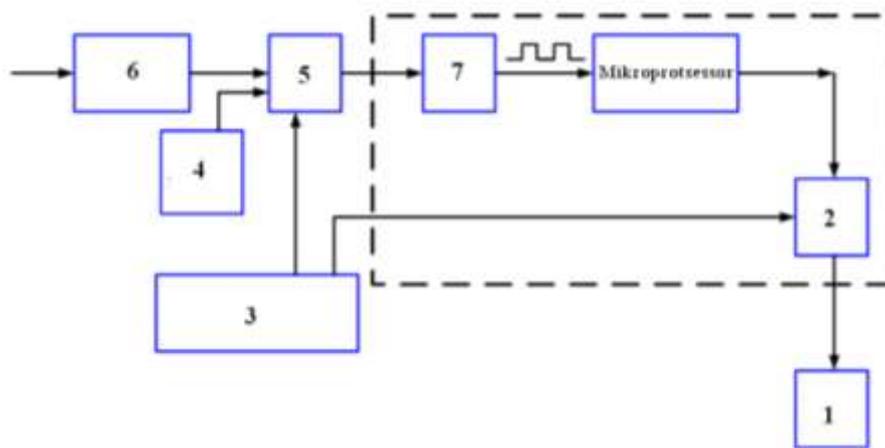
**8-rasm. Zatvor ko‘tarilishining sarfga bog‘liqlik grafigi**

Natijada gidrotexnik inshootlarda b‘eflarni tutashtirish nazariyasiga va tabiiy dala tadqiqotlari asosida zatvorlar ostidan o‘tayotgan suv sarfini aniqlash uchun hisoblash formulasi tavsiya etilgan va olingan natijalar gidrotexnik inshootlarda suv miqdorining monitoringini amalga oshirishni raqamlashtirishda asosiy omil sifatida foydalanilgan va suv miqdorini yuqori aniqlikda va tezkor hisoblash imkoniyati yaratilgan.

Dissertasiyaning “**Gidrotexnik inshootlarda suv miqdorini nazorat qilish usullari, algoritmlari va raqamlashtirishning texnik vositalari**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida gidrotexnik inshoot zatvorlaridan o‘tayotgan suv hisobini o‘lchovchi ko‘p funksiyali innovatsion qurilmadan foydalanib jarayonni raqamlashtirish usullari, texnik vositalari va ishlash prinsipi bayon etilgan. Suv hisobini o‘lchovchi ko‘p funksiyali innovatsion qurilmalarning analog–raqamli o‘zgartirgichlarining (ARO‘) aniqligiga ta’sir qiluvchi omillar, suv sarfi va sathini boshqarish algoritmi, boshqarishda elektr yuritmalarning yuklanishini va nazorat qilish va boshqarishda raqamli texnik vositalarini suv hisobini gidravlik modeliga bog‘liqliklari keltirilgan.

Hozirgi kunda zamonaviy axborot o‘lchash texnikasining asosiy elementlari bu analog-raqamli va raqamli-analog o‘zgartirgichlar (RAO‘) hisoblanadi. Chunki ishlab chiqilgan zamonaviy ko‘p funksiyali innovatsion qurilmaning asosiy metrologik xarakteristikalari (o‘lchash xatoligi, ruxsat etilgan qiymati, ishonchliligi, dinamik xatoligi va h.k.) shu elementlarning texnik ko‘rsatkichlari bilan aniqlanadi.

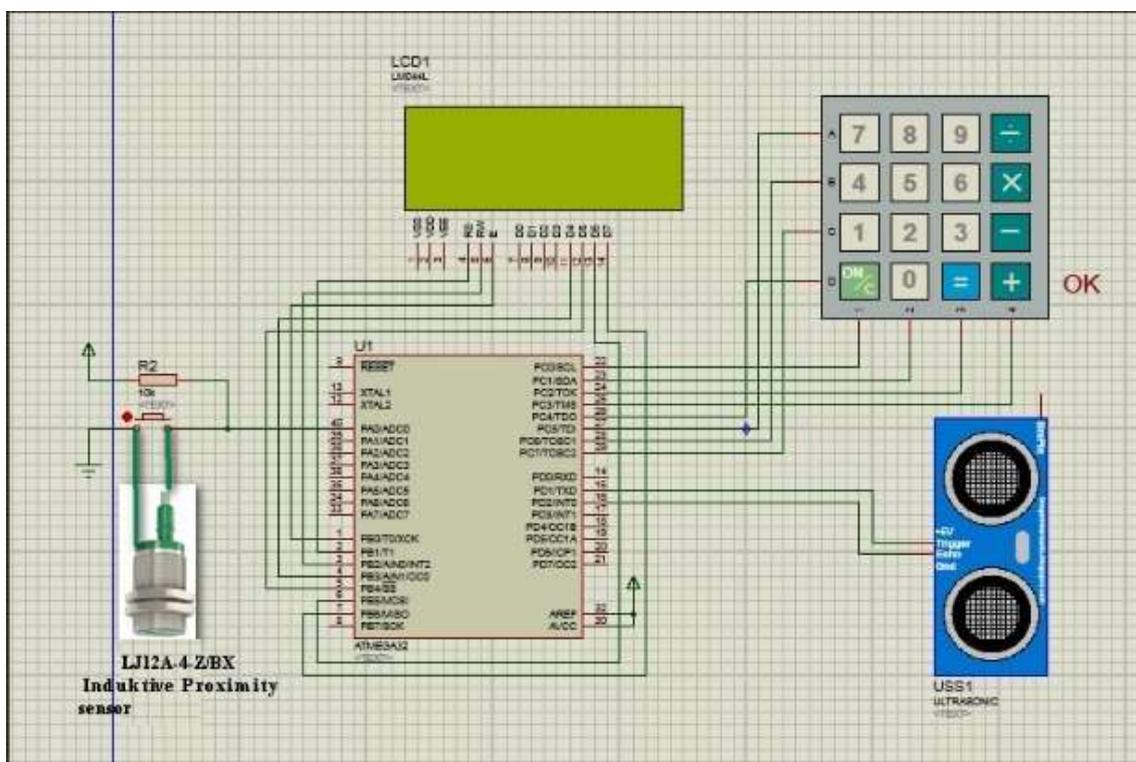
Hozirgi kunda raqamli texnika vositalarining deyarli barcha qismi ichki kuchlanish manbai 5 V dan foydalanadi. Bu kuchlanish odatda tayanch kuchlanish deb ataladi va turg‘un bo‘lishi shart. Aks holda manba kuchlanishi amplitudasining tebranishi qo‘shimcha xatolikni yuzaga keltiradi. Tavsiya etilgan qurilma Atmega 32 mikrokontrolleri asosida qurilgan bo‘lib, ichki tayanch kuchlanishi 5 V dan iborat. Quyidagi 9-rasmda Atmega 32 asosida tuzilgan platformasining umumiy ko‘rinishi keltirilgan.



**9-rasm. Suv sathi va sarfini qurilma platformasida raqamli signalga o‘zgartirishning sxemasi:**

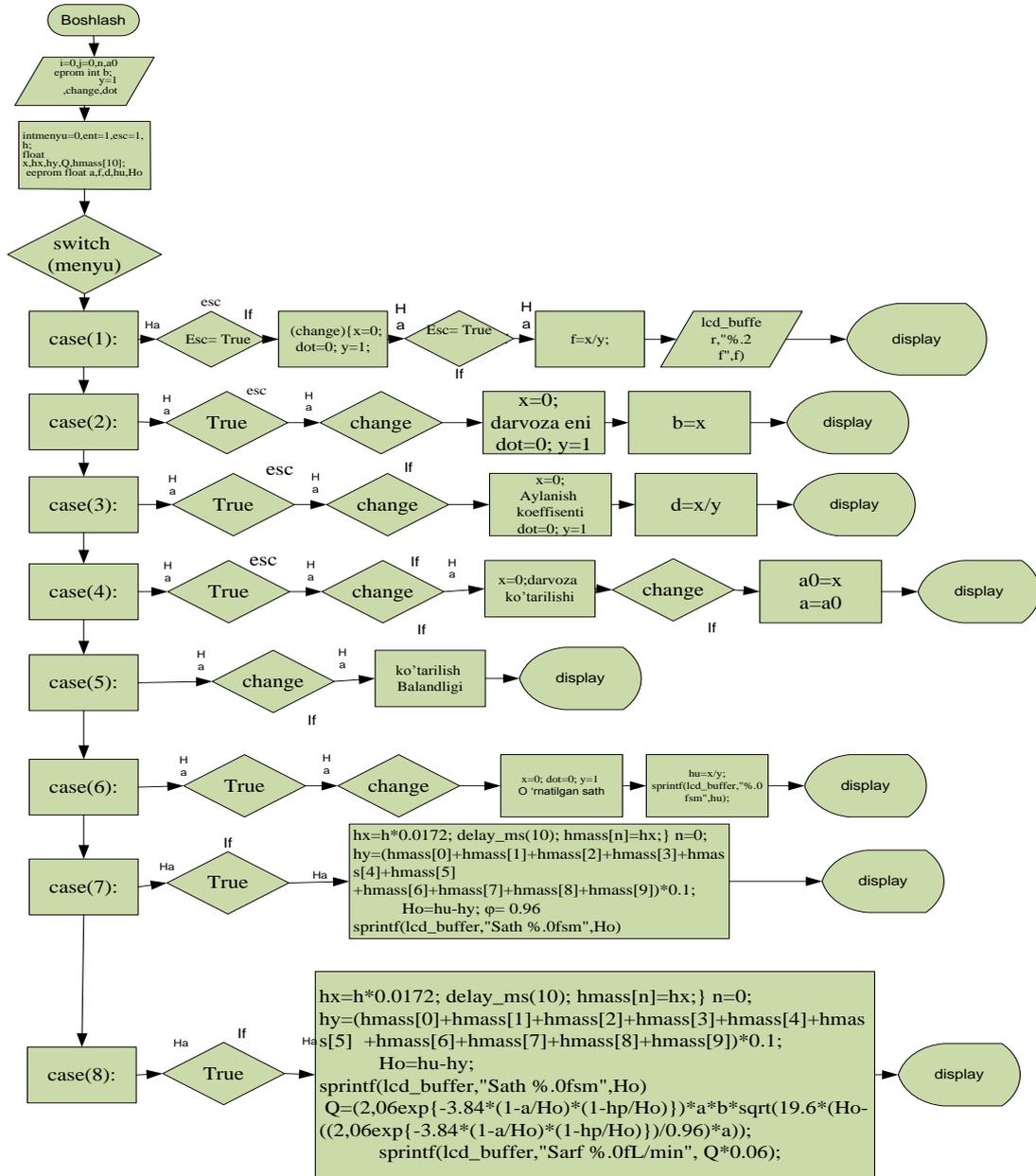
*1-unifikatsiyalangan signal; 2-raqamli analog o‘zgartgich; 3-elekr manbai;4- sath datchigi; 5- signal kuchaytirgich; 6- aylanishlarni qayd qilish datchigi; 7- analog raqamli o‘zgartgich.*

Qurilmaning strukturaviy sxemasidan ma’lumki, gidrotexnik zatvor kardanining aylanishlarini qayd qiluvchi datchigi orqali kuchlanishga va o‘zgartkichining elektr qarshiligiga, so‘ngra esa analog kuchlanishga o‘zgartiriladi. Qurilma platformasida analog signal 10 bitli raqamli signalga va 0÷1023 sonli kodga o‘zgartiriladi.



**10-rasm. Gidrotexnik inshoot zatvorlaridan o‘tayotgan suv hisobini o‘lchovchi ko‘p funksiyali innovatsion qurilmasining prinsipial sxemasi**

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida gidrotexnik inshoot zatvorlaridan o'tayotgan suv hisobini o'lchovchi ko'p funksiyali innovatsion qurilmaning strukturaviy sxemasi ishlab chiqilgan (10-rasm).



11-rasm. Zatvor ostidan o'tayotgan suv sarfini hisoblash algoritmining blok sxemasi

Gidrotexnik inshootlarda suv sarfini avtomatik nazorat qilishda zatvorlar harakatini boshqarishda zatvorga ta'sir etuvchi bosim kuchi hisobini aniqlash lozim bo'ladi. Gidrotexnik inshootdagi zatvorning harakati davomida ta'sir etuvchi bosim kuchining miqdori o'zgaruvchan bo'ladi.

Harakat miqdorining o'zgarish haqidagi teoremadan foydalanib suvning bosim kuchini aniqlash uchun quyidagi ifoda keltirilgan:

$$P = \frac{1}{2} \gamma (H - \varepsilon \cdot a) [H + \varepsilon \cdot a (1 - 4\varphi^2 c)]; \quad (7)$$

bu yerda:  $P$  - zatvorga ta'sir etayotgan bosim kuchi;  $\gamma$  – suvning solishtirma og'irligi;

Vertikal harakatlanadigan yassi gidrotexnik zatvorning iste'mol quvvati esa quyidagicha aniqlangan:

$$N = k \sum F \vartheta \quad (8)$$

bu yerda:  $\sum F = G_{zatv} + f \cdot P$ ;  $G_{zatv}$  - zatvorning og'irligi;  $f$  - ishqalanish koeffitsiyenti;  $k$ - zahira koeffitsiyenti;  $\vartheta$  - zatvorning harakatlanish tezligi;

Yuqorida keltirilgan formulalar asosida zatvor harakati davomida sarflanadigan elektr quvvati baholangan.

Olib borilgan tadqiqotlar asosida jarayonning to'liq hisobini amalga oshirishni ta'minlaydigan algoritm yaratilgan va hisoblash dasturi ishlab chiqilgan (11-rasm). Ishlab chiqilgan EHM dasturiga Intellektual mulk agentligining guvohnomasi olingan (Guvohnoma №DGU 15884).

Gidrotexnik inshootlarga o'rnatilgan zatvorlarni boshqarish orqali ulardan o'tayotgan suv miqdorini tartibga solish mumkinligi asoslangan.

Suv miqdorini tartibga solishda raqamlashtirish va avtomatlashtirish uchun gidrotexnik inshoot zatvorlarining ish rejimini taklif qilingan gidravlik modellarini qurilma dasturi kodiga kiritish orqali tartibga solish tavsiya qilingan va suv sarfini avtomatik nazorat qilish va rostdash sxemasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining iqtisodiy samaradorligi baholangan. Tadqiqot natijalarining ijtimoiy samaradorligi gidrotexnik inshootlarda suv hisobini yuritishda energiya tejamkorlikka erishiladi va bu asosda yashil energetikani rivojlantirishga xizmat qiladi. Iste'molchilarga uzatiladigan suv miqdorini aniq va tezkor aniqlash orqali o'z vaqtida va kerakli miqdorda suv yetkazib berish imkoniyati yaratilgan.

Gidrotexnik inshootlarda suv sarfini aniqlashda kam ishchi kuchi, kam energiya sarflanishi, hamda jarayonni raqamlashtirishda ma'lumotlar aniqligining oshganligi, suv taqsimotining tezkor amalga oshirilganligi, tavsiya etilayotgan mahalliy innovatsion qurilma ishlab chiqilganligi hisobiga erishilgan.

Ishlab chiqilgan ko'p funksiyali innovatsion qurilma Qarshi gidrouzeli, Oqsuv gidrouzeli, Qamashi suv omboridagi gidrotexnik inshootlardagi zatvorlar ostidan chiqayotgan suv sarfini va sathini aniqlashda foydalanishga tavsiya etildi. Suv sarfini aniq va tezkor bajarilishi hisobiga iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

## XULOSALAR

**“Gidrotexnik inshootlar zatvorlaridan o'tayotgan suv hisobini raqamlashtirish”** mavzusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa fanlari doktori (PhD) dissertasiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Hidrotexnik inshootlarning boshqaruv, nazorat va o'lchash tizimlarini tahlil etish asosida inshootlarda suv taqsimlash inshootlarini avtonom manbadan elektr energiya bilan ta'minlanadigan kichik quvvatli, innovatsion, ishonchli nazorat va o'lchash tizimini ishlab chiqish zaruriyati asoslandi.

2. Hidrotexnik inshootlar zatvorlarida yuqori va pastki byeflarida suv sathi va sarfining vertikal harakatlanadigan yassi gidrotexnik zatvor ko'tarilishiga bog'liq ravishda aniqlash formulasi tavsiya etildi. Natijada innovatsion o'lchash qurilmasining o'lchash diapazonini kengaytirish va sodda konstruksiyaga ega o'lchash qurilmalarini ishlab chiqish, gidrotexnik inshoot zatvorlarining ish rejimlarini raqamlashtirish imkoniyati yaratildi.

3. Tabiiy dala sharoitida o'tkazilgan tadqiqotlar asosida gidrotexnik inshootlar zatvorlari ostidan o'tayotgan suv sarfini baholash usuli takomillashtirildi. Natijada suv hisobini yuqori aniqlikda tez baholash imkoniyati yaratildi.

4. Hidrotexnik inshootlar zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchash tizimining strukturaviy sxemasi ishlab chiqildi. Hidrotexnik inshootlar zatvorlarining gidravlik modeli, nazorat qilish va o'lchash algoritmi, yuqori aniqlik va sezgirlikka ega ko'p funksiyali innovatsion qurilmasining (IMDMWCP - innovative multifunctional device for measuring water calculation parameters) konstruksiyasi ishlab chiqilgan. Bu esa suv hisobini raqamlashtirish imkoniyati yaratildi.

5. Hidrotexnik inshootlar zatvorlarida suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchash uchun ishlab chiqilgan innovatsion qurilma C++ dasturida ishlaydigan dasturiy ta'minot bilan ta'minlangan va dastur uchun intellektual mulk agentligining guvohnomasi olingan.

Natijada vertikal harakatlanadigan zatvorlarda suv sathi va sarfini nazorat qilish va o'lchash uchun ishlab chiqilgan innovatsion tizimlar iste'mol qiladigan elektr quvvati mavjud tizimlar iste'mol qiladigan quvvatga nisbatan ikki baravar kamligiga erishildi.

6. Hidrotexnik inshootlar zatvorlaridan o'tayotgan suv hisobini raqamlashtirish uchun ishlab chiqilgan ko'p funksiyali innovatsion o'lchash qurilmasi qator xalqaro va respublika miqyosidagi yarmarkalarda namoyish etilib, yuqori baholandi va tegishli sertifikatlar olindi. Natijada suv xo'jaligi obyektlarini raqamlashtirish hisobiga suv va energiya resurslarini tejashga erishildi.

7. Tadqiqot ishining iqtisodiy samaradorligiga jarayonni raqamlashtirishda ma'lumotlarning aniqligi oshganligi, suv taqsimotining tezkor amalga oshirilganligi, hamda mahalliy innovatsion qurilma ishlab chiqilganligi hisobiga erishildi.

Ishlab chiqilgan ko'p funksiyali innovatsion qurilma Qarshi gidrouzeli, Oqsuv gidrouzeli, Qamashi suv omboridagi gidrotexnik inshootlardagi zatvorlari ostidan chiqayotgan suv sarfini va sathini aniqlashda foydalanishga tavsiya etildi. Suv sarfini aniq va tezkor bajarilishi hisobiga iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.04/30.04.2021.Т.111.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРШИНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ТОЖИБОВ СУХРОБХОН ЖАЪФАР УГЛИ**

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ УЧЁТА ВОДЫ, ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ЗАТВОРЫ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

**05.09.07- Гидравлика и инженерная гидрология**

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

**Карши– 2023**

**Тема диссертации доктора философии по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2021.1.PhD/T2161**

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) и на Информационном-образовательном портале «Ziynet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Арифжанов Айбек Мухамеджанович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Садиев Умиджон Абдусаматович**  
доктор философии по техническим наукам, доцент

**Файзиев Хомитхон**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**Наманганский инженерно-строительный институт**

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании научного совета PhD.04/30.04.2021.T.111.04 при Каршинском инженерно-экономическом институте (Адрес: 180100, г.Карши, пр. Мустакиллик, д. 225. Тел.: (+99875)-221-09-23; e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каршинского инженерно-экономического института (зарегистрировано № \_\_\_\_\_). Адрес: 180100, Карши, пр. Мустакиллик, 225. Тел (+99875) 221-09-23.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года.  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года).

**С.С.Эшев**

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

**А.Н.Хазратов**

Учёный секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.ф.т.н., доцент

**Р.Хужакулов**

Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии)

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В мире в последнее время в целях эффективного использования<sup>2</sup> водных и энергетических ресурсов, контроля их качества и цифровизации отрасли особое внимание уделяется созданию, а также совершенствованию современных технических средств. Создание цифровых датчиков, отвечающих требованиям технологических процессов измерения уровня и расхода воды в отдельных оросительных сетях является одним из важных проблем. В связи с этим большое значение имеет разработка многофункциональных инновационных устройств по контролю и измерению уровня и расхода воды в оросительных сетях и гидроузлах.

В мире проводятся ряд научно-исследовательских работ по снижению себестоимости технических средств, улучшению их технических характеристик, разработке эффективных систем по экономии водных и энергетических ресурсов при цифровизации управления и контроле гидротехнических сооружений. В этой связи возникает необходимость создания усовершенствованных цифровых контрольно-измерительных систем, обладающих высокой чувствительностью и точностью измерения уровня и расхода воды в оросительных сетях, обеспечивающих экономию водных и энергетических ресурсов. В нашей республике уделяется большое внимание созданию усовершенствованных систем цифровых устройств для цифровизации технологических процессов на водохозяйственных объектах. Из развития современных научных исследований известно, что широкое использование передовых инновационных технологий при решении вышеперечисленных проблем является одной из актуальных задач.

В рамках реформ, реализуемых в республике, принимаются широкомасштабные меры по эффективному использованию водных ресурсов, совершенствованию технологий использования современных датчиков для ведения точного учета количества воды в процессе забора через гидротехнических сооружений, затворов в гидротехнических сооружениях и в каналах. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы, в том числе, намечены задачи «коренного реформирования системы управления водными ресурсами и реализации отдельной государственной программы по водному хозяйству»<sup>1</sup>. При реализации этих задач, в частности, при проектировании, строительстве и эффективном использовании водохозяйственных сооружений, при разработке методов оперативного определения расхода воды в гидростаях гидротехнических сооружений, одной из важных задач является проведение научно – исследовательских работ, направленных на совершенствование технологий точной оценки

---

<sup>1</sup> Указу Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ НОВОГО УЗБЕКИСТАНА НА 2022 — 2026 ГОДЫ.

качества воды путем внедрения инновационных технологий расчета расхода воды в сооружениях.

В Указе Президента от 10 июля 2020 года № УП-6024 «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020 - 2030 годы» намечены задачи по “модернизацию и развитие объектов водного хозяйства (за исключением питьевой воды и системы сточных вод), автоматизацию управления крупными объектами водного хозяйства на основе цифровых технологий, широкое внедрение современных технологий, позволяющих экономить электроэнергию и другие ресурсы, широкое привлечение в сферу иностранных инвестиций, а также обеспечение целенаправленного и эффективного использования выделяемых средств”. Данное диссертационное исследование в определенной мере служит для осуществления этих задач, в том числе эффективному использованию существующих водных ресурсов, снижению потребления электроэнергии в ирригационных сетях, внедрению крупномасштабного автоматического управления и контроля систем в целях определения фактического водопотребления, оснащению гидротехнических сооружений инновационными приборами для контроля и измерения уровня и расхода воды, внедрению цифровых информационно-измерительных систем.

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

**Степень изученности проблемы.** Проблемами гидравлических процессов в гидротехнических сооружениях, мониторинга, измерения и управления количества воды в сооружениях занимались Н.Е.Жуковский, А.Д.Альтшуль, С.О.Silva, Р.К.Swamee, N.Rajaratnam, E.Kubrak, J.S.Montes, G.Belaud, A.Yoosefdoost, J.Mohammed, М.З.Ганкин, И.Ф.Бородин, Р.Ж.Баратов, Э.Дж.Махмудов, М.Р.Бакиев, А.М.Арифжанов, Х.Файзиев В.Я.Бочкарев, М.Ф.Наталчук, А.М.Фатхуллаев, Р.Хужакулов и другие и были достигнуты положительные результаты.

В области автоматизации управления гидротехническими работами, использовании инновационных технологий расчета водопотребления, применение различных систем контроля и управления при цифровизации внесли важный вклад J.Tel, A.L.Clemmens, J.Vanden-Broeck, J.S.Montes, J.F.Dulhoste, P.L.Daniel, D.B.Kraatz, A. M.Binnie, B.Suntaranont, R.C.Baker, M.Cushing, H.Eren, B.G.Liptak, G.Mahtabi, P.C.Erbisti, А.Б.Андрейчиков, В.Антонов, Z.Ahmad, Riaz Waqas, Д.В.Гаскаров, А.И.Карякин, А.У.Джалилов, С.С.Лопатин, А.Е.Уразев, В.Х.Ясовеев, С.Ф.Амиров, Х.З.Игамбердиев, Н.Р.Юсупбеков, Р.Т.Газиева и другие важный вклад внесли.

Такие вопросы, как применение инновационных устройств при цифровизации измерения, передачи и управления количества, расхода,

уровня и других гидравлических элементов в гидротехнических сооружениях, влияние факторов, связанных с движением потока, на параметры систем контроля и управления в условиях эксплуатации недостаточно изучены.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учебного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов и плана НИР Каршинского инженерно-экономического института по теме №7 «Развитие инновационной деятельности на основе цифровых технологий, оптимальное проектирование достижения экономии в водоснабжении сельского хозяйства», «Управление технологическими процессами гидротехнических сооружений на основе цифровых технологий» (2021-2023), 598587-EPP-1-2018-EL-EPPKA2-SBHE-JP-ENV2 «ИТЕМ» “Проект обучения математики инновационным способом” (2018-2022гг.), «609564-EPP-1-2019-1-ELEPPKA2-SBHE-JP» (MechaUz) “Проект модернизации робототехники и мехатроники для получения степени бакалавра в Узбекистане с помощью инновационных идей и цифровых технологий (2019-2023 гг.).

**Цель исследования** состоит в цифровизации расчета прохождения воды из – под затвора гидротехнических сооружений с помощью инновационного многофункционального устройства (IMDMWCP innovative multifunctional device for measuring water calculation parameters ).

**Задачи исследования:**

анализ исследований по методам контроля и измерения уровня и расхода воды, технических средств и измерительных приборов в гидротехнических сооружениях;

разработка систем управления и контроля гидротехнических затворов с учетом закономерностей изменения уровня воды и сил, воздействующих на гидротехнические затворы в верхнем и нижнем бьефах гидротехнических сооружений на каналах;

исследование характеристик многофункционального интеллектуального датчика контроля и измерения уровня и расхода воды в натурно - полевых условиях и совершенствование гидравлической модели учёта воды в затворах гидротехнических сооружений;

разработка структурной схемы, алгоритма, а также программного средства системы цифровизации контроля уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений.

**Объект исследования.** В качестве объекта исследования выбран Каршинский гидроузел принадлежащий управлению ирригационных систем Каршинского магистрального канала.

**Предмет исследования** составляют гидравлические процессы движения потока, проходящего из - под затвора гидротехнических сооружений.

**Методы исследования.** В процессе исследований использовались математическое моделирование, общепринятые методы гидравлики и

гидрологии, а также алгоритмы, расчет воды в гидротехнических сооружениях на основе законов гидромеханики, обработка результатов натурных экспериментов, математическая статистика и апробированные численные методы.

**Научная новизна исследований** заключается в следующем:

предлагается использовать многофункциональное инновационное устройство (IMDMWCP) при цифровизации расчёта воды с учетом механизма перемещения затворов гидротехнических сооружений;

усовершенствован метод автоматизации систем управления и контроля гидротехнических затворов с учетом изменения сил, воздействующих на затворы гидротехнических сооружений в каналах;

разработана гидравлическая модель регулирования расхода воды с учетом кинематики механизмов управления вертикально движущихся затворов в сооружениях каналов и закономерностей сопряжения бьефов;

разработаны структурная схема, алгоритм и программное средство системы цифровизации контроля уровня и расхода воды на затворах гидротехнических сооружений;

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработан метод расчёта воды с учетом изменчивости уровня потока в вертикально движущихся затворах гидротехнических сооружений;

разработана конструкция многофункционального инновационного «умного» устройства контроля и измерения уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений, структурная схема управления воды на сооружениях;

усовершенствован метод автоматизации контроля и измерения количества воды в сооружениях;

рекомендована цифровая технологическая система оценки количества воды, вытекающей из затворов гидротехнических сооружений.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследований объясняется совместимостью разработанных методов с законами гидромеханики, взаимной адекватностью теоретических и практических исследований, близостью сравнения экспериментальных результатов, полученных с помощью контрольно-измерительного устройства уровня и расхода воды и его реализация на практике.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в обосновании использования многофункционального инновационного устройства при цифровизации учета воды с учетом механизма перемещения затворов в гидротехнических сооружениях, в совершенствовании метода автоматизации систем управления и контроля гидротехнических затворов с учетом изменения сил давления, воздействующих на затворы гидротехнических сооружений в каналах, в разработке гидравлической модели контроля расхода воды с учетом кинематики механизмов управления вертикально перемещающихся затворов в сооружениях и закономерностей

сопряжения бьефов, в разработке структурной схемы, алгоритма и программного средства системы цифровизации контроля уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений.

Практическая значимость результатов исследования заключается в рекомендации использования многофункциональных инновационных датчиков контроля вертикально движущихся гидротехнических затворов, в достижении снижения потребления электроэнергии в два раза при контроле мониторинга количества воды, в разработке конструкции многофункционального инновационного «умного» устройства и структурной схемы управления при контроле уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений, в достижении высокой точности за счет совершенствования метода автоматизации контроля и измерения воды в сооружениях

#### **Внедрение результатов исследований.**

На основе полученных результатов цифровизации расчета воды, проходящей через затворы гидротехнических сооружений:

метод гидравлического расчета регулирования расхода воды с учетом кинематики механизмов управления вертикально-движущихся затворов и закономерностей сопряжения бьефов в сооружениях каналов внедрен на практике Каршинского гидроузла при управлении ирригационной системы Каршинского магистрального канала Кашкадарьинской области (справка Министерства водного хозяйства от 25 февраля 2023 года, №03/26-629). В результате создана возможность точного расчета количества воды, проходящей через гидротехнические сооружения;

многофункциональные инновационные датчики внедрены в практику в канале Пистали при Каршинского гидроузла при управлении ирригационной системы Каршинского магистрального канала для регулирования гидротехнических затворов Кашкадарьинской области (справка Минводхоза от 25 февраля 2023 г., №03/26-629). В результате за счет планомерного управления количеством воды удалось сэкономить до 92 м<sup>3</sup> воды на 1 га земли при поливе посевов в вегетационный период;

автоматизированный метод контроля и измерения расхода воды в гидротехнических сооружениях внедрен в практику гидроузла Аксув при Управлении ирригационных систем Аксув Кашкадарьинской области (справка Минводхоза от 25 февраля 2023 года № 03/26-629). В результате по сравнению с существующими системами контроля и измерения удалось сократить потребление электроэнергии в два раза и расширить диапазоны измерения расхода воды.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данных исследований обсуждены и одобрены на международных, республиканских и институтских конференциях, в том числе 3 в международных и 7 в республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 20 научных работ, из них 6 статей опубликовано в научных

изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 4 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, 2 статьи опубликованы в материалах конференций и журналах базы Scopus. Получены сертификаты на 2 программы ЭВМ от Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во введении обоснованы актуальность и необходимость исследования, сели и задачи исследования, научная новизна и практические результаты исследования, а также объекты и предметы, показана совместимость с приоритетными направлениями развития науки и технологии Республики Узбекистан. Раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, представлена информация о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Анализ исследований по цифровизации расчета расхода воды из-под затворов гидротехнических сооружений**» анализированы методы измерения уровня и расхода воды в гидротехнических сооружениях, обосновано влияние гидравлических параметров гидротехнических сооружений на измерительные работы расхода и уровня воды, а также методы исследования по цифровизации расчета расхода воды.

Проанализированы данные по реализации работ оснащения отдельными видами водомерных сооружений в ирригационных сетях в том числе, в магистральных, межхозяйственных и внутривозделных оросительных каналах, которые остаются актуальными на сегодняшний день.

Установлены низкая точность и чувствительность измерения существующих технических средств измерительных систем и контроля уровня и расхода воды через затворы гидротехнических сооружений, отсутствие функции адаптивной регулировки технических характеристик, отсутствие подключения к современным системам связи, а также не соответствие существующих водоизмерительных устройств требованиям технологических процессов.

Анализ показывает, что можно наблюдать автоматизированные и оцифрованные случаи измерения уровня воды в гидротехнических сооружениях без учета целых гидравлических процессов. Устройство «Smart water», который используется в настоящее время на территории нашей Республики, ограничено только задачей измерения уровня воды в гидростатах гидротехнических сооружений. При этом не учтены уровни воды перед сооружением и открытием затвора или уровни воды в нижних бьефах, процессы подъема затворов.

В результате анализа стало известно, что при расчете воды в гидротехнических сооружениях с учетом уровня воды перед сооружением, гидростатических и гидродинамических сил, действующих на затвор, уровня воды в нижнем бьефе, энергетического состояния при подъеме затвора возникает необходимость разработки единого комплекса “современного инновационного устройства”.

Цифровизация контроля уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений, требует нового подхода и исследований совершенствования методов расчета с учетом изменения гидравлических параметров потока. На основе вышеизложенного анализа были определены цели и задачи работы.

Во второй главе диссертационной работы под названием **«Моделирование измерения и контроль уровня и расхода воды»** приведены методы контроля и измерения количества и уровня воды, проходящей из под затворов гидротехнических сооружений в каналах, мониторинг расхода воды, проходящей из под затворов, свободный проход воды из - под затвора при оценке гидравлических процессов в сооружениях, подтопленный проход из - под прямоугольного затвора, потребляемая мощность вертикально движущегося гидротехнического затвора, система контроля и измерения уровня и расхода воды с помощью интеллектуальных датчиков и статические и динамические действия, характеристики первичного преобразователя интеллектуального датчика. Приведены факторы, влияющие на электромеханические системы измерения и контроля уровня и расхода воды в каналах, а также приведены результаты исследований разработки энергоэффективных технических средств для контроля и измерения уровня и расхода воды, с учетом повышения точности измерений.

При оценке количества воды, проходящей через затвор, установленный в гидротехнических сооружениях, оценены влияние силы давления, действующий на гидротехнический затвор с учётом конструкции затвора, уровня воды, а также при удобство условий при измерении и контроле расхода воды.

Известно, что распределительные и подводящие каналы имеют множество сетей, и гидравлические процессы в установленных в них гидротехнических сооружениях достаточно сложны. Поэтому снижение потерь водных ресурсов в таких каналах, проведение точного мониторинга требует внедрения новой инновационной системы контроля и измерения, интеллектуальных устройств. Такие адаптивные интеллектуальные датчики устанавливаются непосредственно на гидротехническом сооружение. Обычно в наших оросительных системах для измерения и регулирования уровня воды в открытых распределительных каналах широко используются вертикально движущиеся гидротехнические затворы прямоугольной формы.

Для оценки количества воды, проходящей через вертикальные гидротехнические затворы, необходимо использовать современные

цифровые системы в сочетании с гидравликой потока. При системном управлении движения затворов будет необходимо оценивать кинематику их движения. Расход воды в гидротехнических сооружениях управляется за счет открытия и закрытия затворов. Сила давления воды, действующий на плоский затвор зависит от уровня воды в стационарном состоянии и конструкции затвора. Определение силы давления при срабатывании затвора зависит от открытия затвора. На данный момент открытие затвора и траектория его движения являются основой для определения количества воды, проходящей через затвор.

При оценке расхода воды, проходящей из - под затвора в гидротехнических сооружениях, имеет особое значение два состояния: неподтопленное и подтопленное состояние.

С учетом вышеизложенного, цифровизация расчета расхода воды, проходящей из - под затвора, установленного в гидротехнических сооружениях, осуществляется по следующей гидравлической модели.

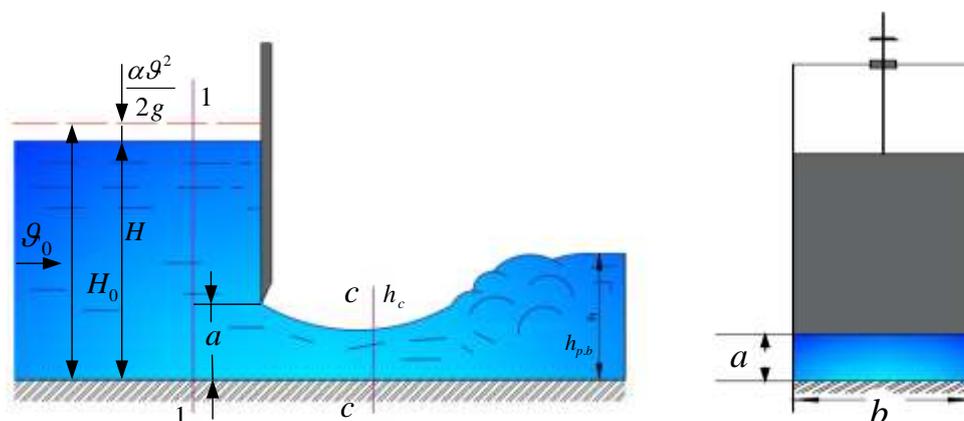
В случае, если уровень воды на нижнем бьефе не оказывает влияние для свободного прохождения воды под прямоугольным затвором, течение считается свободным (рис. 1).

Расход воды, когда вода свободно протекает под затвором, определяют следующим образом:

$$Q = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - \epsilon a)} \quad (1)$$

здесь:  $Q$  - расход воды;  $H_0 = H + \frac{\alpha g_0^2}{2g}$  - полный напор;  $H$  - геометрический напор;  $a$  - высота открытия затвора;  $b$  - ширина затвора;  $g_0$  - скорость потока перед затвором;  $\epsilon$  - коэффициент сжатия;  $\mu$  - коэффициент расхода;  $g$  - ускорение свободного падения;

В этом процессе, когда известны параметры потока и сооружения, основной проблемой является определение коэффициента расхода.



**Рис. 1 Свободное течение воды под прямоугольным затвором**

Определение расхода воды при истечении из - под затвора в подтопленном состоянии значительно сложнее по сравнению с не подтопленным, то есть больше всего зависит от параметров. Подтопленное состояние воды, проходящей из под прямоугольного затвора делится на два типа: полностью подтопленное и не полностью подтопленное.

Для полностью подтопленного состояния расход воды, проходящей из под затвора, определяется следующим образом:

$$Q = \mu ab\sqrt{2gZ_0} \quad (2)$$

где:  $Z_0$  – разность уровней бьефов;

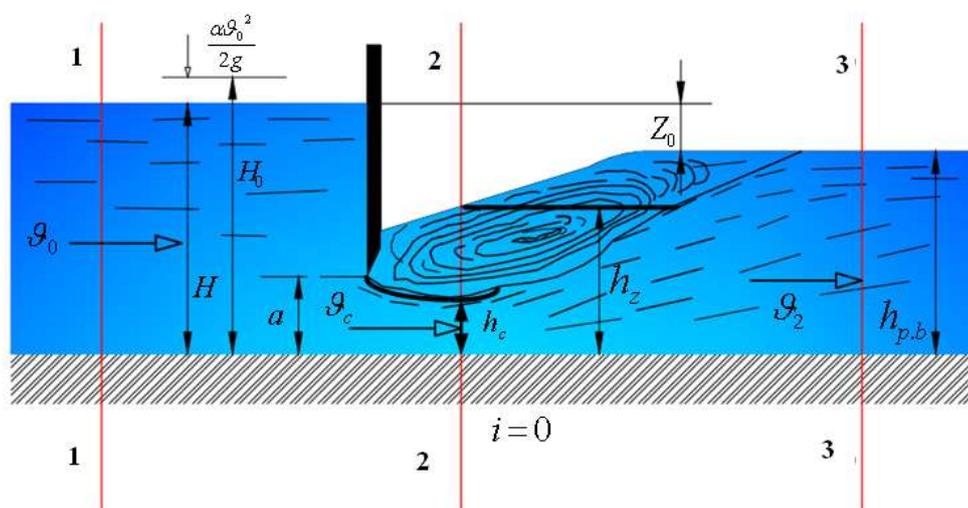
В этом случае также необходимо определить коэффициент расхода для точной оценки расхода потока.

Определение расхода воды при истечении воды под прямоугольным затвором в случае полного подтопления (рис. 2) проводилось методами, принятыми в гидравлике.

Для определения расхода, проходящего из - под затвора (рис. 2), записывается уравнение Д.Бернулли для сечений 1-1 и 2-2 и приводится следующее выражение:

$$Q = \mu ab\sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (3)$$

При полном использовании приведенного выше выражения существуют определенные сложности. Это связано с определением  $h_z$  в нижнем бьефе.



**Рис. 2. Пропуск воды из - под прямоугольного затвора в состоянии неполного подтопления**

Приведено следующее аналитическое выражение для определения  $h_z$  с использованием теоремы изменения количества движений для сечений 2-2- и 3-3 на основе теории сопряжения бьефов.

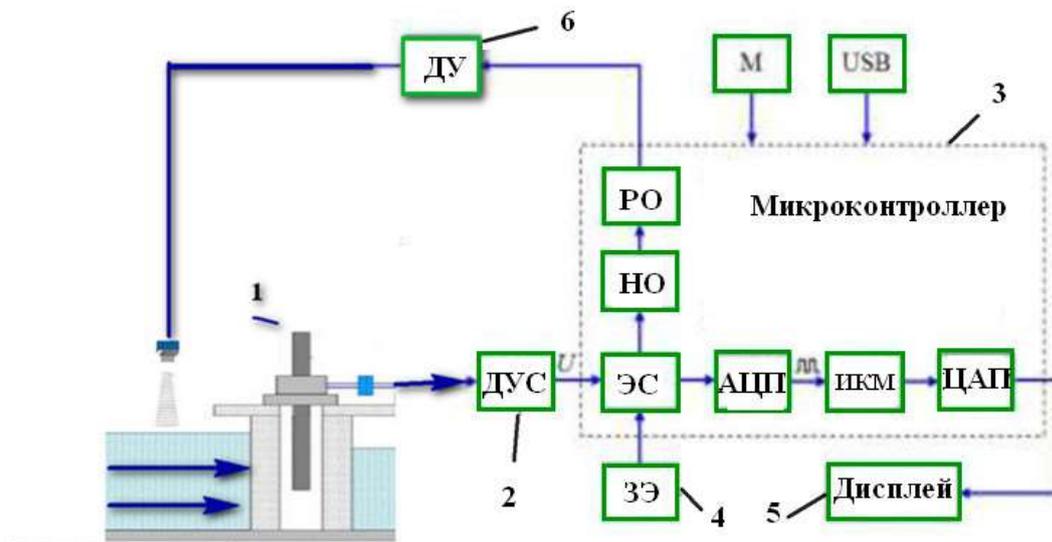
$$h_z = \left[ \frac{1}{2} A + \sqrt{\frac{1}{4} A^2 - A \frac{H_0}{h_{p,b}} + 1} \right] h_{p,b} \quad (4)$$

где  $A = 4\varphi^2 \left( 1 - \frac{\varepsilon\alpha}{h_{p.}} \right) \frac{\varepsilon\alpha}{h_{p.}}$ ;  $h_{p.}$  - уровень воды нижнего бьефа;  $\varphi$  - коэффициент скорости

На основе описанной выше гидравлической модели можно сделать вывод о том, что будет необходимо оценивать на практике коэффициент расхода из формул, рекомендованных на основе цифровизации мониторинга количества воды, проходящей из-под затворов гидротехнических сооружений.

При мониторинге количества воды, проходящей через гидротехнические сооружения на основе цифровых технологий, в качестве основных переменных факторов, определяющих процесс, принимаются значения уровня воды в верхних и нижних бьефах сооружения и высота открытия затвора. На основе цифровизации определения изменения количества этих параметров разработаны схема установки и принцип работы инновационных ультразвуковых и индукционных устройств (рис. 3). Разработана структурная схема системы управления контролем и измерением уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений.

Для цифровизации определения расхода воды, проходящей из - под затвора гидротехнических сооружений, рекомендуется использовать приведенную выше гидравлическую модель и структурную схему системы управления количеством воды, основанную на инновационных технологиях.



**Рис. 3. Структурная схема системы регулирования количества воды, проходящей из - под затвора гидротехнических сооружений:**

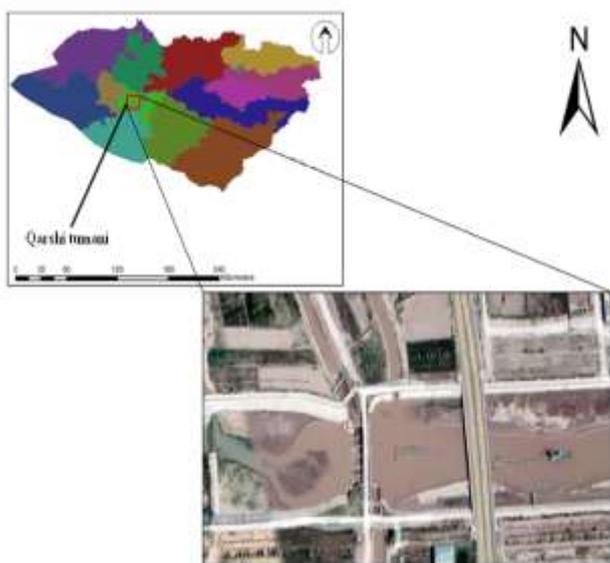
1- вертикально перемещающийся плоский затвор; 2- устройство регистрации высоты открытия затвора; 3-устройство контроля; 4- элемент управления; 5-экран записи результатов, 6-датчик уровня

В третьей главе диссертационной работы под названием «**Исследования в натурно - полевых условиях при осуществлении мониторинга водных ресурсов в гидротехнических сооружениях**» представлены результаты, проведенных в натурно - полевых условиях в объекте исследования расхода воды, проходящей из - под затвора гидротехнических сооружений.

Исследования в натурно - полевых условиях проводились на водозаборном сооружении канала Пистали Каршинского гидроузла. Каршинский гидроузел в Кашкадарьинской области на реке Кашкадарья, расположенный в 6 км северо-восточнее города Карши был построен и введён в эксплуатацию в 1960-1965 годах, (рис. 4). Гидроузел является важным объектом 3-й категории. Пропускная способность гидроузла составляет 550 м<sup>3</sup>/сек. Каршинский гидроузел обеспечивает водой каналы «Правобережье», «Левобережье», «Пистали» и «Каршинская сеть» (рис.5). Эти каналы обеспечивают водой сельскохозяйственные посеы и приусадебные участки населения с общей площадью 52 тысяч гектаров в Каршинском, Касанском районах и города Карши.

Пропускная способность распределительного сооружения в канал Пистали составляет 15 м<sup>3</sup>/сек. В распределительном сооружении установлены два плоских затвора размером 3,2x2,5 м. Эти механизмы подъема затворов электрифицированы, поднимаются и опускаются с помощью электродвигателей.

Исследования в натурно-полевых условиях проводились в течение 2020-2023 гг. (рис. 6). В исследованиях расход воды при различных высотах открытия затворов измерялся традиционным способом и в рекомендованных инновационных устройствах.



**Рис. 4. Вид Каршинского гидроузла со спутника**



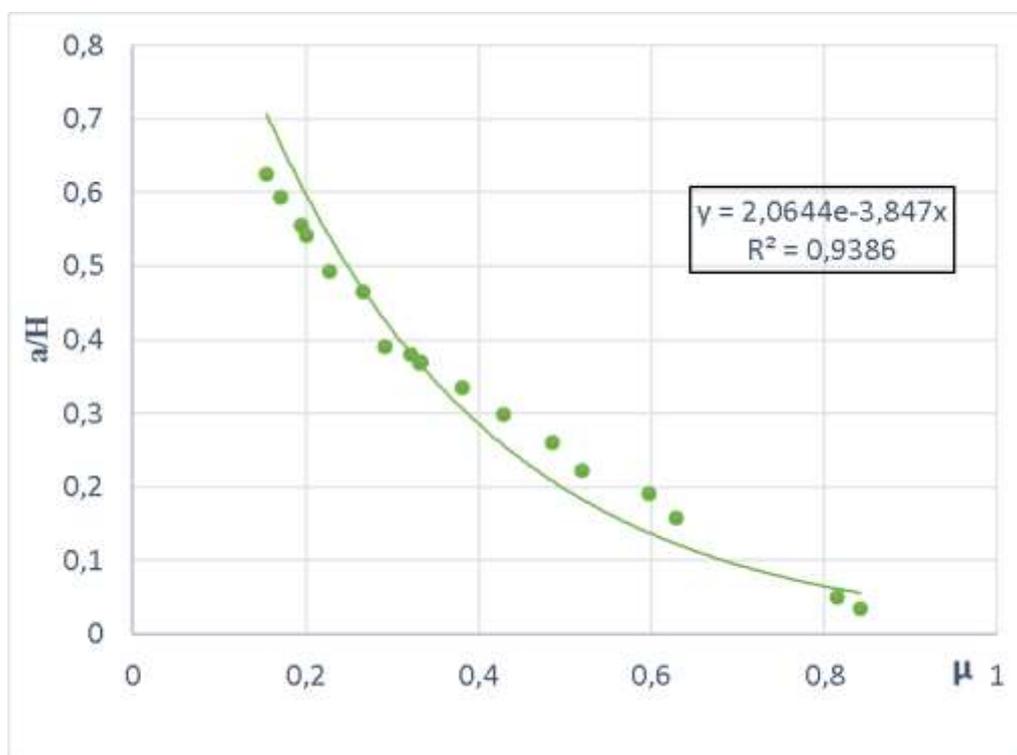
**Рис. 5. Общий вид Каршинского гидроузла**



**Рис. 6. Исследования по определению уровня воды в канале Пистали Каршинского гидроузла**

Собранные материалы за годы исследования были проанализированы на основе методов математической статистики (рис. 6). По результатам проведенных исследований была рекомендована новая зависимость для определения коэффициента расхода при расчете расхода воды, проходящей из - под затвора гидротехнических сооружений (коэффициент корреляции составил  $r^2 = 0.93$ ):

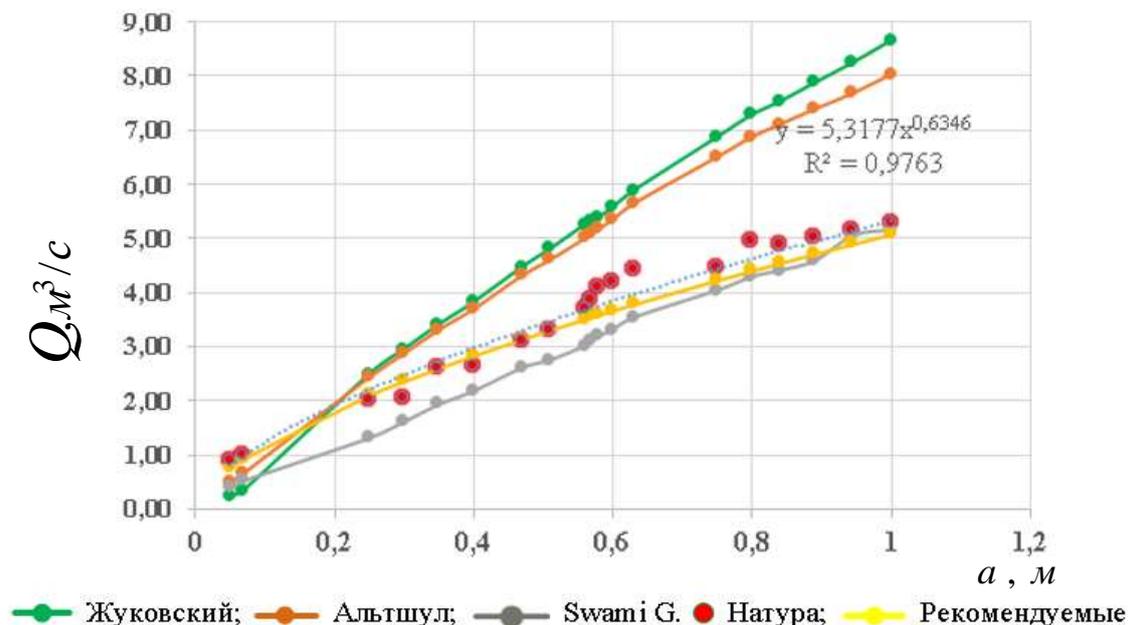
$$\mu = 2,06 \exp \left\{ -3.84 \left( 1 - \frac{a}{H} \right) \left( 1 - \frac{h_{н\delta}}{H} \right) \right\} \quad (5)$$



**Рис. 7. Статистический анализ результатов натуральных исследований**

Используя приведенную выше формулу (3), для определения расхода воды рекомендуется использовать следующую взаимосвязь:

$$Q = 2,06 \exp \left\{ -3,84 \left( 1 - \frac{a}{H} \right) \left( 1 - \frac{h_p}{H} \right) \right\} \cdot a \cdot b \sqrt{2g \cdot H_0} \quad (6)$$



**Рис. 8. График зависимости расхода воды и поднятия затвора**

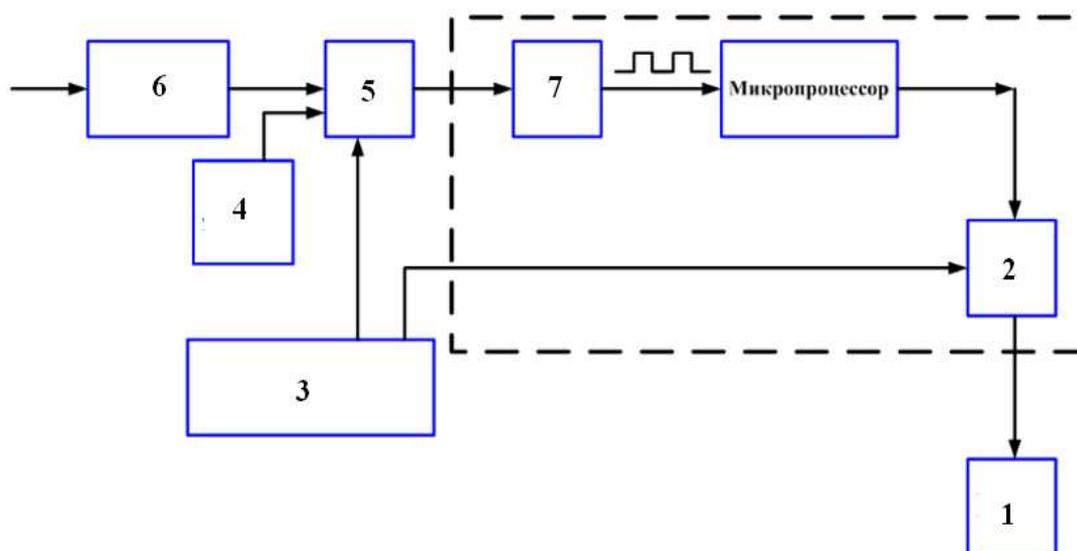
Для оценки достоверности рекомендуемой формулы расчета расхода воды ее сравнивали с формулами других авторов, результаты сравнения представлены на графике (рис.8). Результаты сравнения показывают, что значения, рассчитанные по предложенной формуле, соответствуют с измеренными значениями, и обоснована возможность ее использования при расчете воды.

В результате была рекомендована расчетная формула для определения расхода воды, проходящей из-под затвора, на основе теории сопряжения бьефов в гидротехнических сооружениях на основе натурно-полевых исследований, а полученные результаты использованы в качестве основного фактора в цифровизации мониторинга количества воды в гидротехнических сооружениях и создана возможность высокоточного и быстрого расчета количества воды.

В четвертой главе диссертации под названием **«Методы, алгоритмы и технические средства цифровизации контроля количества воды на гидротехнических сооружениях»** представлены методы цифровизации процесса, технические средства и принцип работы с использованием инновационного multifunctional устройства измерения расхода воды, (IMDMWCP innovative multifunctional device for measuring water calculation parameters)), проходящий через затвор гидротехнического сооружения.

Приведены факторы, влияющие на точность аналого-цифровых преобразователей (АЦП) инновационных многофункциональных устройств измерения расхода воды, алгоритм регулирования расхода и уровня воды, представлена зависимость цифровых технических средств контроля и управления от гидравлической модели учёта воды.

На сегодняшний день основными элементами современных методов измерения информации являются аналого-цифровые (АЦП) и цифро-аналоговые (ЦАП) преобразователи. Потому что основные метрологические характеристики разрабатываемого современного многофункционального инновационного устройства (погрешность измерения, допустимое значение, надёжность, динамическая погрешность и т.д.) определяются техническими показателями этих элементов.



**Рис. 9. Схема преобразования уровня и расхода воды в цифровой сигнал на платформе устройства:**

- 1-единый сигнал; 2- аналоговый преобразователь; 3-источник питания;  
4- датчик уровня; 5- усилитель сигнала; 6- датчик регистрации оборотов;  
7- аналого-цифровой преобразователь*

В настоящее время почти все цифровые устройства используют внутренний источник напряжения 5 В. Это напряжение обычно называют опорным и должно быть стабильным. В противном случае колебание амплитуды напряжения источника вызовет дополнительную ошибку. Предлагаемое устройство выполнено на базе микроконтроллера Atmega 32 и имеет внутреннее опорное напряжение 5 В. Ниже на рисунке 9 показан общий вид платформы на базе Atmega 32.

Из структурной схемы устройства известно, что гидротехнический затвор преобразуется в напряжение через датчик, регистрирующий обороты кардана и электрическое сопротивление преобразователя, а затем в аналоговое

напряжение. На платформе устройства аналоговый сигнал преобразуется в 10-битный цифровой сигнал с кодовым номером 0÷1023.

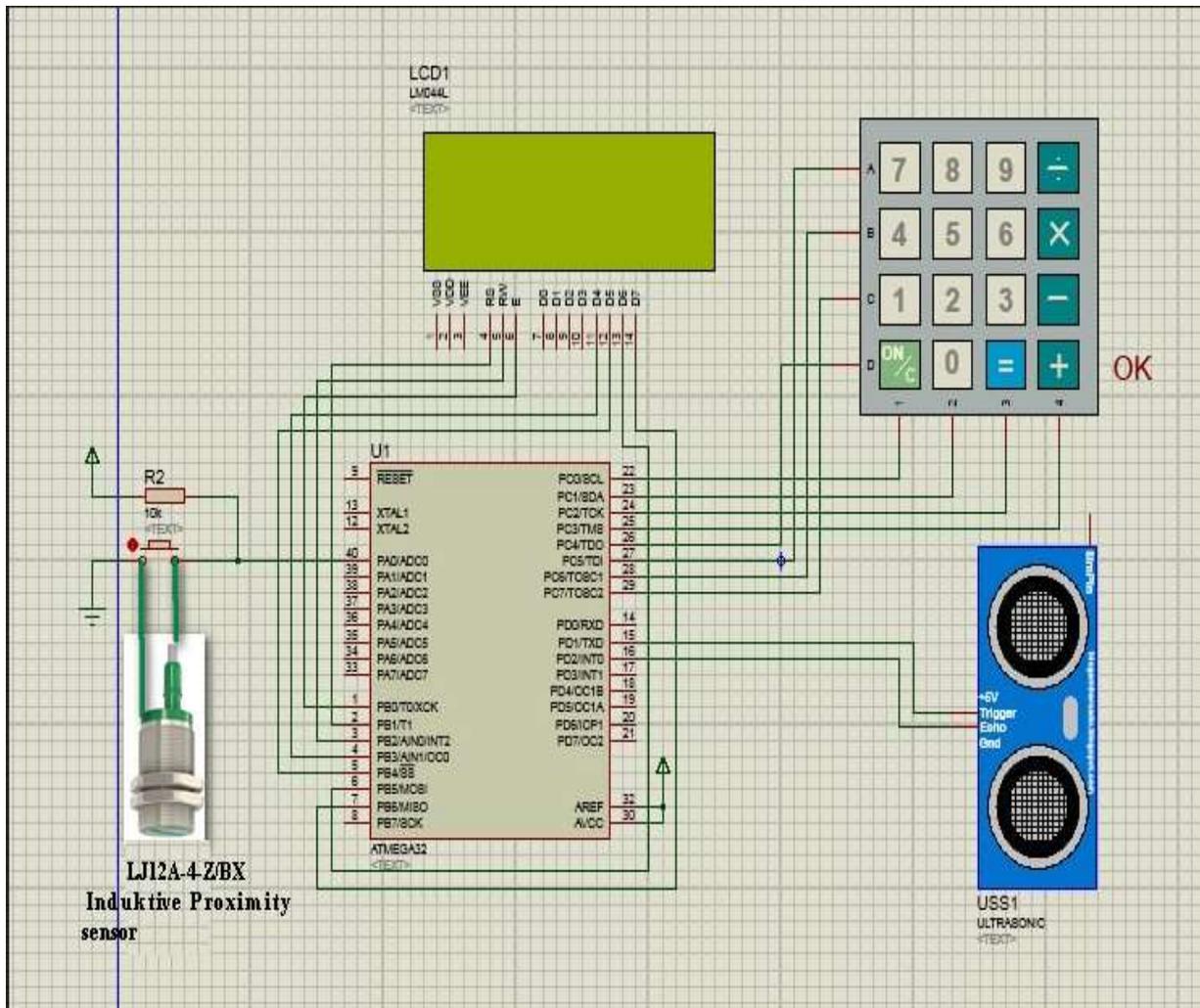
В результате проведенных исследований разработана структурная схема многофункционального инновационного устройства измерения расхода воды, проходящего через затворы гидротехнического сооружения (рис. 10).

При автоматическом регулировании расхода воды в гидротехнических сооружениях необходимо производить расчет силы давления, действующей на затвор при управлении перемещением затвора. Во время перемещения затвора в гидросооружении величина силы давления варьируется.

Следующее выражение используется для определения силы давления воды с помощью теоремы об изменении количества движения:

$$P = \frac{1}{2} \gamma (H - \varepsilon \cdot a) [H + \varepsilon \cdot a (1 - 4\phi^2 c)] \quad (7)$$

где:  $P$  - сила давления, действующая на затвор;  $\gamma$  – удельная масса воды.



**Рис.10. Принципиальная схема инновационного многофункционального устройства измерения расхода воды, проходящего через затворы гидросооружения**

Потребляемая мощность вертикально-перемещающихся плоского гидротехнического затвора определяется следующим образом.

$$N = k \sum F \mathcal{G} \quad (8)$$

где:  $\sum F = G_{zavv} + f \cdot P$ ;  $G_{zavv}$  - вес затвора;  $f$  - коэффициент трения; коэффициент запаса;  $\mathcal{G}$  - скорость движения затвора;

На основе приведенных формул была оценена электрическая мощность, потребляемая при перемещении затвора.

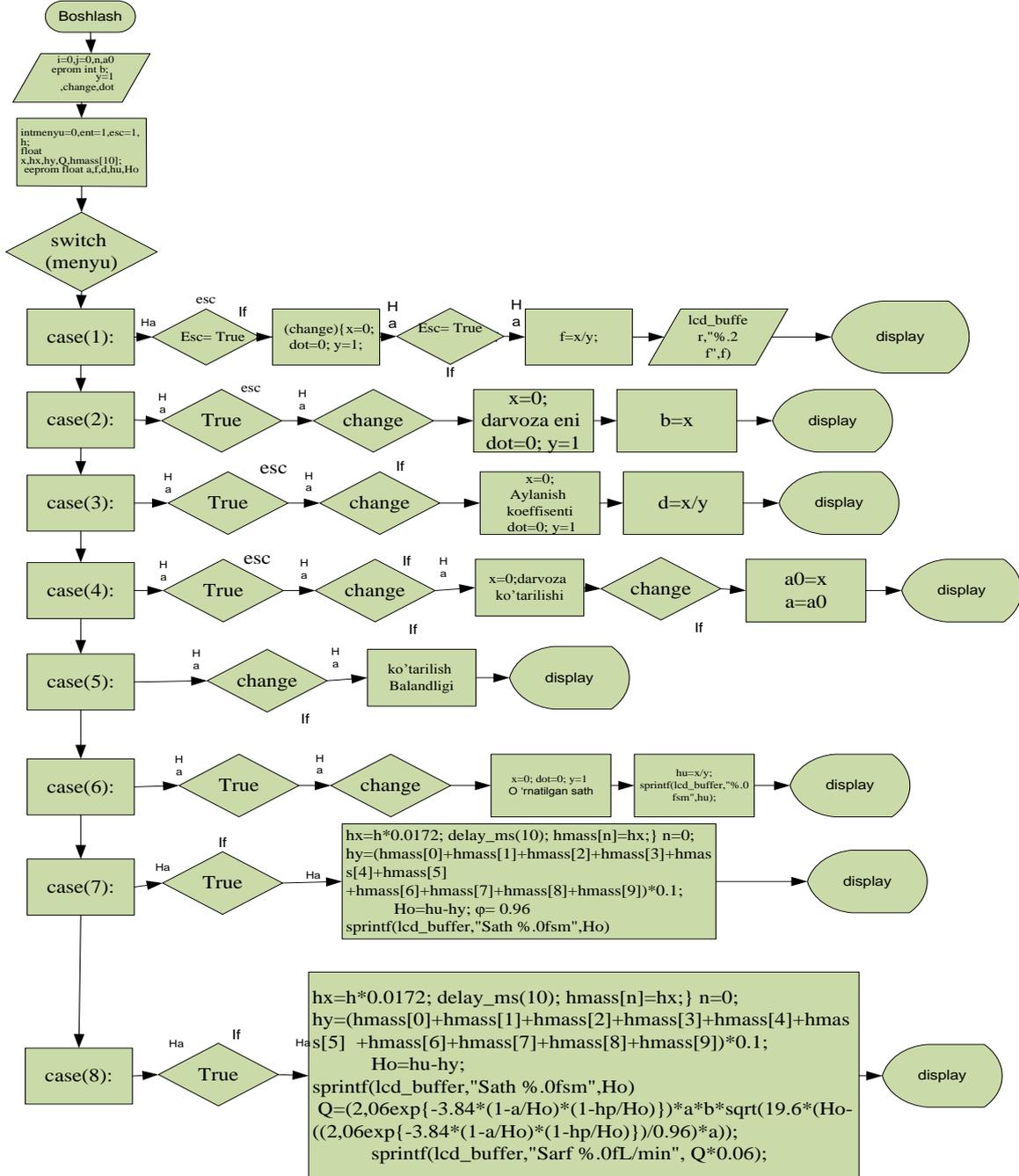


Рис. 11 Блок-схема алгоритма расчета расхода воды, проходящей из - под затвора

На основе проведенных исследований был создан алгоритм и разработана программа расчета, обеспечивающая полный расчет процесса (рис. 11). На разработанную программу ЭВМ получен сертификат Агентства интеллектуальной собственности (Свидетельство № ДГУ 15884).

Обоснована возможность регулирования количества воды, проходящей через гидротехнических сооружений посредством управления затворов, установленных в них.

Для цифровизации и автоматизации регулирования количества воды рекомендуется регулировать режим работы затвора гидроузла путем ввода предложенных гидравлических моделей в программный код устройства, а также разработана схема автоматического контроля и регулирования расхода воды.

Оценена социально-экономическая эффективность результатов исследования. Социальная эффективность результатов исследования заключается в том, что энергосбережение достигается при учете воды на гидротехнических сооружениях и на этой основе служит развитию зеленой энергетики. Точно и быстро определяя количество воды, подаваемой потребителям, можно доставлять воду в нужном объеме и в установленный срок. Этому достигнуто за счет малых трудозатрат и малых энергозатрат при измерении расхода воды на гидротехнических сооружениях, а также повышения точности данных при цифровизации процесса, быстрого внедрения водораспределения и разработки рекомендованного отечественного инновационного устройства.

Разработанное многофункциональное инновационное устройство для расчета воды, выходящей из затворов, было рекомендовано для внедрения на гидротехнических сооружениях Каршинского гидроузла, Аксувского гидроузла, Камашинского водохранилища. Экономическая эффективность достигнута за счет точного и быстрого осуществления водопотребления.

## ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему **«Цифровизация расчета воды, проходящей через затворы гидротехнических сооружений»**, были представлены следующие выводы:

1. На основе анализа систем управления, контроля и измерения гидротехнических сооружений обоснована необходимость разработки маломощной, обеспечивающей объекты электроэнергией от автономного источника инновационной, надежной системы контроля и измерения водораспределения на объектах,

2. Рекомендована формула определения зависимости расхода и уровня воды в верхнем и нижнем бьефах затворов гидротехнических сооружений от поднятия вертикально - перемещающегося плоского гидротехнического затвора. В результате создана возможность цифровизации режима работы

затвора гидротехнических затворов, разработки измерительных устройств простой конструкции, расширения диапазона измерения инновационного измерительного устройства.

3. На основе исследований, проведенных в натурно - полевых условиях, усовершенствован метод оценки расхода воды, проходящей из -под затвора гидротехнических сооружений. В результате создана возможность оперативной оценки расхода воды с высокой точностью.

4. Разработана структурная схема системы контроля и измерения уровня и расхода воды на затворах гидротехнических сооружений. Разработаны гидравлическая модель затворов гидротехнических сооружений, алгоритм контроля и измерения, конструкция инновационного многофункционального устройства (IMDMWCP - innovative multifunctional device for measuring water calculation parameters) с высокой точностью и чувствительностью. Это позволило цифровизацию расчета воды.

5. Инновационное устройство, предназначенное для контроля и измерения уровня и расхода воды в затворах гидротехнических сооружений, снабжен программным обеспечением, работающим в программе C++, и получены сертификаты Агентства интеллектуальной собственности.

В результате инновационные системы, предназначенные для контроля и измерения уровня и расхода воды в вертикально - перемещающихся затворах, позволили добиться вдвое меньшего потребления электроэнергии по сравнению с существующими системами.

6. Многофункциональное инновационное измерительное устройство, разработанное для цифровизации расчета воды, проходящей через затвор гидротехнических сооружений, демонстрировалось на ряде международных и республиканских ярмарок и высоко оценено и получены сертификаты. В результате удалось сэкономить водные и энергетические ресурсы за счет цифровизации водохозяйственных объектов.

7. Экономическая эффективность достигнута за счет повышения точности данных при цифровизации процесса, оперативного внедрения водораспределения, разработки локального инновационного устройства.

Разработанное многофункциональное инновационное устройство для расчета воды, проходящий через затворов, было рекомендовано для внедрения на гидротехнических сооружениях Каршинского гидроузла, Аксувского гидроузла, Камашинского водохранилища. Экономическая эффективность достигнута за счет точного и быстрого осуществления водопотребления.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREES  
04/30.04.2021.T.111.04 AT THE KARSHI ENGINEERING ECONOMICS  
INSTITUTE**

---

**KARSHI ENGINEERING ECONOMICS INSTITUTE**

**TOJIBOEV SUHROBKHON JA'FAR UGLI**

**DIGITIZATION OF ACCOUNTING FOR WATER PASSING THROUGH  
THE GATES OF HYDRAULIC STRUCTURES**

**05.09.07- Hydraulics and engineering hydrology**

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

**Karshi – 2023**

**The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2021.1.PhD/T2161.**

The dissertation was prepared at the Karshi engineering economics institute.

The abstract of dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the website of the institute ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific adviser:**

**Arifjanov Aybek Muxamedjanovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents**

**Sadiyev Umidjon Abdusamadovich**  
doctor of philosophy in technical sciences,  
associate professor

**Fayziyev Xomitxon**  
doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:**

**Namangan Engineering - Construction  
Institute**

The defense of the thesis will be «\_\_\_» \_\_\_\_\_2023 at \_\_\_hours at the meeting of the scientific council awarding of the scientific degrees 04/30.04.2021.т.111.04 at the Karshi engineering economics institute (Address: 180100, Karshi, Mustakillik street 225. Tel.: (+99875)-221-09-23, e-mail: [qmii@qmii.uz](mailto:qmii@qmii.uz)).

The doctoral dissertation can be found at the Information resource centre of the Karshi engineering economics institute (registered with №\_\_\_) at the address: 180100, Karshi, Mustakillik street 225. Tel: (+99875) 221-09-23.

Abstract of dissertation was sent «\_\_\_» \_\_\_\_\_2023.  
(register of the distribution protocol № \_\_\_ from «\_\_\_» \_\_\_\_\_2023).

**S.S.Eshev**

Chairman of the scientific council awarding  
Scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**A.N.Khazratov**

Scientific secretary of the scientific council,  
awarding scientific degrees,  
doctor of philosophy (PhD), associate professor

**R.Khujakulov**

Chairman of the academic seminar under the  
scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## **INTRODUCTION (abstract of the dissertation of doctor of (PhD) philosophy**

**The aim of the research** consists of digitalizing the calculation of the passage of water from under the gate of hydraulic structures using an innovative multifunctional device (IMDMWCP innovative multifunctional device for measuring water calculation parameters).

**The object of the research.** Karshi waterworks complexes which belongs to the department of irrigation systems of the Karshi main canal the was selected as the object of study.

**The scientific novelty of the research is as follows:** It is proposed to use a multifunctional innovative device (IMDMWCP) when digitalizing water calculations, taking into account the mechanism for moving the gates of hydraulic structures;

the method for automating control and monitoring systems for hydraulic gates has been improved, taking into account changes in the forces acting on the gates of hydraulic structures in canals;

a hydraulic model for regulating water flow has been developed, taking into account the kinematics of the control mechanisms of vertically moving gates in canal structures and the patterns of connecting pools;

a block diagram, algorithm and software tool for a digitalization system for controlling the level and flow of water at the gates of hydraulic structures have been developed;

### **Implementation of research results.**

Based on the results of digitalization of the calculation of water passing through the gates of hydraulic structures:

The method of hydraulic calculation of water flow regulation, taking into account the kinematics of the control mechanisms of vertically moving gates and the patterns of connecting pools in canal structures, was introduced in practice of the Karshi hydroelectric complex when managing the irrigation systems of the Karshi main canal of the Kashkadarya region (certificate of the Ministry of Water Resources dated February 25, 2023, No. 03/ 26-629). As a result, the ability accurately calculation the amount of water passing through hydraulic structures has been created;

Multifunctional innovative sensors have been introduced into practice in the Pistali canal when managing irrigation systems to regulate hydraulic gates in the Kashkadarya region (reference from the Ministry of Water Resources, February 25, 2023, No. 03/26-629). As a result, due to systematic management of the amount of water, it was possible to save up to 92 m<sup>3</sup> of water per 1 hectare of land when irrigating crops during the growing season;

An automated method for monitoring and measuring water flow in hydraulic structures has been introduced into the practice of the Aksuv waterworks, under the

Aksuv Irrigation Systems Department of the Kashkadarya region. (certificate of the Ministry of Water Resources dated February 25, 2023 No. 03/26-629). As a result, compared to existing control and measurement systems, it was possible to reduce energy consumption by half and expand the range of water flow measurement.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The length of the thesis is 112 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Tojiboyev S. J. Monitoring of water consumption in vertical valves // International Journal of Research & Development (IJRD). Vol. 10 Issue. 13 (may-2023) EPRA.(SJIF Impact Factor 2023: -8.574)

2. Tojiboyev S. J, Aralov G.M, Mirzayev SH. Digital solutions for control and management of hydraulic facilities: an overview of the possibilities of cloud computing, IOT, BIG DATA, AI, AND ML// Galaxy internationalinterdisciplinary research journal (GIIRJ),ISSN (E): 2347-6915, Vol. 11, Issue 2, Feb. (2023) (SJIF Impact Factor 2023: -8.057)

3. Arifjanov A.M., Tojiboyev S. J. Gidrotexnika inshootlaridagi zatvorlar uchun elektr yuritmasini tanlash.// O'zbekgidroenergetika ilmiy-texnik jurnali, Toshkent, 2022\*№14; 47-49 b. (05.00.00; №31)

4. Arifjanov A.M., Tojiboyev S. J. Gidrotexnika inshootlarini nazorat qilish va boshqarishda raqamli texnik vositalarini tanlash.// O'zbekgidroenergetika ilmiy-texnik jurnali, Toshkent, 2023\*№1; 40-41 b. . (05.00.00; №31).

5. Эргашев А.Х, Тожибоев Ж.С., Рахимов А.М., Насриддинова Н.И, Ибрагимова З. Математическое моделирование социально –экономических и технико-технологических процессов.// “O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi” “Agro ilm” ilmiy-amaliy jurnal, 2021 yil3-ilova (73)-son. 117 b. (05.00.00. №3)

6. Эргашев А.Х.,Самиев Н Л., Тожибоев Ж. С Многокритериальная динамическая модель транспортировки грузов в труднотупных и экстремальных ситуациях.// “O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi” ilmiy-amaliy jurnal, Toshkent, 2020 yil , №5 son, 40 b. (05.00.00. №3)

**II bo'lim (II часть; II part)**

7. Tojiboyev S. J, Qurbonov X., Akhmedov I., Voxidova U., Babajanov F., Tursunova E.,Xodjakulova D. Selection of electric motors power for lifting a flat survey in hydraulic structures.// AIP Conference Proceedings , Volume 2432, Issue 1, 16 June 2022.

8. Arifjanov A.M., Samiyev L.N., Tojiboyev S. J., Xusanova J, Abdulxayev Z., Yusupov Sh., Groundwater Level Analyse In Urgench City With Using Modflow Modeling And Forecasting System.// XXIV International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” Moscow, Russia, April 22-24, 2021.

9. Тожибоев С. Ж Автоматизация защиты гидротехнических сооружений от наносов.// LXI Международная научно-практическая конференция по всем наукамтеория и практика мирового научного знания в XXI веке М-61 -Казань, 2018 год, 224-228 с.

10. Тожибоев С. Ж, Махмадиев Б.С. Применение современной микропроцессорной техники в системах управления технологическими процессами водного хозяйства.// «Интеграция мировых научных Процессов

как основа Общественного прогресса» Международный сборник научных трудов Выпуск №37, Казань , 2016, 304-309 с.

11. Тожибоев С. Ж. Расчёт устойчивости систем автоматического управления защиты гидротехнических сооружений от наносов.// LXI Международная научно-практическая конференция по всем наукам теория и практика мирового научного знания в XXI веке М-61 Казань, 2018 год, 228-232 с.

12. Арифжанов А.М, Тожибоев Ж. С, А.Маллаев, Б.А.Ражабалиев Гидротехник иншоот затворларининг троссдаги кучланишини ва шарнирдаги реякция кучини аниқлаш // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. №DGU14499.Тошкент 2022 й.

13. Арифжанов А.М, Тожибоев Ж. С, Гидротехник иншоот затворларидан ўтаётган сув ҳисобини ўлчовчи кўп функцияли инновацион қурилма( электрон ҳисоблаш машинаси) учун” дастур// Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. №DGU15884. Тошкент 2022 й.

14. Тожибоев С. Ж. Влияние гидравлических параметров гидротехнических сооружений на расход воды.// Fan va texnikada innovatsion texnologiyalar: fizik yechimlar, metrologik o‘lchashlar hamdaelektronika va asbobsozlik muammolari mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy– amaliy anjumani materiallari. Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti-2023y. 197-199 b.

15. Tojiboyev S. J, Quvurlardagi suyuqliklar sarfini o‘lchashda ul’tratovushli sarf o‘lchagichning nazariyasi.// Neft va gaz konlarini ishga tushirish va ulardan foydalanishda zamonaviy Texnologiyalar mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani – Qarshi, 2017, 146-147 b.

16. Tojiboyev S. J, Ochilov M.A. Gidrotexnika inshootida zatvorlar xolatini raqamlashtirishda qo‘llanuvchi sath datchigi.// “O‘zbekistonda suv resurslaridan samarali foydalanishning muammolari va yechimlari” mavzusida Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani materiallari – Qarshi, 2021 yil, 273-276 b.

17. Arifjanov A.M., Tojiboyev S. J. Qarshi magistral kanalidagi pk-792 to‘suvi inshootning suvni chiqarish qismida sathni avtomatik rostlab suv isrofini kamaytirish.// “O‘zbekistonda suv resurslaridan samarali foydalanishning muammolari va yechimlari” mavzusida Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani materiallari – Qarshi, 2021 yil, 247-252 b.

18. Tojiboyev S. J. Gidrotexnika inshootlarida suv sathini rostlashda tizimning matematik modeli.// O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi Namangan davlat universiteti algebra, amaliy matematika va axborot texnologiyalari masalalari Respublika ilmiy konferensiyasi Materiallari – Qarshi, 2016, 134-138 b.

19. Tojiboyev S. J. Nasos stansiyasida dnepr-7 ultratovushli sarf o‘lchagichini qo‘llash elektr energiyasini tejashning samarali usuli.// “Ilm fan taraqqiyotida yosh olimlarning innovatsion faoliyati” mavzuzidagi yosh olimlarning ilmiy –amaliy anjumani materiallari – Qarshi ,2017 yil, 79-80 b.

20. Tojiboyev S. J. Ilg‘or texnika taraqqiyotida davrida suv sarfini o‘lchash va suv sarfini o‘lchagichlarga bo‘lgan talablar. Ilm fan taraqqiyotida yosh olimlarning innovatsion faoliyati” mavzuzidagi yosh olimlarning ilmiy –amaliy anjumani materiallari – Qarshi ,2017 yil, 75-76 b.

Avtoreferat “INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR” ilmiy jurnali  
tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va uning o‘zbek, rus, ingliz (tezis) tillaridagi  
matnlari mosligi tekshirildi. (27.10.2023 y.)

Bosmaga ruxsat etildi: 13.11.2023 yil  
Bichimi: 84x60 1/16. «Times New Roman» garniturasini  
raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i: 2,94. Adadi 80. Buyurtma №152

QarMII «INTELLEKT» nashriyoti MIU bosmaxonasida chop etildi.  
Manzil: Qarshi shahri, Mustaqillik ko‘chasi, 225-uy.

