

**FARG‘ONA POLITEKNIKA INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.03/07.06.2024.T.106.07  
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

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

**SATTOROV ALIMARDON XAMDAMALIYEVICH**

**IRRIGATSIYA TIZIMLARIDAGI SUV QABUL QILISH  
INSHOOTLARINING GIDRAVLIK PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi**

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

**Farg‘ona - 2025**

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

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

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

**Sattorov Alimardon Xamdaliyevich**

Irrigatsiya tizimlaridagi suv qabul qilish inshootlarining gidravlik parametrlarini asoslash..... 3

**Сатторов Алимардон Хамдамалиевич**

Обоснование гидравлических параметров водоприемных сооружений ирригационных систем..... 21

**Sattorov Alimardon Xamdaliyevich**

Justification of the hydraulic parameters of water intake structures in irrigation systems..... 39

**E'lon qilingan ishlar ro'uxati**

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

**FARG‘ONA POLITEKNIKA INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.03/07.06.2024.T.106.07  
RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

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

**SATTOROV ALIMARDON XAMDAMALIYEVICH**

**IRRIGATSIYA TIZIMLARIDAGI SUV QABUL QILISH  
INSHOOTLARINING GIDRAVLIK PARAMETRLARINI ASOSLASH**

**05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi**

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

**Farg‘ona - 2025**

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.PhD/T4978 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti va Farg'ona politexnika institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.ferpi.uz](http://www.ferpi.uz)) va "ZiyoNet" Axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

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

**Rasmiy opponentlar:**

**Malikov Zafar Mamatqulovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Fayziyev Xomitxon**  
texnika fanlari doktori, professor

**Yetakchi tashkilot:**

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti

Dissertatsiya himoyasi Farg'ona politexnika instituti huzuridagi PhD.03/07.06.2024.T.106.07 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil 5 - aprel soat 11:00 da kichik majlislar zalida bo'lib o'tadi. Manzil: 150100, Farg'ona sh. Farg'ona k. 86 uy. Tel: (+99873) 241-12-06, faks (+99873) 241-12-06, e-mail: [ilmiykengash@ferpi.uz](mailto:ilmiykengash@ferpi.uz)

Dissertatsiya bilan Farg'ona politexnika institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 283 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 150107, Farg'ona sh. Farg'ona k. 86 uy. Tel: (+99873) 241-12-06

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «20» 03 kuni tarqatildi.

(2025 yil «19» 03 dagi 1 -raqamli restr bayonnomasi).



**O'R. Salomov**  
Ilmiy darajalar beruvchi  
ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

**Z.E. Abdulkayev**  
ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash ilmiy kotibi, PhD, dotsent

**L.N. Samiyev**  
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash huzuridagi ilmiy seminar  
raisi, t.f.d., dotsent

## Kirish (falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi annotatsiya)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati.** Jahonda irrigatsiya tizimlaridagi suv qabul qilish inshootlarining samaradorligini oshirishda oqim tarkibidagi daryo oqiziqalarini cho‘kish trayektoriyasini boshqarishni ta’minlaydigan ilg‘or texnologiyalarni qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. «Dunyo bo‘yicha 4 mlrd. 886,3 mln. gektar maydonda qishloq xo‘jaligi maxsulotlari yetishtirilib, ularning 43,2 foiz qismidagi ekinlarni sug‘orish uchun suv qabul qilish inshootlari orqali yetkazib berish hisobga olsak»<sup>1</sup>, irrigatsiya tizimlarini suv qabul qilish inshootlarining maqbul parametrlarini ishlab chiqib, amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan AQSh, Xitoy, Hindiston, Niderlandiya kabi ilg‘or gidrotexnika tizimlariga ega mamlakatlarda irrigatsiya tizimlarini samarali boshqarish, suv qabul qilish inshootlarining gidravlik ish rejimlarini optimallashtirish, oqim tezligini tartibga solish hamda daryo oqiziqalarining suv qabul qilish inshootlariga ta’sirini kamaytirishga qaratilgan ilg‘or texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda suv qabul qilish inshootlarini loyqa bosishdan saqlash maqsadida ularning oqim tezligiga bog‘liq holda muallaq va tub oqiziqalarning cho‘kish jadalligini hisobga olib, gidravlik hamda matematik modellashtirish mezonlari asosida konstruksiyalarini takomillashtirishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada irrigatsiya tizimlarida suv resurslaridan samarali foydalanishda, oqim tarkibidagi daryo oqiziqalarini fraksiyalarga ajratib suv qabul qilish inshootlarining barqaror ishlashini ta’minlash hamda daryo oqiziqalarining oqim jarayoniga ta’sirini chuqur o‘rganish orqali inshootning parametrlari va ish rejimlarini asoslashga alohida e’tibor berilmoqda.

Respublikamizda suv qabul qilish inshootlarining boshqarish tizimini tubdan isloh qilish, samaradorligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni yaratish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazish va ularni amalda qo‘llash yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. Bu borada, «O‘zbekiston - 2030» strategiyasida<sup>2</sup> II «Barqaror iqtisodiy o‘sinh orqali aholi farovonligini ta’minlash» yo‘nalishida, jumladan «.....makroiqtisodiy barqarorlik hamda iqtisodiy rivojlanishni zarur darajadagi energetika, suv va infratuzilma resurslari bilan ta’minlash» bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, suv xo‘jaligi inshootlarini loyihalash, suv qabul qilish inshootlarida loyqa to‘planishining oldini olish bo‘yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqish va o‘zgaruvchan ish sharoitlariga moslashgan, texnik va texnologik jihatdan modernizatsiyalangan suv qabul qilish inshootlarini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlanirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”<sup>3</sup>, 2019 yil 17 iyundagi PF-5742-son “Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish choratadbirlari to‘g‘risida” gi farmonlari, 2017

<sup>1</sup> [www.amm.org.ua](http://www.amm.org.ua)/Понятие и состав земель сельскохозяйственного назначения.

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 11.09.2023 yildagi PF-158-son

<sup>3</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 07.02.2017 yildagi PF-4947-son

yil 23 avgustdagi PQ-3238-son “Zamonaviy energiya samarador va energiya tejevchi texnologiyalarni tadbiq etishni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”, 2019 yil 9 oktabrdagi PQ-4486-son “Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2023 yil 1 dekabrda O‘RQ–865-son “Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to‘g‘risida”<sup>4</sup> gi, 2020-yil 10-iyuldagi “O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6024-son Farmoni<sup>2</sup> hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

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

**Muammoni o‘rganilganlik darajasi:** Ochiq o‘zarlarda daryo oqiziqqlarining harakat nazariyasini va hisoblash usullarini ishlab chiqishda M.A.Velikanov, S.T.Altunin, I.I.Levi, K.I.Rossinskiy, I.A.Kuzmin, S.X.Abalyans, I.F.Karasev, A.V.Karushev, A.N.Gostunskiy, K.V.Grishanin, Y.A. Ibad-Zade, Y.K.Rabkova, V.K.Debolskiy, B.A.Fidman, I.A.Sherenkov, A.M.Muxamedov, Q.Sh.Latipov, X.A.Ismagilov, F.X.Xikmatov, A.M.Arifjanov, A.M.Fatxulloev, S.S.Eshev, L.N.Samiyev va boshqalar. Gidrotexnik qurilish sohasida gidrotexnik inshootlarni ekspluatatsiya qilish nazariyasi masalalariga katta e‘tibor qaratilgan. Bu borada ilmiy tadqiqotlar S.Ye.Mirxulava, I.N.Ivashenko, V.S.Pepoyan, S.G.Shulman, D.V.Stefanishin, O.M.Finagenov, M.M.Mirsaidov, M.R.Bakiyev, E.J.Maxmudov, T.Z.Sultanov, A.A.Yangiev va boshqalar tomonidan o‘tkazilgan. Sug‘orish nasos stansiyasi suv olish inshootlari konstruksiyasini takomillashtirish va ularni samaradorlik bilan ishlatish masalalari bir qator olimlar tomonidan olib borilgan T.V.Gavrilenko, A.M.Magomedov, S.A.Petuxov, A.L.Raxmanov, B.A.Colnshkov, V.V.Bajenov, I.E.Mahmudov. K.R.Allaev, Sh.X.Rahimov, T.S.Kamalov, M.M.Muhammadiev, M.M.Mamajanov, R.R.Ergashevlar ilmiy tadqiqot ishlarida nasos stansiyalarning ishlash samaradorligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishgan.

Respublikamizda irrigatsiya tizimlaridagi suv qabul qilish inshootlarining gidravlik hisobi va konstruktiv parametrlarini takomillashtirish bo‘yicha M.Mamajanov, M.M.Muxammadiev, A.M.Arifjonov, O.Y.Glovatskiy, B.U.Urishev, B.M.Shakirov, N.Raxmatov. F.Nosirov, R.Ergashev va boshqalar tomonidan bajarilgan.

Mazkur tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan turli izlanishlarga qaramasdan, suv qabul qilish inshootlarida oqim harakatining kinematikasi, daryo oqiziqqlarining taqsimoti, gidravlik va matematik modellashtirish asosida konstruksiyalarini takomillashtirish, suv qabul qilish inshootlarni daryo oqiziqqlardan tozalash usullari bo‘yicha tadqiqotlar yetarlicha o‘tkazilmagan.

---

<sup>4</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 10.07.2020 yildagi PF-6024-son

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.**

Dissertatsiya tadqiqoti "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining 7-son "Irrigatsiya tizimlari, gidrotexnik inshootlar va suv omborlarning gidravlik va gidrologik jarayonlarini ilmiy asoslarini ishlab chiqish" (2020-2023), AK-006/22-sonli "Sug'orish tizimlarini loyqa-cho'kindilardan tozalash texnologiyasini takomillashtirish" (2022) mavzularidagi amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** Suv qabul qilish inshootlarida oqim kinematik strukturasi inobatga olib, daryo oqiziqqlarni samarali boshqaruvchi inshoot konstruktiv elementlarini asoslashdan iborat.

**Tadqiqot vazifalari:**

suv qabul qilish inshootlarida oqiziqqlar taqsimotiga oid nazariy va amaliy tadqiqotlar tahlili;

tabiiy dala sharoitida oqim kinematik parametrlari, daryo oqiziqqlari taqsimoti va uning tarkibiy qismini tadqiqoti;

suv qabul qilish inshootlarida daryo oqiziqqlari taqsimotiga oqim kinematikasi ta'sirini ifodalovchi modelni ishlab chiqish;

suv qabul qilish inshootlarida daryo oqiziqqlarni samarali boshqaruvchi inshoot konstruktiv elementlarini takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida Katta Farg'ona magistral kanalidan suv qabul qiluvchi Dehqonobod, So'x shohimardon soy kanali-1 va So'x nasos stansiyalarining suv qabul qilish inshootlari olingan.

**Tadqiqotning predmetini** suv qabul qilish inshootlari tarkibida loyqa suv oqimining tekis taqsimlanish jarayoni, oqim kinematikasi va daryo oqiziqqlarining taqsimotini ifodalovchi analitik bog'lanishlar va matematik modellarning shakllantirilishi, suv qabul qilish inshootlarining gidravlik parametrlarini, ish sharoitlari va ko'rsatkichlarini tahlil qilish hamda ularning o'zgarish qonuniyatlarini xisoblanadi.

**Tadqiqot usullari.** Tadqiqot jarayonida "Tezlik maydon" usuli, gidravlika va gidrologiyada umum qabul qilingan uslublarda hamda gidrodinamikaning qonulari asosida matematik modellar tuzish, olingan ma'lumotlarni qayta ishlashda matematik-statistik tahlil usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

suv qabul qilish inshootlarida oqimning notekis harakatida tezlik taqsimotiga daryo oqiziqqlarining fraksion tarkibini ta'sirini inobatga olib oqim kinematikasini ifodalovchi matematik modeli ishlab chiqilgan;

daryo oqiziqqlarini mexanik tarkibini hamda notekis harakatini inobatga olib suv qabul qilish inshootining uzunligi bo'ylab taqsimotini  $S_i$  hisoblash usulini  $\varepsilon = 0.07 \cdot \exp\{-0.82\bar{d}\}$  bog'liqlik orqali takomillashtirilgan;

ochiq o‘zanlarda daryo oqizqlarini oqim uzunligi va chuqurligi bo‘ylab o‘zgaruvchanligini inobatga olib suv qabul qiluvchi inshoot konstruksiyasini oqim chuqurligi va eni bo‘yicha oshib boruvchi shaklida ishlab chiqilgan; suv qabul qilish inshootlaridan foydalanish samaradorligini oshirishda oqim energiyasidan foydalanib, daryo oqizqlarini gidravlik tozalashni ta‘minlaydigan qurilma konstruksiyasi va hisoblash usuli tavsiya etilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

daryo oqizqlarining fraksion tarkibini va oqimning kinematik strukturasi inobatga olib, oqizqlarni suv qabul qilish inshootining uzunligi bo‘ylab taqsimotini hisoblash usuli takomillashtirilgan;

suv qabul qilish inshootlarini loyqa bosishdan himoya qilishda oqizqlarni boshqaruvchi inshootning konstruktiv elementlari ishlab chiqilgan;

daryo oqizqlarining taqsimotini fraksiyalarga ajratib boshqarish, suv qabul qilish inshootlaridan foydalanish samaradorligini oshirishda daryo oqizqlarini oqim energiyasidan foydalanib, gidravlik tozalashni ta‘minlaydigan elektron hisoblash dasturi ishlab chiqilgan (DGU 27625).

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Suv qabul qilish inshootlarida loyqa suv oqimining tekis taqsimlanish jarayoni, oqim kinematikasi va daryo oqizqlarining taqsimoti nazariy va matematik modellashtirish asosida aniqlangan bo‘lib, olingan natijalar dala tadqiqotlari hamda matematik modellashtirish ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati suv qabul qilish inshootlarida oqimning kinematik parametrlari taqsimotini matematik modelning turbulentslik  $k-\epsilon$  modeli asosida ishlab chiqilganligi, daryo oqizqlarini boshqarishda inshootlar konstruktiv elementlarini oqimning kinematik strukturasi inobatga olib ishlab chiqilganligi, oqizqlarini oqim chuqurligi va ko‘ndalang kesimi bo‘ylab o‘zgaruvchanligini inobatga olib oqizqlarni inshoot uzunligi bo‘ylab taqsimotini hisoblash usuli takomillashtirganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalari irrigatsiya tizimlaridagi suv qabul qilish inshootlariga cho‘kkan loyqa oqizqlarni oqim energiyasidan samarali foydalanish orqali yarim aylana shaklidagi ostonaga yordamida tozalash hamda daryo oqizqlarini resurs sifatida qayta ishlash imkoniyatlari bilan izohlanadi.

**Tadqiqotlar natijalarining joriy qilinishi.** Irrigatsiya tizimlaridagi suv qabul qilish inshootlarining gidravlik parametrlarini asoslash bo‘yicha olingan natijalar asosida:

Katta Farg‘ona magistral kanalidan oqim bilan kirib kelayotgan daryo oqizqlarining miqdori, kamaytirish bo‘yicha tavsiyalar “Katta Farg‘ona magistral kanali” boshqarmasida joriy qilingan (Suv xo‘jaligi vazirligining 2024-yil 23-sentabr №-05/13-3441-son ma‘lumotnomasi). Natijada kanaldan suv olishda  $d \geq 0.1$  mm dan yuqori bo‘lgan daryo oqizqlarini fraksiyalariga ajratib boshqarish imkoniyati yaratilgan;

suv qabul qilish inshootlarida daryo oqizqlarning yarim aylana shaklidagi ostonada yig‘ish bo‘yicha tavsiyalar “Nasos stansiyalari va energetika boshqarmasi”

tasarrufidagi Dehqonobod, KFK – SShK-1 va KFK-So‘x nasos stansiyalarida joriy qilingan (Suv xo‘jaligi vazirligining 2024-yil 23-sentabr №-05/13-3441-son ma’lumotnomasi). Natijada suv qabul qilish inshootiga o‘rnatilgan ostonada hisobiy davr uchun  $W_{um}=1044 \text{ m}^3$  loyqa cho‘kindilarni olib qolish imkoniyati yaratilgan;

irrigatsiya kanallaridagi suv qabul qilish inshootlarida loyqa cho‘kindilarni oqim energiyasidan foydalanib, tozalash usuli bo‘yicha tavsiyalar “Sirdaryo-So‘x irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi” da joriy qilinganligi (Suv xo‘jaligi vazirligining 2024-yil 23-sentabr №-05/13-3441-son ma’lumotnomasi. Natijada, daryo oqiziqklarining yarim aylana shaklidagi ostona orqali to‘kuvchi yama tomon yo‘naltirilishi hisobiga ekspluatatsion xarajatlar 1,5 martagacha kamaygan va nasoslarning ishchi g‘ildiraklarining loyqa ta’sirida yemirilish darajasi pasayib, ularning xizmat muddati 1 yildan 3 yilgacha ishlash imkoniyatiga erishilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 6 ta xalqaro va 1 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 22 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 15 ta maqola, jumladan, 11 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan, intellektual mulk agentligidan 2 ta EHM dasturi uchun guvohnomalar olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 119 betni tashkil etgan.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

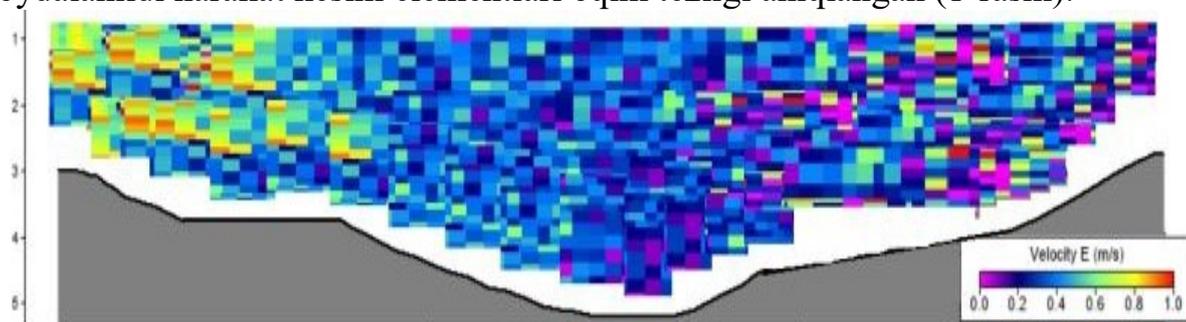
**Kirish** qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekt va predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilinishi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya hajmi va tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiya ishining “**Suv qabul qilish inshootlarida oqim harakati va daryo oqiziqklarining taqsimotiga doir nazariy va amaliy tadqiqotlar tahlili**” deb nomlangan birinchi bobda VOSviewer dasturi asosida olib borilgan nazariy va eksperimental natijalar tahlili orqali suv qabul qilish inshootlarida daryo oqiziqklarini boshqarish va tozalashning joriy holati, foydalanish imkoniyatlari, loyqa cho‘kindilarni tozalashning gidravlik va texnologik usullari aniqlanib, tadqiqotning asosiy vazifalari shakllantirilgan.

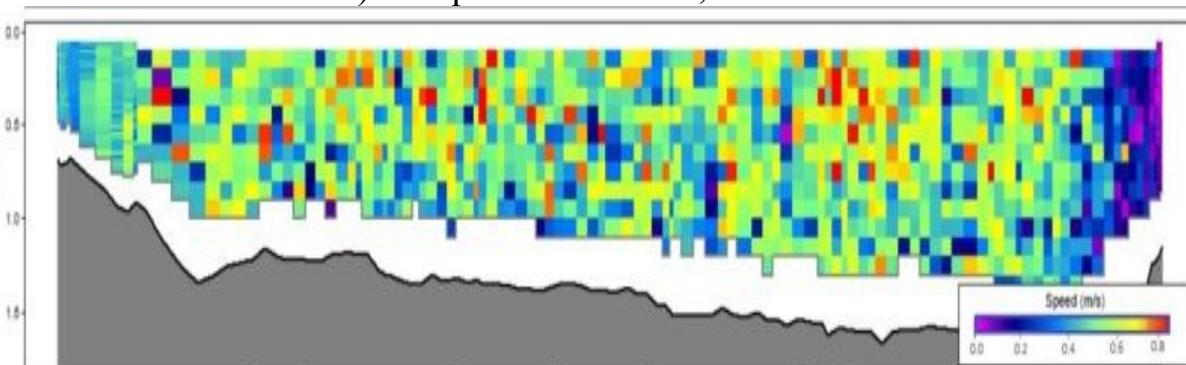
Dissertatsiya ishining “**Tabiiy dala sharoitida suv qabul qilish inshootlarida daryo oqiziqqlarni taqsimotining tadqiqoti**” deb nomlangan ikkinchi bobida tanlab olingan tadqiqot obektlarida tabiiy dala sharoitidagi tadqiqotlar va laboratoriya tahlillari natijalari keltirilgan.

Tadqiqot obyekti sifatida Dehqonobod, KFK-SShK-1 va KFK-So‘x nasos stansiyalarining suv qabul qilish inshootlari tanlab olingan. Tabiiy dala tadqiqotlarida suv qabul qilish inshootlarining daryo oqiziqalari taqsimoti bo‘yicha izlanishlar olib borilgan. Yuqoridagi keltirib o‘tilgan inshootlarda oqimning gidravlik parametrlarini o‘lchash maqsadida xarakterli stvorlar tanlab olingan.

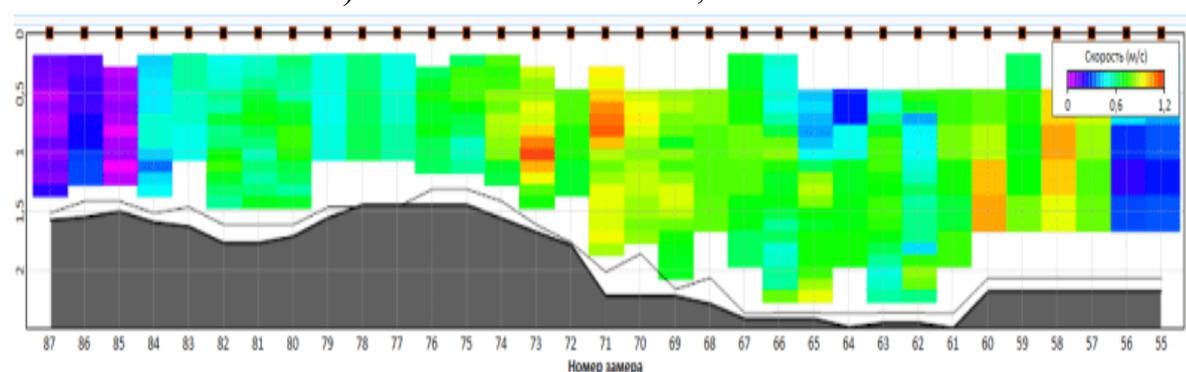
Dehqonobod, KFK-SShK-1 va KFK-So‘x nasos stansiyalarining suv qabul qilish inshootlarida belgilab olingan stvorlarda har xil chuqurliklarda oqim tezligi va sarfini o‘lchash uchun mo‘ljallangan “SonTek RS5” maxsus mobil qurilmasidan foydalanildi harakat kesim elementlari oqim tezligi aniqlangan (1-rasm).



a) Dehqonobod. 3-stvor, PK864+64



b) KFK-SShK-1. 1-stvor, PK1512+06



c) KFK-So‘x. 3-stvor, PK1995+00

### 1-rasm. Tadqiqot obyektlarida o‘lchov natijalari (2023).

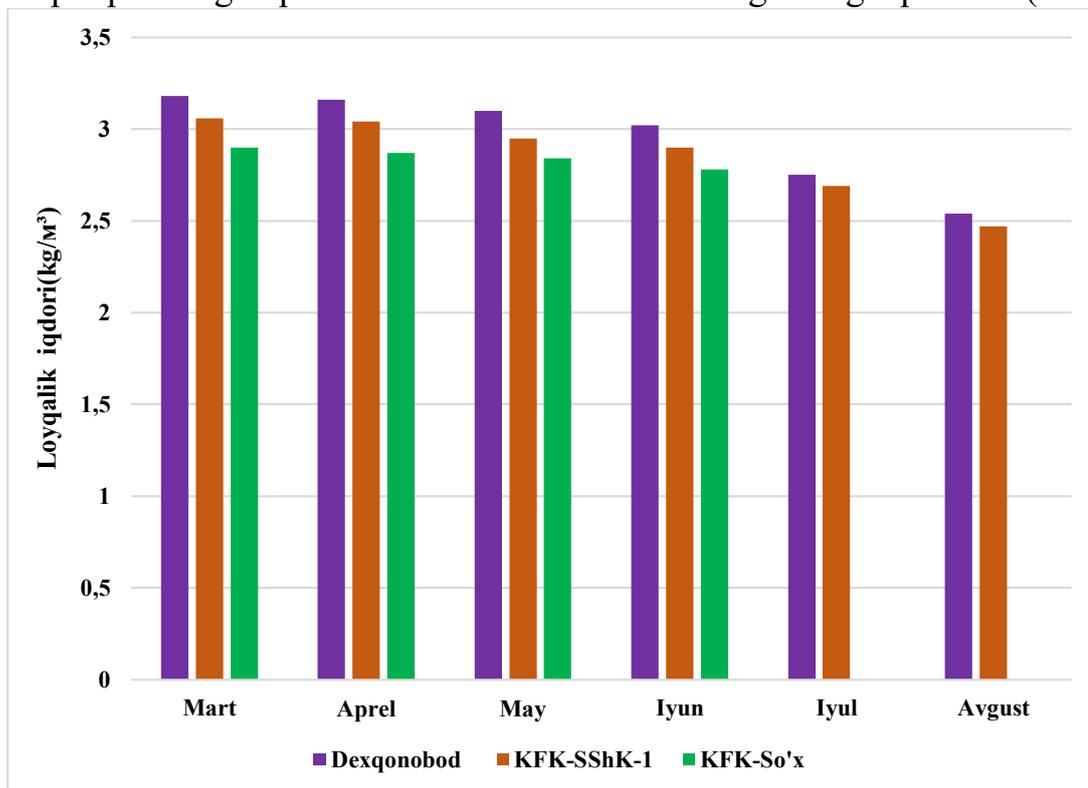
Har bir tanlab olingan stvorlarda oqimning gidravlik parametrlari bilan bir qatorda batometr yordamida loyqalik miqdori o‘lchandi va laboratoriya sharoitida loyqalikning fraksiyon tarkibi aniqlandi. Suv qabul qilish inshootlari olib borilgan tadqiqotlardan ma’lum bo‘ldiki, yillar davomida suv qabul qilish inshootining ishlash rejimi o‘zgargan bo‘lib, suv qabul qilish inshootining funksiyasi bajarish imkoniyati pasayib ketganligi, ya’ni inshoot shakli o‘zgarib loyqa cho‘kish jarayonlari jadallashgan holatlari ham kuzatildi.

Loyqalik miqdorini zamonaviy o‘lchov qurilmalaridan bir bo‘lgan Spektrofotometr UV755 qurilmasidan foydalanilgan. O‘lchangan loyqalikning fraksion tarkibi “Gidroproekt” AJ laboratoriyasidan foydalanib amalga oshirilgan.

Dehqonobod va KFK-SShK-1 suv qabul qilish inshootlarida oqimdagi loyqalik miqdori mart oyidan avgust oyiga qadar o‘zgarishlari tahlili keltirilgan. KFK-So‘x suv qabul qilish inshootida mart oyidan boshlab iyun oyiga qadar faoliyat olib borganligi sababli oqimdagi loyqalik miqdorini o‘zgarishlari tahlili inshootning ishchi davri uchun keltirib o‘tilgan.

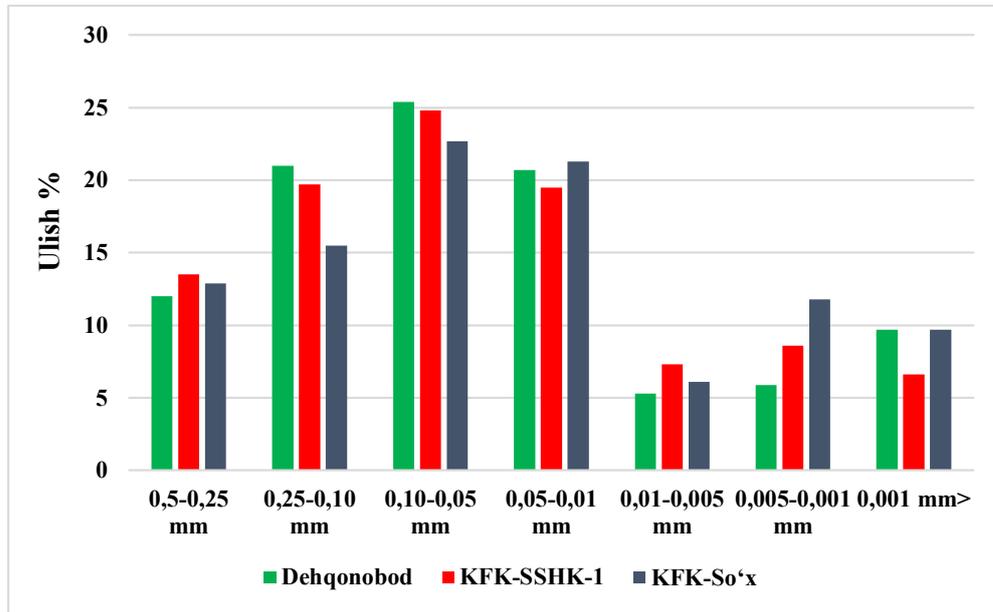
Olingan ma’lumotlar matematik statistik usullarida tahlil etilib, oqimdagi loyqalik miqdori sug‘orish davrlarining o‘zaro bo‘liqlik gistogrammasi ishlab chiqildi. Unga ko‘ra mart oyida oqimdagi loyqalik ulushi  $3.15-3 \text{ kg/m}^3$  dan o‘zgarishi aniqlangan bo‘lsa, bu natijalar avgust oyiga borib kamayishi kuzatildi ya’ni oqimdagi loyqalik ulushi  $2,4 \text{ kg/m}^3$  dan  $2,15 \text{ kg/m}^3$  gacha o‘zgarishi aniqlangan.

Dehqonobod, KFK-SShK, va KFK-So‘x nasos stansiyalarida olib borilgan tadqiqotlar suv qabul qilish inshootilarning ish rejimi, inshootning uzunligi bo‘ylab daryo oqizqlarining taqsimoti va fraksion tarkibini o‘rganishga qaratildi (2-rasm).



### 2-rasm. Oqimdagi loyqalik miqdori (2023).

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, grafikdan ko‘rinib turibdiki, mayda fraksiyalar orasida  $d = 0,1-0,05 \text{ mm}$  gabaritdagi zarrachalar ulushi 18–20% atrofida o‘zgarib, nisbatan barqaror taqsimlanish tendensiyasini namoyon qilmoqda. Shuningdek,  $d=0,05-0,01 \text{ mm}$  diapazonidagi yanada mayda zarrachalarning ulushi 14,5–17% oralig‘ida  $d=0,25-0,10 \text{ mm}$  fraksiyalar gidravlik sharoitlarga sezilarli darajada bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi.



### 3-rasm. Oqizilarning fraksiyon tarkibi taqsimoti (2023).

Yuqoridagilardan xulosa qilib, daryo oqizilarning suv qabul qilish inshootlaridagi taqsimoti oqizilarning gidromexanik va oqimning gidrodinamik parametrlariga bog'liqligi aniqlandi. Bu, o'z navbatida, inshootlarning ishlash samaradorligini yaxshilash va loyqa cho'kindilardan tozalashning samarali usullarini ishlab chiqish uchun muhim ahamiyatga ega.

Dissertatsiya ishining “Suv qabul qilish inshootlarida oqim kinematik parametrlari va daryo oqizilari taqsimotining matematik modeli” deb nomlangan uchinchi bobida suv qabul qilish inshootlarida oqimning kinematik parametrlari va daryo oqizilarning harakatini matematik jihatdan modellashtirish ishlari amalga oshirilgan bo'lib, RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) yondashuvi asosida k-ε turbulent modelidan foydalanib, oqim tezligi va daryo oqizilarning cho'kish traektoriyasini aniqlash bo'yicha nazariy tadqiqotlar olib borilgan.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial \rho \bar{V}_x}{\partial x} + \frac{\partial \rho \bar{V}_y}{\partial y} + \frac{\partial \rho \bar{V}_z}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial C_\rho}{\partial \tau} + \frac{\partial C_\rho \bar{V}_{px}}{\partial x} + \frac{\partial C_\rho \bar{V}_{py}}{\partial y} + \frac{\partial C_\rho \bar{V}_{pz}}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial C_\rho}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D \frac{\partial C_\rho}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D \frac{\partial C_\rho}{\partial z} \right), \\ \rho \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial \tau} + \rho \bar{V}_x \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial x} + \rho \bar{V}_y \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial y} + \rho \bar{V}_z \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial z} + \frac{\partial \bar{p}}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial y} \right) + \\ &+ \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial \overline{\rho g_x g_x}}{\partial x} - \frac{\partial \overline{\rho g_x g_y}}{\partial y} - \frac{\partial \overline{\rho g_x g_z}}{\partial z} + \sum_{i=1}^N \frac{\rho_{\rho i}}{\rho} k_i (\bar{V}_{px} - \bar{V}_x); \\ \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial \tau} + \rho \bar{V}_x \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial x} + \rho \bar{V}_y \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial y} + \rho \bar{V}_z \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial z} + \frac{\partial \bar{p}}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial y} \right) + \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned}
& + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial z} \right) - \frac{\partial \rho \bar{g}_x \bar{g}_y}{\partial x} - \frac{\partial \rho \bar{g}_y \bar{g}_y}{\partial y} - \frac{\partial \rho \bar{g}_y \bar{g}_z}{\partial z} + \sum_{i=1}^N \frac{\rho_{\rho i}}{\rho} k_i (\bar{V}_{py} - \bar{V}_y); \\
& \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial \tau} + \rho \bar{V}_x \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial x} + \rho \bar{V}_y \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial y} + \rho \bar{V}_z \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial z} + \frac{\partial \bar{p}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial y} \right) + \\
& + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial \rho \bar{g}_x \bar{g}_z}{\partial x} - \frac{\partial \rho \bar{g}_y \bar{g}_z}{\partial y} - \frac{\partial \rho \bar{g}_z \bar{g}_z}{\partial z} + \sum_{i=1}^N \frac{\rho_{\rho i}}{\rho} k_i (\bar{V}_{pz} - \bar{V}_z) - F_z; \\
& \frac{\partial V_{px}}{\partial \tau} + V_{px} \frac{\partial V_{px}}{\partial x} + V_{py} \frac{\partial V_{px}}{\partial y} + V_{pz} \frac{\partial V_{px}}{\partial z} = k_i (V_x - V_{px}), \\
& \frac{\partial V_{py}}{\partial \tau} + V_{px} \frac{\partial V_{py}}{\partial x} + V_{py} \frac{\partial V_{py}}{\partial y} + V_{pz} \frac{\partial V_{py}}{\partial z} = k_i (V_y - V_{py}), \\
& \frac{\partial V_{pz}}{\partial \tau} + V_{px} \frac{\partial V_{pz}}{\partial x} + V_{py} \frac{\partial V_{pz}}{\partial y} + V_{pz} \frac{\partial V_{pz}}{\partial z} = k_i (V_z - V_{pz}) - F_z,
\end{aligned} \right. \quad (1)$$

Yuqoridagi tenglamalarda  $\bar{g}_x, \bar{g}_y, \bar{g}_z$  o'rtacha oqim tezligi vektorining komponentlari mos ravishda,  $g_{px}, g_{py}, g_{pz}$  o'rtacha zarrachaning tezligi vektorining komponentlari mos ravishda p-gidrostatik bosim,  $\nu$ -suyuqlikni kinematik qovushqoqligi.  $\rho$ -suyuqlikni zichligi.  $C_{\rho}$ -zarrachaning konsentratsiyasi,  $F_z$ -og'irlik kuchi,  $D$ -qattiq fazaning diffuziya koeffitsienti  $D = \frac{\rho}{\rho + \rho_{\rho}} \frac{\nu + \nu_t}{Sc}$ ,  $Sc$ -Shmid

koeffitsienti,  $k_i = \frac{18\rho\nu}{\rho_{\rho}\delta_i^2}$  - Stoks parametri,  $i$ -fraksiya uchun.

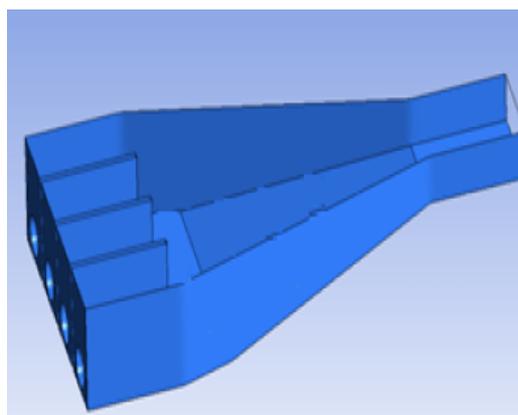
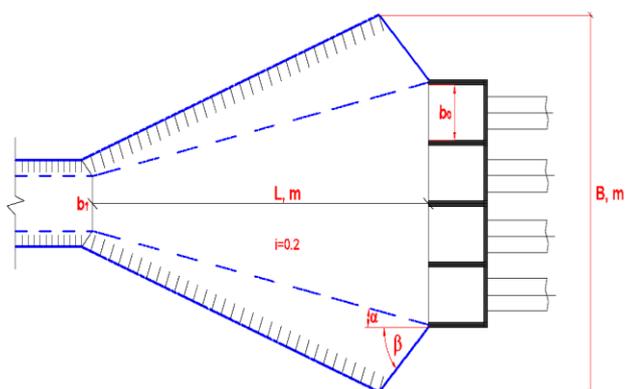
Yuqoridagi (1) tenglamalar sistemasi ochiq hisoblanadi buni yopish uchun Bussinesk gipotizasidan foydalaniladi.

$$-\rho \bar{g}_i \bar{g}_j = 2\mu_t S_{ij} - \rho \frac{2}{3} k \delta_{ij} \quad (2)$$

Yuqoridagi (2) tenglamaning o'ng tomonidagi oxirgi had birlik hajmdagi turbulent kuchni difoalaydi, bu yerda,  $\mu_t$  - turbulent dinamik yopishqoqligi, suyuqlikning pulsatsiyalanuvchi tezligini ifodalaydi.

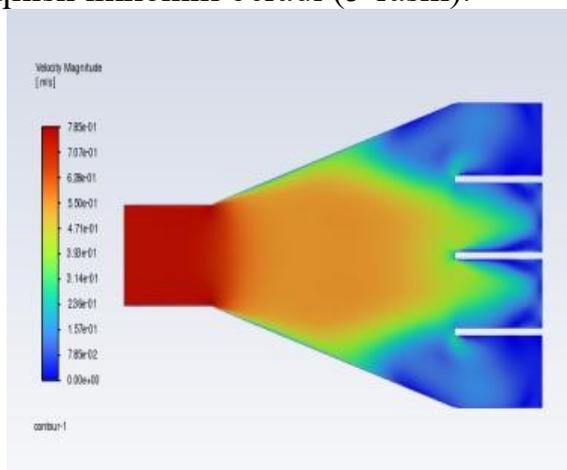
RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) yondashuvi turbulent oqimni o'rtacha tezlik va pulsatsion tezlik yig'indisi sifatida ifodalaydi. Bu yondashuv Navier-Stoks tenglamalariga qo'llanilganda va vaqt bo'yicha o'rtachalash amalga oshirilganda, natijada Reynolds tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi.

Ushbu tenglamalarni yechish uchun qo'shimcha yopilish munosabatlarini talab qiladigan yarim empirik turbulentlik modellari qo'llaniladi. Muhandislik masalalarini matematik usullar yordamida hal qilishda, turbulent oqimning asosiy xususiyatlarini ifodalashda hamda turbulent harakatning dinamik tahlilini amalga oshirishda k- $\epsilon$  turbulentlik modeli keng qo'llanilgan bo'lib, u turbulent energiya ( $k$ ) va dissipatsiya tezligi ( $\epsilon$ ) tenglamalari asosida turbulent harakatni tavsiflashga hamda oqim strukturasi haqida batafsil ma'lumot olishga imkon beradi.

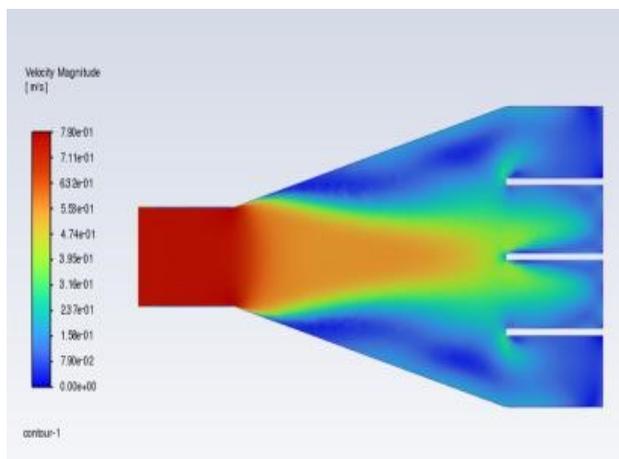


**4-rasm. Suv qabul qilish inshootining sxematik ko‘rinishi.**

RANS yondashuvi asosida  $k-\varepsilon$  turbulentslik modelidan foydalanib, suv qabul qilish inshootlaridagi tezlik izochiziqlarini ko‘rib chiqilgan bo‘lib, ushbu izo-liniyalar gidrodinamik parametrlarni va model hajmini turli qismlarida taqsimlanishini ifodalab beradi. Bu o‘z navbatida oqim xususiyatlarini batafsil tahlil qilish imkonini beradi (5-rasm).



a) sirt



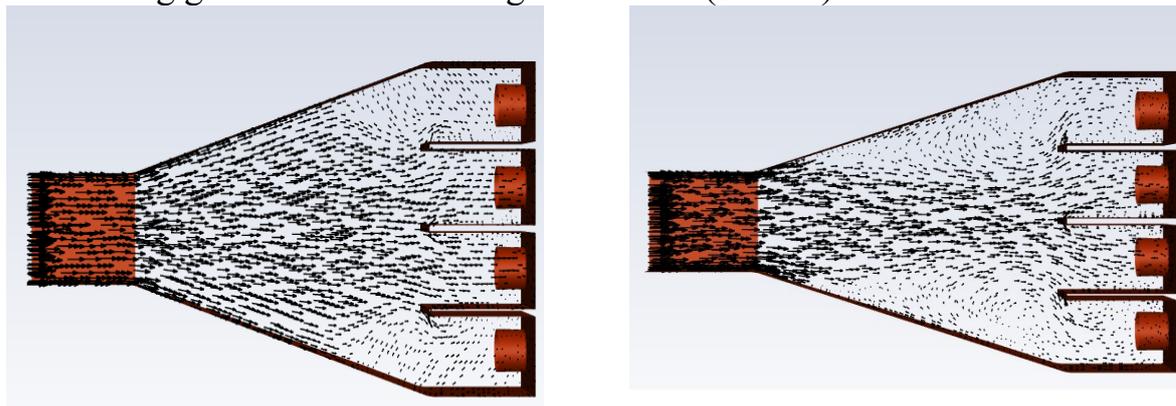
b) h=1 metr chuqurlikda

**5-rasm. Tezlik izochiziqlari.**

Tezlik vektori oqimning har bir nuqtasidagi holatini tavsiflaydi va uning umumiy harakati va o‘zgarishlarini aniqlashda muhim parametr hisoblanadi. Suv qabul qilish inshootlarida tezlik izochiziqlari tahlil qilinganda,  $h=1$  m chuqurlikda va sirtga nisbatan tezlikning keskin o‘zgarishlari kuzatiladi. Bu holat tezlik vektorining o‘zgarishi va oqimning murakkab taqsimlanishini ifodalaydi, bunda uyurmalar jadallashadi.

Gidravlik nuqtai nazardan, bunday tezlik o‘zgarishlari oqimning noaniqligini keltirib chiqarishi mumkin, bu esa inshootlarning samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun, tezlik vektorining chuqurlik va sirt bo‘yicha o‘zgarishlarini modellashtirishda inobatga olish juda muhimdir. Bu jarayon gidrotexnik inshootlar va irrigatsion tizimlarning samarali ishlashini ta’minlashda asosiy vosita hisoblanadi. Tezlik vektorining aniq taqsimlanishini hisobga olish,

oqim jarayonlarini yanada yaxshiroq modellashtirishga yordam beradi va tizimlarning gidravlik samaradorligini oshiradi (6-rasm).

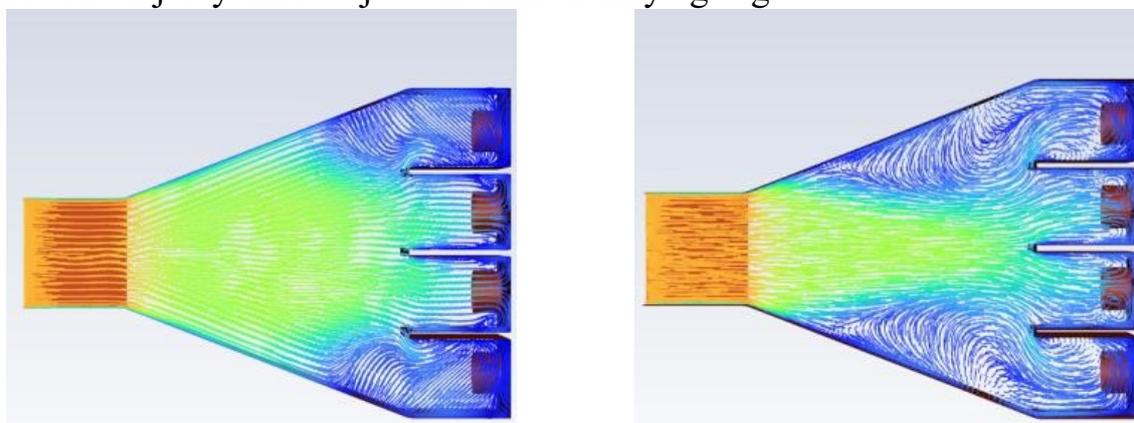


a) sirtida

b) h=1 metr chuqurlikda

### 6-rasm. Suv qabul qilish inshootida tezlik vektorini aniqlash.

Suv qabul qilish inshootlarida oqimning turbulentlik darajasini aniqlash uchun, oqim sirtidagi va h=1 m chuqurlikdagi zarrachalar tezlik vektori chiziqlari yordamida oqim chizig'i tasvirlangan. Bu vizualizatsiya yordamida oqimning harakati va uning murakkabligi aniq ko'rsatiladi, bu esa gidravlik analiz va modellashtirish jarayonlarida juda muhim ahamiyatga ega.



a) sirtida

b) h=1 metr chuqurlikda

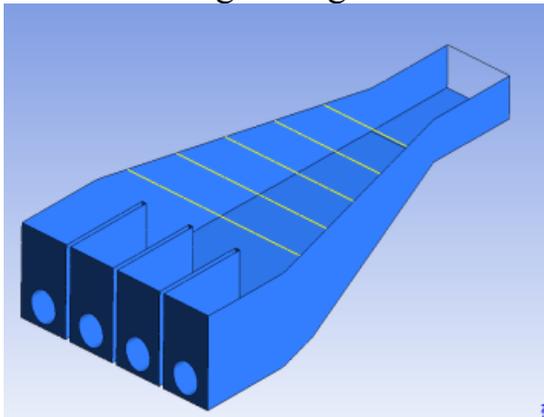
### 7- rasm. Suv qabul qilsih inshootida oqim chizig'i.

Suv qabul qilish inshootlarida oqim tezligining belgilangan srvorlarda ko'ndalang eni. Dala tadqiqotida o'lchov natijalari va  $k - \varepsilon$  turbulentlik modeli asosida hisoblangan qiymatlar solishtirilgan (8-rasm).

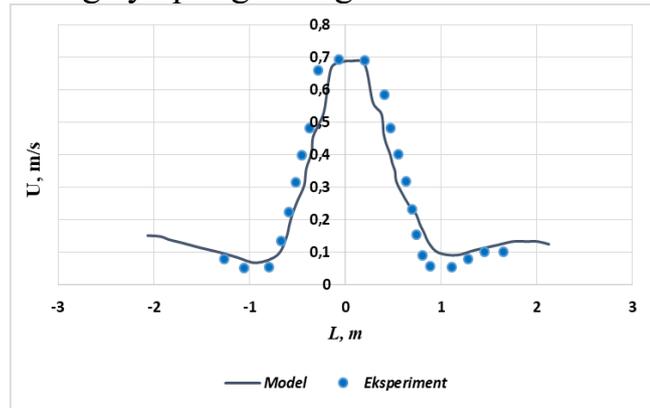
Natijalar shuni ko'rsatadiki, oqim tezligi taqsimoti ikkala holatda ham bir-biriga yaqin natijalarni beradi. Birinchi stvor misolida o'lchangan qiymatlarni ko'radigan bo'lsak oqim markazida  $v_{o'} = 0.58 \text{ m/s}$  maksimal qiymati kuzatiladi, modelda esa bu ko'rsatkich  $v_m = 0.57 \text{ m/s}$  ifodalamoqda. Suv qabul inshoot eni bo'ylab chetlarga siljinishi bilan oqim tezligi asta-sekin pasayib,  $v_{o'} = 0,13 \text{ m/s}$  bo'lsa modelda bu qiymatlardan biroz pasayganini  $v_{o'} = 0,12 \text{ m/s}$ . Yuqoridagilardan bilish mumkinki  $k - \varepsilon$  modeli yordamida hisoblangan oqim tezligi taqsimoti dala o'lchov natijalariga mos kelishini va modelning aniqligini tasdiqlaydi.

Ushbu natijalar  $k - \varepsilon$  modelining suv qabul qilish inshootlaridagi gidravlik jarayonlarni tahlil qilishda yuqori ishonchligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, real

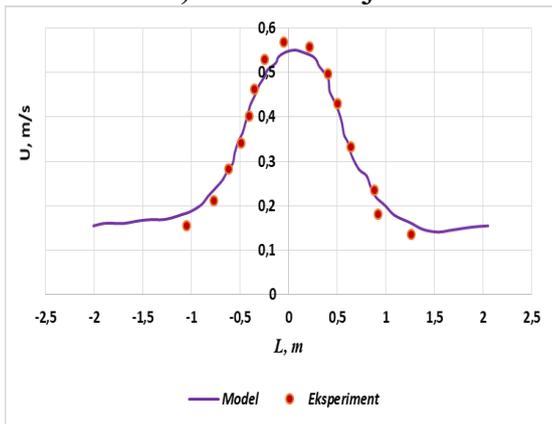
o'lovlar va model natijalari orasidagi kichik tafovutlar modellash parametrlarining mosligini va dala sharoitlarga yaqinligini anglatadi.



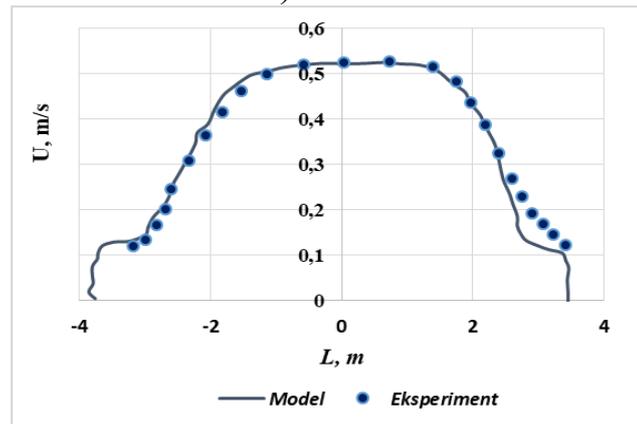
a) stvorlar rejasi



b) 1-stvor



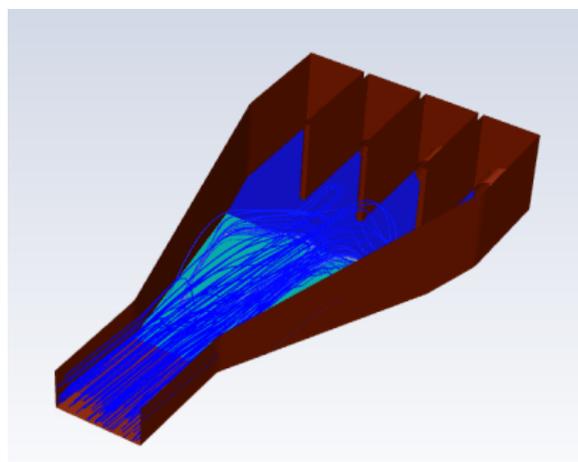
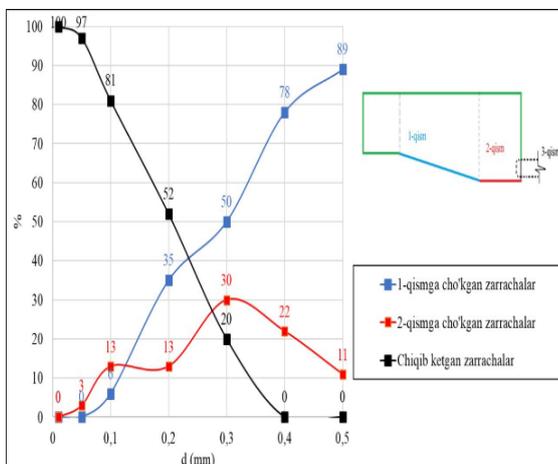
c) 2-stvor



d) 3-stvor

### 8- rasm. Oqim tezligi taqsimoti.

Dala tadqiqotidan aniqlangan loyqa zarrachalarining fraksiyon tarkibini inobatga olib model yordamida loyqa zarrachalarining cho'kish traektoriyasi aniqlash ishlari amalga oshirildi.



### 9- rasm Loyqa zarrachalarni cho'kishi va traektoriyasi.

Bunda suv qabul qilish inshooti 3 qismga bo'lib olinib, diametri 0.05 mm dan boshlab 0.5 mm gacha bo'lgan loyqa zarrachalarni turli xil qismlarga cho'kishi ko'rib o'tilgan (9- rasm). Zarrachalarning hajm bo'yicha taqsimlanishini va ularning

qismlar bo'yicha taqlanishi hamda cho'kishini ko'rsatadigan grafikdir. Modelda kirishdagi oqim tezligi 0.75 m/s bo'lganda diametri 0.05 mm zarrachalar 3% inshootni 2- qismiga cho'kmoqda, diametri 0.3 mm zarracha 50 %, 1- qismga 30 %, 2-qismga 20 % zarrachalar cho'kmoqda. Matematik modellashtirish yondashuvi nafaqat ilmiy ahamiyatga ega, balki olingan natijalar asosida suv ta'minoti inshootlarida oqimni barqarorlashtirish va oqizishlarni samarali boshqarish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishga imkon yaratadi.

Dissertatsiya ishining “**Suv qabul qilish inshootlarida daryo oqizmalarini boshqaruvchi inshoot konstruktiv elementlarni takomillashtirish**” deb nomlangan to'rtinchi bobida yuqorida ishlab chiqilgan matematik model va tabiiy dala tadqiqotlari natijalaridan kelib chiqib, inshootning konstruktiv parametrlari tavsiya etildi. Daryo oqizmalarini inshootlarda boshqarishda asosiy omil sifatida oqim tezligi va loyqalikning fraksion tarkibi e'tiborga olindi.

Taklif etilgan suv qabul qilish inshootini muvaffaqiyatli joriy etish uchun quyidagi bosqichlarni amalga oshirildi:

1. inshootga kirib keladigan kunlik umumiy loyqalik  $Q_{um}$  miqdorini va  $W_k$  loyqalik hajmini hisoblanildi;
2. inshootda qolishi lozim bo'lgan, ya'ni  $d \geq 0.1 \text{ mm}$  dan yuqori  $S_{0.1}$  cho'kindi miqdori aniqlandi;
3. inshootga o'rnatilgan ostonaning  $W_{um}$  loyqa cho'kindi olish hajmi hisoblandi.
4. suv qabul qilish inshootiga ostonaga o'rnatishning  $L_i$  masofasi aniqlandi.

Suv qabul qilish inshootiga kirib keladigan  $Q_{um}$  loyqalik miqdori quyidagi formulaga (3) asosida aniqlangan:

$$Q_{um} = S_{um} \cdot q_s \quad (3)$$

bu yerda:  $Q_{um}$  - umumiy loyqalik miqdori ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  $S_{um}$  - umumiy loyqalik konsentratsiyasi  $\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $q_s$  - suv sarfi ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

Kunlik loyqalik hajmini hisoblash uchun umumiy cho'kindi miqdorini aniqlash zarur bo'ladi. Bunda suv qabul qilish inshootiga kirib kelayotgan umumiy loyqa cho'kindilar miqdorini  $S_{0.1}$  –  $d \geq 0.1 \text{ mm}$  dan yuqori bo'lgan inshootda qolish lozim bo'lgan loyqalik miqdorini quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$Q_{0.1} = Q_{um} \cdot S_{0.1} \quad (4)$$

bu yerda:  $Q_{0.1}$  - suv qabul qilish inshooti ishlash muddatidagi loyqalik miqdori,  $S_{0.1}$  –  $d \geq 0.1 \text{ mm}$  dan yuqori bo'lgan loyqa zarrachalar ulushi.

Kunlik loyqalik hajmini hisoblash va umumiy cho'kindi miqdorini aniqlash uchun zarrachalarning o'lchami va ularning konsentratsiyasi tahlil qilinadi. Bu jarayon quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

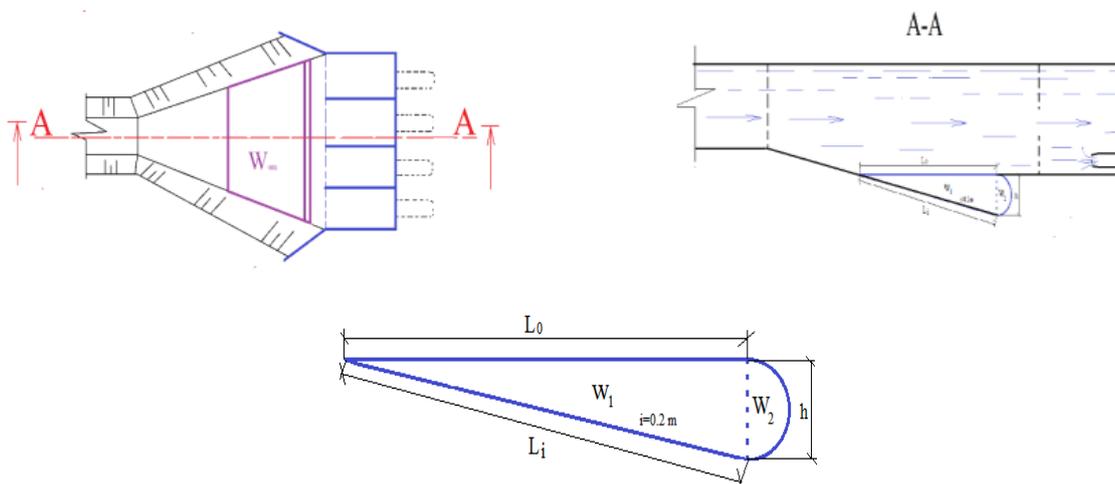
Loyqalik hajmini aniqlash:

$$W_k = \frac{Q_{0.1}}{\rho_z} \quad (5)$$

bu yerda:  $W_k$ -loyqalik hajmi ( $\text{m}^3/\text{sutka}$ ),  $\rho_z$  -loyqa zarrachalarining zichligi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Suv qabul qilish inshootiga o'rnatilgan ostonani  $W_{um}$  loyqa olish hajmini quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$W_{um} = W_1 + W_2 \quad (6)$$



### 10-rasm. Suv qabul qilish inshootida ostona parametrlarini hisoblash.

$W_1$  hajmini quyidagicha aniqlaniladi:

$$W_1 = V_{pri} - 2V_{pri} \quad (7)$$

Ushbu yarim aylana shaklidagi ostonani hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$W_2 = \frac{\pi h^2}{8} \cdot B \quad (8)$$

Suv qabul qilish inshootlarida daryo oqiziqclarini oqim uzunligi bo'yicha taqsimoti  $S_i$  -zarrachali loyqalik quyidagi ifoda orqali aniqlangan.

$$S_i = S_0 \exp \left\{ -\frac{\varepsilon_i W_i}{H_i \vartheta_i} x \right\} \quad (9)$$

bu yerda:  $S_0$  - stvoridagi loyqalik miqdori;  $W_i$ -gidravlik yiriklik;  $\vartheta_i$ -qimning o'rtacha tezligi;  $H_i$  - oqim chuqurligi;  $x$  - zarrachani cho'kish masofasi;  $\varepsilon$  - muallaqlashuv koeffitsienti.

Keltirilgan ifoda (9) oqim uzunligi bo'yicha oqiziqclarining muallaqlashuv koeffitsienti dala tadqiqotlarida olingan ma'lumotlar asosida quyidagicha aniqlangan:

$$\varepsilon = 0,07 \cdot \exp \left\{ -0,82 \bar{d} \right\}. \quad (10)$$

bu yerda:

$$\bar{d} = \frac{d_i}{d_m}$$

$d_i$  - qaralayotgan zarrachaning diametri,  $d_m$ - oqiziqclarining fraksion tarkibidagi oqiziq zarrachasining eng katta diametri.

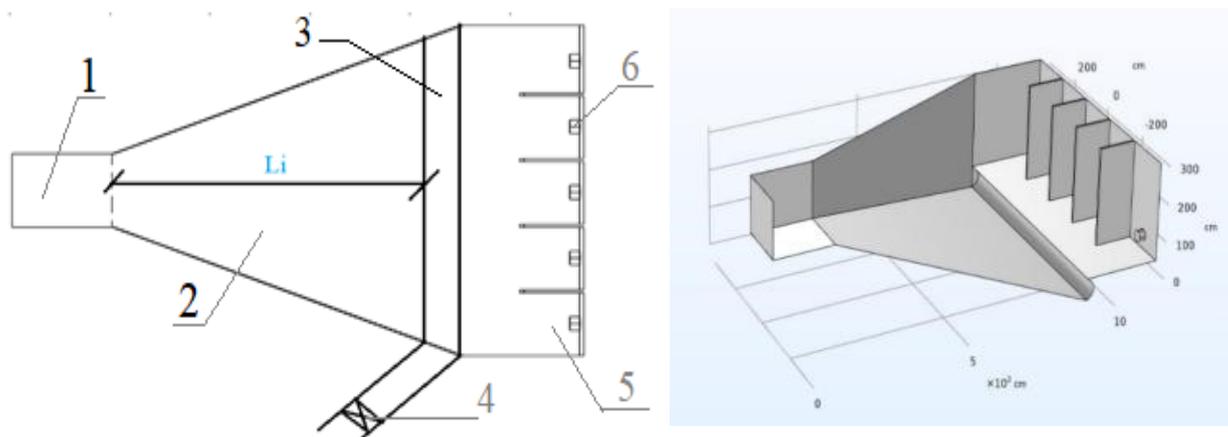
Suv qabul qilish inshootidagi oqim tarkibidagi daryo oqiziqclarining cho'kish masofasi oqim tezligini inobatga olib aniqlanadi. Ostonani kirish qismiga nisbatan o'rnatish masofasi quyidagi ifoda (9) orqali aniqlanadi.

$$\ln \frac{S_i}{S_0} = \frac{\varepsilon_i W_i}{\vartheta_i H_i} \cdot L_i \quad (11)$$

bundan:

$$L_i = \frac{\left(-\ln \frac{S_i}{S_0}\right) \cdot g_i H_i}{\varepsilon_i W} \quad (12)$$

Suv qabul qilish inshootlarini daryo oqiziqlaridan tozalash ularning samaradorligini oshirish va uzoq muddatli ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Daryo oqiziqlari vaqt o'tishi bilan inshootlarning suv qabul qilish quvvatini pasaytirib, gidravlik sharoitlarning yomonlashishiga olib kelishi mumkin. Bu esa nasos agregatlarining ish samaradorligini kamaytirib, ularning ortiqcha energiya sarflashiga va tezroq ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Ushbu texnologik yechim nafaqat suv qabul qilish jarayonining samaradorligini oshirish, balki inshootlarning ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga ham xizmat qiladi. Oqiziqlarning o'z vaqtida tozalanishi inshootlarning ishchi qismlariga tushadigan yuklamani kamaytirib, ularning xizmat muddatini uzaytiradi. Shuningdek, bu usul nasoslar va boshqa gidravlik jihozlarning eskirish darajasini pasaytirib, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlariga ketadigan xarajatlarni qisqartirish imkonini beradi.



**11 – rasm. Taklif etilayotgan ostonali suv qabul qilish inshooti.**

1- suv keltrish kanali; 2-suv qabul qilish inshooti; 3- ostona; 4-zadvijka; 5- suv qabul qilish kamerasi; 6-nasosning so‘rish quvuri.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan taklif va tavsiyalar Suv xo‘jaligi vazirligi tasarrufidagi “Nasos stansiyalari va energetika boshqarmasi”ga qarashli Dehqonobod, KFK-SShK-1 va KFK-So‘x nasos stansiyalarining suv qabul qilish inshootlariga tatbiq etildi. Tadqiqot natijalarining amaliy qo‘llanilishi natijasida irrigatsiya tizimlarini loyqa cho‘kindilardan tozalash hajmini kamaytirish orqali suv xo‘jaligi obyektlarining samaradorligi oshirildi hamda iqtisodiy tejamkorlikka erishildi.

## XULOSA

Suv qabul qilish inshootlarida oqim kinematik strukturasi inobatga olib, daryo oqiziqlarini samarali boshqaruvchi inshoot konstruktiv elementlarini asoslash bo‘yicha olib borilgan taqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Suv qabul qilish inshootlariga oqim bilan birga daryo oqiziqtlari harakatlanishi natijasida inshootning o'ng va chap devorlari yaqinida loyqa cho'kishi, shuningdek, inshootning konsolli kengayish burchagida o'zgarishlar kuzatilgan. Natijada, suv qabul qilish inshootidagi oqim tezligi kirishdagi tezlikka nisbatan inshoot markazida 10-15% ga farq qilishi daryo oqiziqtlarining nasos stansiyasiga kirib ketishiga olib kelmoqda. Bu esa ishchi g'ildiraklarning xizmat muddatini bir mavsum foydalanishiga sabab bo'lmoqda.

2. RANS yondashuvi va  $k-\varepsilon$  turbulentslik modeli asosida olib borilgan matematik modellashirish natijalari suv qabul qilish inshootlarida turbulent oqim darajasining chuqurlik bo'yicha sezilarli darajada o'zgarishini tasdiqladi. Bussinesk gipotezasi asosida hisoblangan turbulent yopishqoqlik koeffitsienti oqiziqtlarning cho'kish traektoriyasini aniqlash imkonini berdi. Hisoblash natijalariga ko'ra, kirishdagi oqim tezligi 0,75 m/s bo'lganda, diametri 0,05 mm bo'lgan zarrachalarning 3% suv qabul qilish inshootining 2-qismida cho'kishi aniqlandi. Shuningdek, diametri 0,3 mm bo'lgan zarrachalarning 50% cho'kib, ulardan 30% inshootning 1-qismida, 20% (0,2 massaviy ulush) esa 2-qismida to'planishi qayd etilgan.

3. Tabiiy dala sharoitida Katta Farg'ona magistral kanalidagi Dehqonobod, So'x Shohimardon soy kanali-1 va So'x nasos stansiyalarining suv qabul qilish inshootlarida olib borilgan tadqiqotlar natijasida to'plangan ma'lumotlar matematik statistika usullari asosida qayta ishlanib, hisoblash usullarining adekvatligi baholandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, suv qabul qilish inshootining uzunligi bo'ylab oqiziqtlar taqsimotini tavsiflovchi  $S_i$  ifodasidagi muallaqlashuv koeffitsienti quyidagi eksponensial bog'lanish orqali  $\varepsilon = 0.07 \cdot \exp\{-0.82\bar{d}\}$  aniqlashga erishilgan.

4. Suv qabul qilish inshootlarini samarali loyihalash va ekspluatatsiya qilish uchun daryo oqiziqtlarining tarkibi, harakat rejimlari hamda oqim kinematikasi xususiyatlarini hisobga olish zarur. Tadqiqot natijalariga ko'ra, inshoot kirish qismida oqim tezligi **0,70 m/s** bo'lganda, o'ng va chap devorlar yaqinida **0,4–0,5 m/s** gacha farqlanish kuzatilib, loyqa cho'kishi faqat ostona hududida sodir bo'lishi ta'minlandi.

5. Suv qabul qilish inshootiga oqim bilan kirib kelayotgan daryo oqiziqtlarining diametri  $d \geq 0.1$  mm bo'lgan fraksiyalarini ajratish va boshqarish usullari ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, yarim aylana shaklidagi ostonada oqiziqtlarni yig'ish orqali cho'kindilarni hisobiy davr davomida  $W_{um}=1044$  m<sup>3</sup> loyqa cho'kindilarni ushlab qolish imkonini berdi.

6. Tadqiqot natijalari asosida Dehqonobod, So'x shohimardon soy kanali-1 va So'x nasos stansiyalarining suv qabul qilish inshootlari uchun gidravlik parametrlarni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar berildi. Ishlanmalarning ijtimoiy va iqtisodiy samaradorligi baholandi, natijada yillik 66,8 million so'mgacha tejash va 115 million so'mgacha daromad olish mumkinligi aniqlandi. Umumiy iqtisodiy samaradorlik 181.9 million so'mni tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/07.06.2024.Т.106.07  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
ПРИ ФЕРГАНСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**  

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
“ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА”**

**САТТОРОВ АЛИМАРДОН ХАМДАМАЛИЕВИЧ**

**ОБОСНОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ВОДОПРИЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**05.09.07 – Гидравлика и инженерная гидрология**

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

**Фергана – 2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № В2024/З.РnD/Г4978

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете "Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства" и Ферганском политехническом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.ferpi.uz](http://www.ferpi.uz)) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:**

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

**Официальные оппоненты:**

**Маликов Зафар Маматкулович**  
доктор технических наук, профессор

**Файзиев Хомитхон**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:**

Анджиданский институт сельского хозяйства и агротехнологий

Защита диссертации состоится « 5 » 04 2025 г. 11:00 часов на заседании Научного совета PhD.03/07.06.2024.Т.106.07 при Ферганский политехническом институт. По адресу: 150107, г.Фергана, ул. Фергана, дом 86. Административное здание Ферганский политехнического института, зал конференций. Тел.: (+998)73-241-12-06; факс (+99873)241-12-06, e-mail: [ilmiykengash@ferpi.uz](mailto:ilmiykengash@ferpi.uz) малый зал заседания).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ферганского политехнического института (зарегистрирована за № 203). Адрес: 1500107 г.Фергана, ул. Фергана, дом 86. Административное здание Ферганского политехнического института. Зал конференция Тел.: (+998)73-241-12-06) faks: (+99873) 241-12-06

Автореферат диссертации разослан « 20 » 03 2025 года.  
(протокол рассылки № 1 « 19 » 03 2025 года).



**У.Р. Саломов**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**З.Э.Абдулхаев**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, PhD, доцент

**Л.Н.Самиев**  
Председатель научного семинара при  
научном совете по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., доцент

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире применение передовых технологий, обеспечивающих управление траекторией осаждения речных наносов в потоке, занимает одно из ведущих мест в повышении эффективности водоприемных сооружений в ирригационных системах. Если учесть, что «во всем мире на площади 4 млрд. 886,3 млн. гектаров выращиваются сельскохозяйственные культуры, из них 43,2% посевных площадей орошаются с использованием водоприемных сооружений<sup>1</sup>», возникает необходимость разработки оптимальных параметров водозаборных сооружений и внедрение их в практику. В связи с этим в странах с развитыми гидротехническими системами, таких как США, Китай, Индия, Нидерланды, актуально использование передовых технологий, направленных на эффективное управление ирригационными системами, оптимизацию гидравлических режимов работы водоприемных сооружений, регулирование расходов, снижение воздействия речных потоков на водозаборные сооружения.

В мире для защиты водоприемных сооружений от заиления проводятся научно-исследовательские работы по совершенствованию их конструкций на основе критериев гидравлического и математического моделирования с учетом скорости осаждения взвешенных и придонных наносов в зависимости от расхода воды. В связи с этим особое внимание уделяется эффективному использованию водных ресурсов в ирригационных системах, обеспечению стабильной работы водозаборных сооружений путем разделения речных наносов на фракции, а также обоснованию параметров и режимов работы сооружения путем углубленного изучения влияния речных наносов на русловые процессы.

В нашей республике принимаются широкомасштабные меры по коренному реформированию системы управления водозаборными сооружениями, проведению исследований по созданию новых технологий, способствующих повышению их эффективности, и их внедрению, что уже приносит определенные результаты. В этом контексте в стратегии “Узбекистан – 2030<sup>2</sup>” по направлению II “Обеспечение благосостояния населения за счет устойчивого экономического роста” предусмотрены важные задачи, в том числе “...обеспечение макроэкономической стабильности и экономического развития необходимыми энергетическими, водными и инфраструктурными ресурсами”. В реализации данных задач особое значение имеют проектирование водохозяйственных сооружений, разработка мер по предотвращению накопления наносов в водоприемных сооружениях, а также создание модернизированных с технической и технологической точки зрения водозаборов, адаптированных к переменным условиям эксплуатации.

---

<sup>1</sup> [www.amm.org.ua](http://www.amm.org.ua)/Понятие и состав земель сельскохозяйственного назначения.

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан, от 11.09.2023 г. № УП-158

Настоящая диссертационная работа в определенной степени способствует выполнению задач, определенных в нормативно-правовых актах, регулирующих данную сферу, включая Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП -4947 “О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”<sup>3</sup>, Указ от 17 июня 2019 года № УП -5742 “О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве”, Постановление от 23 августа 2017 года № ПП -3238 “О мерах по развитию внедрения современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий”, Постановление от 9 октября 2019 года № ПП -4486 “О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами”, Закон от 1 декабря 2023 года №-865 “О безопасности гидротехнических сооружений”, а также Указ от 10 июля 2020 года № УП -6024 “Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы”<sup>4</sup>.

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

**Степень изученности проблемы.** В области разработки теории движения речных наносов в открытых руслах и методов их расчета исследования проводились рядом ученых, таких как М.А.Великанов, С.Т.Алтунин, И.И.Леви, К.И.Россинский, И.А.Кузьмин, С.Х.Абалянс, И.Ф.Карасев, А.В.Караушев, А.Н.Гостунский, К.В.Гришанин, Я.А.Ибад-Заде, Я.К.Рабкова, В.К.Дебольский, Б.А.Фидман, И.А.Шеренко, А.М.Мухамедов, Қ.Ш.Латипов, Х.А.Исмагилов, Ф.Х.Хикматов, А.М.Арифжанов, А.М.Фатхуллоев, С.С.Эшев, Л.Н.Самиев и др.

В области гидротехнического строительства вопросам теории эксплуатации гидротехнических сооружений уделяется значительное внимание. В данном направлении научные исследования проводились такими учеными, как С.Е.Мирцхулава, И.Н.Ивашенко, В.С.Пепоян, С.Г.Шульман, Д.В.Стефанишин, О.М.Финагенов, М.М.Мирсаидов, М.Р.Бакиев, Э.Ж.Махмудов, Т.З.Султанов, А.А.Янгиев и другими.

Вопросы совершенствования конструкции водоприемных сооружений ирригационных насосных станций и их эффективной эксплуатации изучались рядом ученых, таких как Т.В.Гавриленко, А.М.Магомедов, С.А.Петухов, А.Л.Рахманов, Б.А.Цолнышков, В.В.Баженов, И.Э.Махмудов, К.Р.Аллаев, О.Я.Гловаский, Ш.Х.Рахимов, Т.С.Камалов, М.М.Мухаммадиев, М.М.Мамажанов, Р.Р.Эргашев. В их научно-исследовательских работах разработаны рекомендации по повышению эксплуатационной эффективности насосных станций.

---

<sup>3</sup> Указ Президента Республики Узбекистан, от 07.02.2017 г. № УП-4947

<sup>4</sup> Указ Президента Республики Узбекистан, от 10.07.2020 г. № УП-6024

В нашей республике гидравлические расчеты водоприемных сооружений и совершенствование их конструктивных параметров в ирригационных системах проводились такими учеными, как М.М.Мамажанов, М.М.Мухаммадиев, А.М.Арифжонов, О.Я.Гловацкий, Б.У.Уришев, Б.М.Шакиров, Н.Рахматов, Ф.Дж.Носиров, Р.Эргашев и другие.

Несмотря на проведенные исследования и разработанные различные подходы, недостаточно изучены кинематика движения потока в водоприемных сооружениях, распределение речных наносов, совершенствование конструкций на основе гидравлического и математического моделирования, а также методы очистки водоприемных сооружений от речных наносов.

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно - исследовательских работ Национального исследовательского университета “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства” по теме: №7 “Разработка научных основ оценки гидравлических и гидрологических процессов в ирригационных системах, гидротехнических сооружениях и водохранилищах на основе информационных технологий” (2020-2023), АК-006/22 “Совершенствование технологии очистки оросительных систем от наносов”

**Цель исследований состоит** в обосновании конструктивных элементов сооружений, эффективно управляющих речными отложениями, с учетом кинематической структуры потока в водоприемных сооружениях.

**Задачи исследования:**

анализ теоретических и практических исследований по распределению отложений в водоприемных сооружениях;

исследование кинематических параметров потока, распределения речных отложений и их составных частей в натуральных полевых условиях;

разработка модели, выражающей влияние кинематики потока на распределение речных отложений в водоприемных сооружениях;

разработка рекомендаций по совершенствованию конструктивных элементов сооружений, эффективно управляющих речными отложениями в водоприемных сооружениях.

**Объект исследования в качестве объекта исследования в качестве объекта** исследования выбраны водоприемные сооружения насосных станций Дехканабад, Сох Шахимардансай канал-1, Сох Большого Ферганского магистрального канала.

**Предметом исследования** являются процессы равномерного распределения мутного водного потока в водозаборных сооружениях, формирование аналитических зависимостей и математических моделей, описывающих кинематику потока и распределение речных наносов, а также анализ гидравлических параметров, условий эксплуатации и характеристик водоприемных сооружений с учетом закономерностей их изменения.

**Методы исследования:** В процессе исследования использованы методы «Поля скоростей», общепринятые методы в гидравлике и гидрологии, основанные на законах гидродинамики для построения математических моделей, при обработке полученных данных применялись методы математико-статистического анализа.

**Научная новизна исследований** заключается в следующем:

разработана математическая модель, описывающая кинематику потока с учетом фракционного состава речных наносов при неравномерном движении потока;

усовершенствована методика расчета  $S_i$  по длине водоприемного сооружения с учетом механического строения и неравномерности движения речных потоков через зависимость  $\varepsilon = 0.07 \cdot \exp\{-0.82\bar{d}\}$ ;

разработана конструкция водоприемного сооружения с учетом изменения речных наносов по длине и глубине потока в открытых руслах в форме расширения по ширине и глубине потока;

рекомендованы конструкция и метод расчета устройства, обеспечивающие гидравлическую очистку речных отложений с использованием энергии потока, при повышении эффективности использования водоприемных сооружений.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

с учетом фракционного состава речных наносов и кинематической структуры потока усовершенствован метод расчета распределения наносов по длине водозаборного сооружения;

разработаны конструктивные элементы сооружения для управления наносами с целью защиты водоприемных сооружений от заиления;

разработана электронная вычислительная программа (DGU 27625), обеспечивающая гидравлическую очистку путем использования энергии потока для управления распределением речных наносов по фракциям и повышения эффективности эксплуатации водоприемных сооружений.

**Достоверность результатов исследований.** Достоверность результатов исследования объясняется тем, что теоретические решения были разработаны на основе общепринятых математических и физических законов, полученные результаты были сопоставлены с результатами проведенных полевых исследований и математического моделирования, при анализе данных использованы методы математической статистики.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научное значение результатов исследования заключается в разработке математической модели распределения кинематических параметров потока в водоприемных сооружениях на основе турбулентной модели  $k-\varepsilon$ , в разработке конструктивных элементов сооружений при управлении речными отложениями с учетом кинематической структуры потока, в усовершенствовании метода расчета распределения отложений по длине сооружения с учетом изменчивости отложений по глубине потока и поперечному сечению.

Результаты исследования объясняются возможностями очистки осевших взвешенных наносов в водоприемных сооружениях ирригационных систем с использованием энергии потока посредством полукруглого порога, а также переработкой речных наносов в качестве ресурсного материала.

**Внедрение результатов исследования:** На основе полученных результатов по обоснованию гидравлических параметров водоприемных сооружений в ирригационных системах:

Рекомендации по снижению количества речных наносов, поступающих с потоком в Большой Ферганский магистральный канал, были внедрены в Управлении “Большой Ферганский магистральный канал” (Справка Министерства водного хозяйства №-05/13-3441 от 23 сентября 2024 года). В результате при заборе воды из канала обеспечена возможность фракционного разделения и управления речными наносами с размером частиц  $d \geq 0.1$  мм.

Рекомендации по накоплению речных наносов на полуцилиндрическом пороге в водоприемных сооружениях были внедрены на насосных станциях Дехканабад, КФК – СШК-1 и КФК-Сох, находящихся в ведении Управления насосных станций и энергетики (Справка Министерства водного хозяйства №-05/13-3441 от 23 сентября 2024 года). В результате на установленном в водозаборном сооружении пороге обеспечена возможность задержания  $W_{\text{оп}} = 1044$  м<sup>3</sup> взвешенных наносов за расчетный период.

Рекомендации по очистке отложений взвешенных наносов в водоприемных сооружениях ирригационных каналов с использованием энергии потока были внедрены в **Бассейновом управлении ирригационных систем Сырдарья-Сох** (Справка Министерства водного хозяйства №-05/13-3441 от 23 сентября 2024 года). В результате, за счет направления речных наносов через полуцилиндрический порог в сливной приямок эксплуатационные затраты снизились в 1,5 раза, а степень износа рабочих колес насосов из-за воздействия взвешенных частиц уменьшилась, увеличив их срок службы с 1 года до 3 лет.

**Апробация результатов исследования** Результаты исследования были обсуждены на 5 международных и 1 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследований.** По теме диссертации опубликованы всего 22 научных работ, из них 15 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, включая 11 статей в республиканских и 2 в зарубежных журналах. Кроме того, получены 2 свидетельства на программное обеспечение для ЭВМ от Агентства интеллектуальной собственности.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 119 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

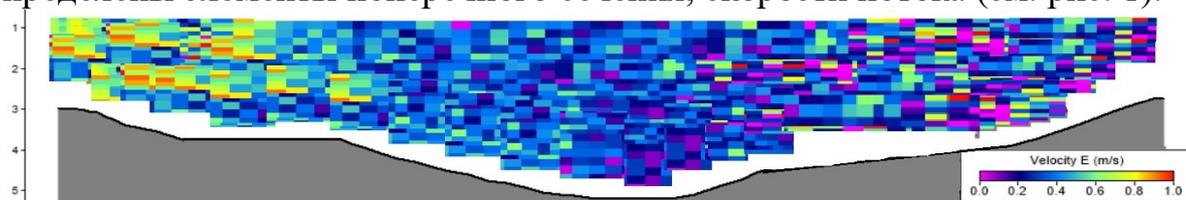
Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, приведены сведения о цели и задачах исследования, объекте и предмете исследований. Показано соответствие выполненных исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования. Освещены теоретическая и практическая значимости полученных результатов, приведены данные по внедрению результатов исследования в практику, публикации работ и структуре диссертации.

В первой главе диссертационной работы, “Анализ теоретических и практических исследований движения потока и распределения речных отложений в водоприемных сооружениях”, основанной на анализе теоретических и экспериментальных результатов с использованием программы VOSviewer, определены текущие состояния управления и очистки речных наносов в водоприемных сооружениях, возможности их эксплуатации, а также гидравлические и технологические методы очистки взвешенных отложений. В результате сформулированы основные задачи исследования.

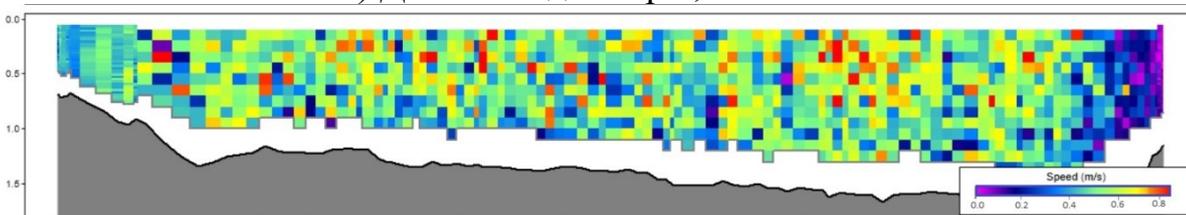
Во второй главе диссертационной работы “Исследование распределения речных отложений в водоприемных сооружениях в полевых условиях” приведены результаты полевых исследований и лабораторных анализов, проведенных на выбранных объектах исследования.

В качестве объекта исследования были выбраны водоприемные сооружения насосных станций Дехканабад, БФК Сох Шахимардана и БФК-Сох. В натурных полевых исследованиях проведены исследования по распределению речных отложений в водоприемных сооружениях. В целях измерения гидравлических параметров потока в вышеприведенных сооружениях были выбраны характерные створы.

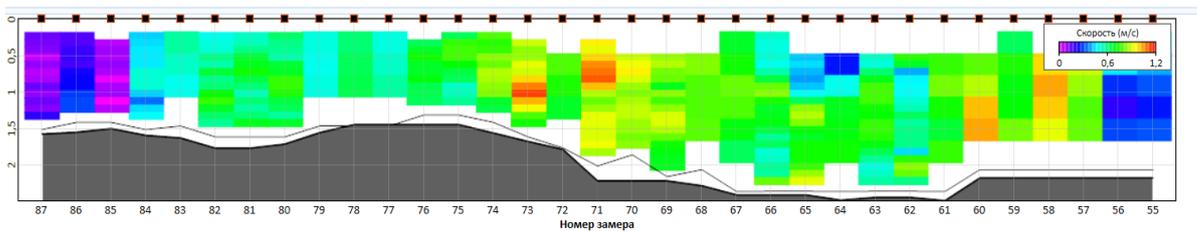
Для измерения скорости потока и расхода воды на различных глубинах в выбранных створах водоприемных сооружений насосных станций Дехканабад, БФК Сох Шахимардансай и БФК-Сох использовалось специальное мобильное устройство «SonTek RS5» с помощью которого определены элементы поперечного сечения, скорости потока (см. рис. 1).



а) Дехканабад створ 3, ПК864+64



б) БФК Сох Шахимардансай створ 1, ПК1512+06



с) БФК Сох створ 3, ПК1995+00

### Рис.1. Результаты измерений на объектах исследования

В каждом выбранном створе, помимо гидравлических параметров потока, с помощью батометра измерялась величина мутности воды, а в лабораторных условиях определен фракционный состав мутности. Из проведенных исследований в водоприемных сооружениях стало известно, что в течении нескольких лет изменился режим работы водоприемных сооружений, что привело к снижению их функциональных возможностей, т.е. наблюдались случаи, когда форма сооружений изменялась, а процессы осаждения ила ускорились.

Для измерения количества мутности использовался современный прибор – спектрофотометр UV755. Фракционный состав измеренной мутности было выполнено с использованием лаборатории ОАО «Гидропроект». Приведен анализ изменений количества мутности в потоке в водоприемных сооружениях Дехканабад и БФК-ССХК-1 с марта по август.

На водоприемном сооружении БФК-Сох с марта по июнь проводился анализ изменений количества мутности в потоке, поэтому анализ изменений количества мутности в потоке, представлен для рабочего периода сооружения. Полученные данные были проанализированы с использованием математико-статистических методов, была разработана корреляционная гистограмма количества мутности в потоке с различными периодами орошения.

Согласно этому анализу, в марте доля мутности в потоке изменялась от 3,15-3 кг/м<sup>3</sup> и наблюдалось снижение результатов до августа, то есть этот показатель изменился с 2,4 кг/м<sup>3</sup> до 2,15 кг/м<sup>3</sup>. Исследования, проведенные на насосных станциях Дехканабад, БФК -Сох Шахимардонсай и БФК-Сох, были направлены на изучение режима работы сооружений, распределения речных отложений по длине сооружения и их фракционного состава (Рис. 2).

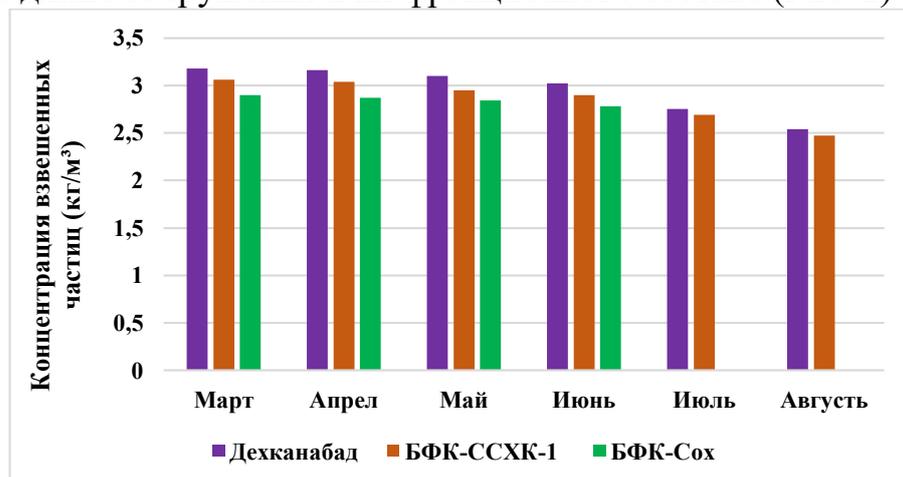
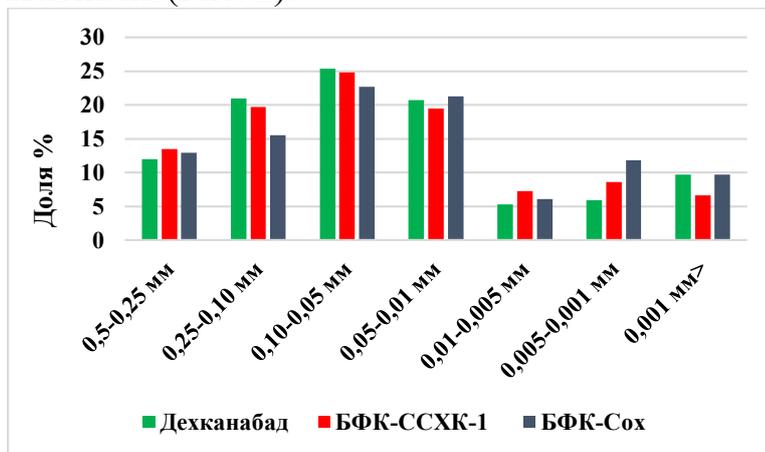


Рис. 2. Количество мутности в потоке (2023).

Фракционный состав речных отложений в водоприемном сооружении был детально исследован в марте и августе 2024 года в характерных створах для определения динамики изменения гранулометрического состава наносов. Анализ полученных данных показал, что доля мелкодисперсных частиц размером  $d = 0,1-0,05$  мм варьируется в диапазоне от 18% до 21%, тогда как содержание еще более мелких фракций ( $d = 0,05-0,01$  мм) изменяется от 14,5% до 17%. В то же время, содержание крупных фракций ( $d = 0,25-0,10$  мм) составляет от 22% до 26%, что свидетельствует о наличии значительного количества более грубых отложений. Графическая интерпретация полученных данных представлена на (Рис. 3).



**Рис. 3. Распределение фракционного состава отложений (2023).**

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что распределение речных отложений в водоприемных сооружениях зависит от гидромеханических и гидродинамических параметров потока.

Это, в свою очередь, имеет важное значение для повышения эффективности работы сооружений и разработки эффективных методов очистки от иловых отложений.

В третьей главе “**Математическая модель кинематических параметров потока и распределения речных отложений в водоприемных сооружениях**” проведены работы по математическому моделированию кинематических параметров потока и движению речных отложений в водоприемных сооружениях, используя модель турбулентности  $k-\varepsilon$ , основанная на Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS), проведены теоретические исследования по определению скорости потока и траектории осаждения речных отложений.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial \rho \bar{V}_x}{\partial x} + \frac{\partial \rho \bar{V}_y}{\partial y} + \frac{\partial \rho \bar{V}_z}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial C_\rho}{\partial \tau} + \frac{\partial C_\rho \bar{V}_{px}}{\partial x} + \frac{\partial C_\rho \bar{V}_{py}}{\partial y} + \frac{\partial C_\rho \bar{V}_{pz}}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial C_\rho}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D \frac{\partial C_\rho}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D \frac{\partial C_\rho}{\partial z} \right), \\ \rho \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial \tau} + \rho \bar{V}_x \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial x} + \rho \bar{V}_y \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial y} + \rho \bar{V}_z \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial z} + \frac{\partial \bar{p}}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_x}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial y} \right) + \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned}
& + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_x \mathcal{G}_x}}{\partial x} - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_x \mathcal{G}_y}}{\partial y} - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_x \mathcal{G}_z}}{\partial z} + \sum_{i=1}^N \frac{\rho_{\rho i}}{\rho} k_i (\bar{V}_{px} - \bar{V}_x); \\
& \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial \tau} + \rho \bar{V}_x \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial x} + \rho \bar{V}_y \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial y} + \rho \bar{V}_z \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial z} + \frac{\partial \bar{p}}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial y} \right) + \\
& + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_y}{\partial z} \right) - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_y \mathcal{G}_x}}{\partial x} - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_y \mathcal{G}_y}}{\partial y} - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_y \mathcal{G}_z}}{\partial z} + \sum_{i=1}^N \frac{\rho_{\rho i}}{\rho} k_i (\bar{V}_{py} - \bar{V}_y); \\
& \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial \tau} + \rho \bar{V}_x \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial x} + \rho \bar{V}_y \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial y} + \rho \bar{V}_z \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial z} + \frac{\partial \bar{p}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial y} \right) + \\
& + \frac{\partial}{\partial z} \left( \nu \rho \frac{\partial \bar{V}_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_z \mathcal{G}_x}}{\partial x} - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_z \mathcal{G}_y}}{\partial y} - \frac{\partial \rho \overline{\mathcal{G}_z \mathcal{G}_z}}{\partial z} + \sum_{i=1}^N \frac{\rho_{\rho i}}{\rho} k_i (\bar{V}_{pz} - \bar{V}_z) - F_z; \\
& \frac{\partial V_{px}}{\partial \tau} + V_{px} \frac{\partial V_{px}}{\partial x} + V_{py} \frac{\partial V_{px}}{\partial y} + V_{pz} \frac{\partial V_{px}}{\partial z} = k_i (V_x - V_{px}), \\
& \frac{\partial V_{py}}{\partial \tau} + V_{px} \frac{\partial V_{py}}{\partial x} + V_{py} \frac{\partial V_{py}}{\partial y} + V_{pz} \frac{\partial V_{py}}{\partial z} = k_i (V_y - V_{py}), \\
& \frac{\partial V_{pz}}{\partial \tau} + V_{px} \frac{\partial V_{pz}}{\partial x} + V_{py} \frac{\partial V_{pz}}{\partial y} + V_{pz} \frac{\partial V_{pz}}{\partial z} = k_i (V_z - V_{pz}) - F_z,
\end{aligned} \right. \quad (1)$$

где:  $\bar{\mathcal{G}}_x, \bar{\mathcal{G}}_y, \bar{\mathcal{G}}_z$  компоненты вектора средней скорости потока,  $\mathcal{G}_{px}, \mathcal{G}_{py}, \mathcal{G}_{pz}$  - компоненты вектора средней скорости частицы,  $p$  — гидростатическое давление,  $\nu$  - кинематическая вязкость жидкости,  $\rho$  - плотность жидкости,  $C_i$  - концентрация частиц,  $F_z$  - сила тяжести,  $D$  — коэффициент диффузии твердой фазы.  $D = \frac{\rho}{\rho + \rho_p} \frac{\nu + \nu_t}{Sc}$ ;  $Sc$  – Коэффициент Шмида,  $k_i = \frac{18\rho\nu}{\rho_p \delta_i^2}$  параметр Стокса для  $i$ -й дроби;

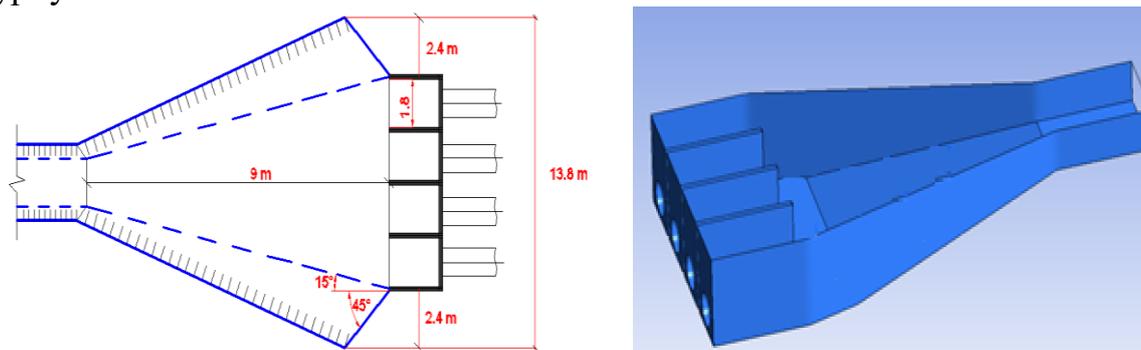
Эта система уравнений является открытой, и для её закрытия используется гипотеза Буссинеска.

$$-\rho \overline{\mathcal{G}_i \mathcal{G}_j} = 2\mu_t S_{ij} - \rho \frac{2}{3} k \delta_{ij} \quad (2)$$

В приведённом выше (2) уравнении последний член с правой стороны выражает турбулентные силы на единицу объема, где  $\mu$  - турбулентная динамическая вязкость, которая описывает пульсирующую скорость жидкости.

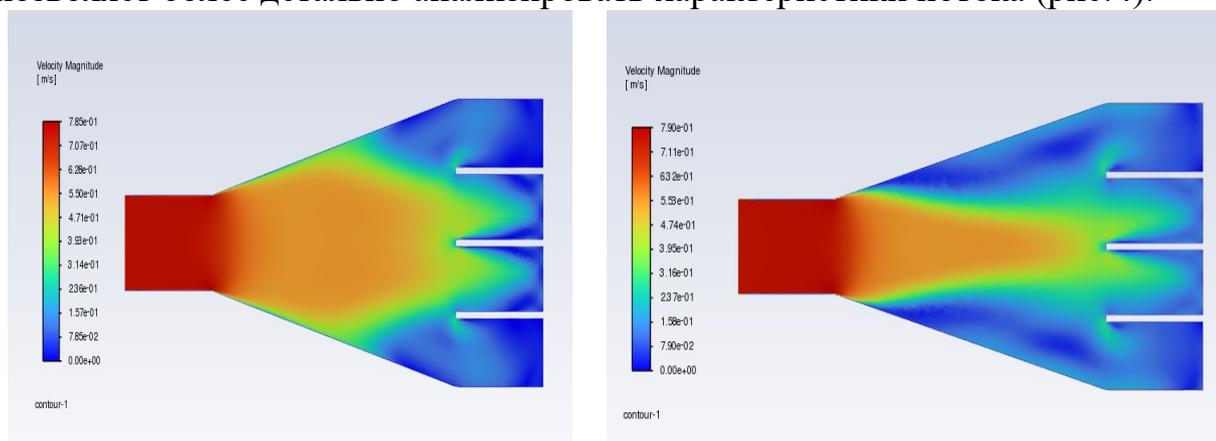
Подход RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) предполагает, что в турбулентном потоке равен сумме среднему скорости и пульсационной скорости. При подставлении этого подхода в уравнение Навье-Стокса и сосредоточении по времени получается система уравнений Рейнольдса. Для решения этих уравнений обычно используются полуэмпирические модели. В

инженерных задачах для решения математическим путем применяется модель турбулентности k-ε.



**Рис.4. Схема расчёта водоприемного сооружения.**

С использованием модели турбулентности k-ε на основе подхода RANS были рассмотрены изолинии скорости в водоприемных сооружениях, эти изолинии отражают распределение гидродинамических параметров и размеров модели в различных частях сооружения. Это, в свою очередь, позволяет более детально анализировать характеристики потока (рис.4).



а) на поверхности

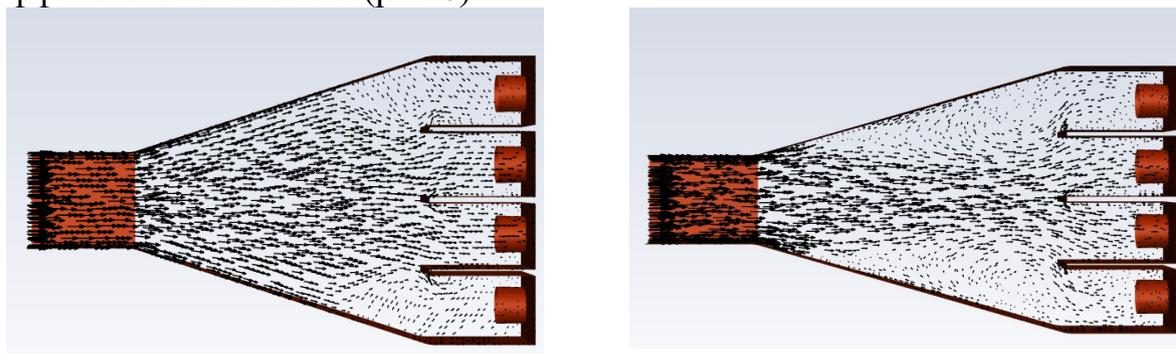
б) на глубине 1 метр

**Рис.5. Изолинии скорости**

Вектор скорости описывает состояние потока в каждой точке и является важным параметром при определении его общего движения и изменений. При анализе изолиний скорости в водоприемных сооружениях наблюдаются резкие изменения скорости на глубине  $h=1$  м и относительно поверхности. Это указывает на изменение вектора скорости и сложное распределение потока, при котором усиливаются вихревые движения.

С гидравлической точки зрения, такие изменения скорости могут привести к неопределенности потока, что негативно скажется на эффективности работы сооружений. Поэтому очень важно учитывать изменения вектора скорости по глубине и по поверхности при моделировании этого процесса. Этот процесс является основным инструментом для обеспечения эффективной работы гидротехнических сооружений и ирригационных систем. Учет точного распределения вектора скорости

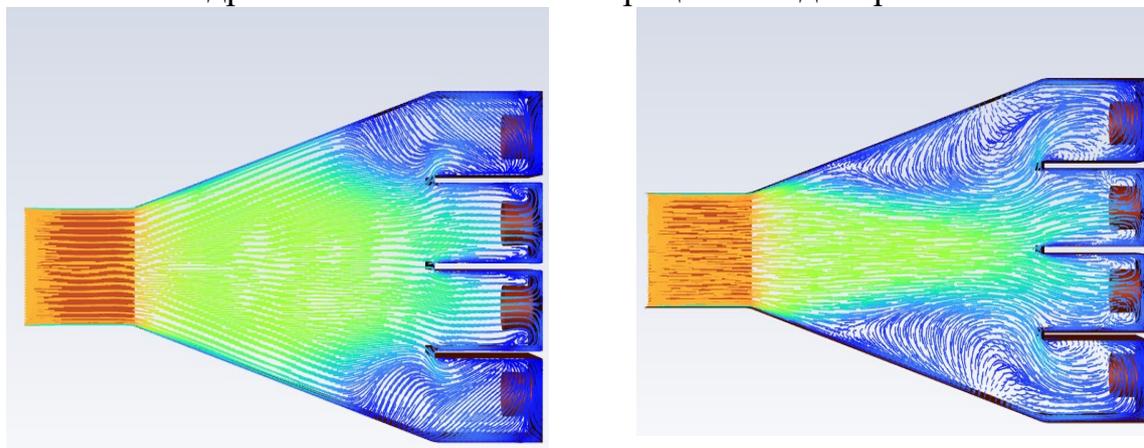
помогает лучше моделировать процессы потока и повышает гидравлическую эффективность систем (рис.6).



а) на поверхности

б) на глубине 1 метр

**Рис. 6. Схема определения вектора скорости в водоприемном сооружении.** Для определения степени турбулентности потока в водоприемных сооружениях, изображены линии потока с помощью линии векторов скорости частиц на поверхности потока и на глубине  $h=1$  м. Эта визуализация позволяет наглядно показать движение потока и его сложность, что имеет большое значение в гидравлическом анализе и процессе моделирования.



с) на поверхности

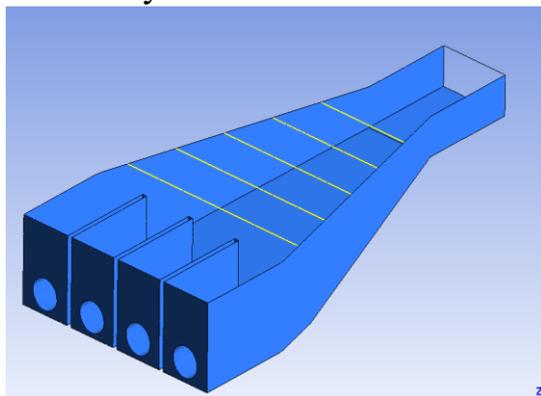
д) на глубине 1 метр

**Рис.7. Схема линии потока в водоприемном сооружении.**

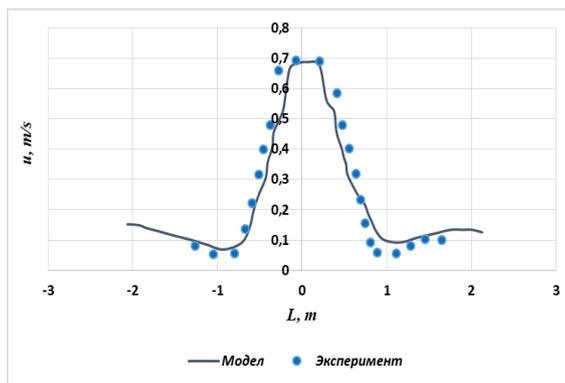
В водоприемных сооружениях по поперечным сечениям на заданных створах сравнивались результаты полевых измерений и вычисленные значения с использованием модели турбулентности  $k-\epsilon$  (рис.8.). Результаты показали, что распределение скорости потока в обоих случаях дает схожие результаты. Например, в первом створе, измеренные значения показывают максимальную скорость потока в центре  $v_{cp} = 0,58$  м/с, в то время как в модели этот показатель равен  $v_m = 0,57$  м/с.

По мере смещения к краям водозабора скорость потока постепенно уменьшается: измеренное значение  $v_{cp} = 0,13$  м/с, а в модели это значение немного ниже  $v_{cp} = 0,12$  м/с. Из этих данных можно заключить, что распределение скорости потока, вычисленное с помощью модели  $k-\epsilon$ , соответствует полевым измерениям, что подтверждает точность модели. Эти результаты демонстрируют высокую надежность модели  $k-\epsilon$  для анализа гидравлических процессов в водоприемных сооружениях. Кроме того,

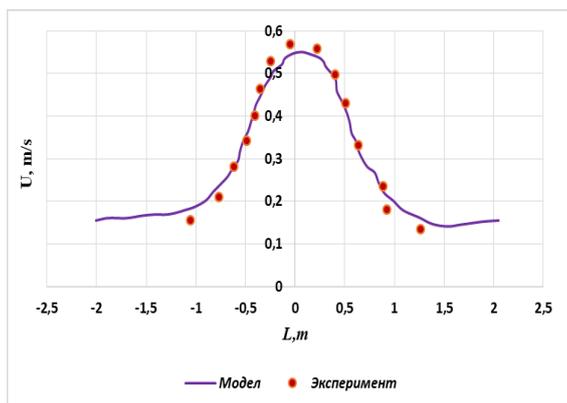
небольшие различия между реальными измерениями и результатами модели указывают на соответствие параметров моделирования и их близость к реальным условиям.



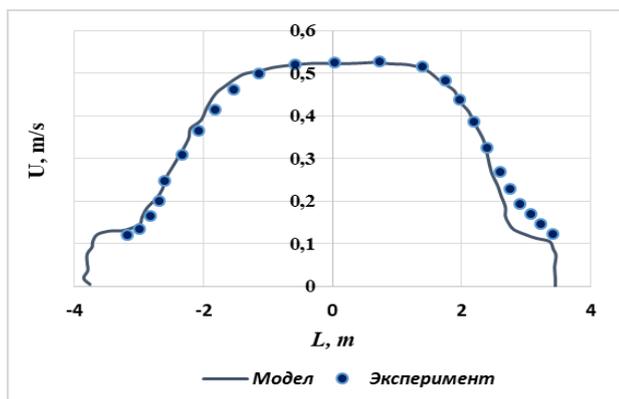
а) План створов



б) Створ 1



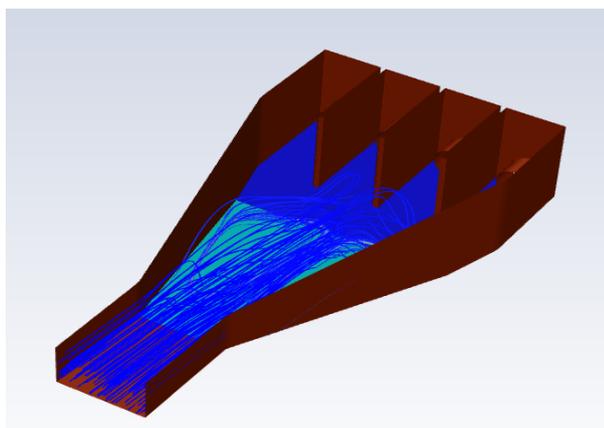
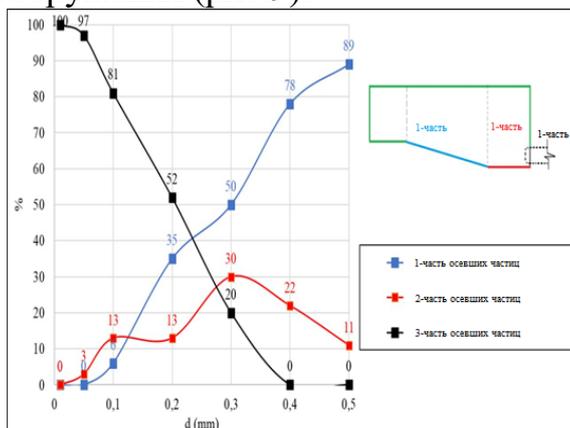
с) Створ 2



д) Створ 3

**Рис.8. Распределение скорости потока.**

С учетом фракционного состава мутных частиц, определенного в ходе полевых исследований, с использованием модели был проведен расчет траектории осаждения мутных частиц. В этом случае водоприемное сооружение было разделено на 3 части, и было рассмотрено осаждение мутных частиц с диаметром от 0,05 мм до 0,5 мм в различных частях сооружения (рис.9).



**Рис.9. Траектория осаждения мутных и частиц.**

Это график, который показывает распределение частиц по объему и их осаждение в различных частях сооружения. В модели при скорости потока на входе 0,75 м/с 3% частиц диаметром 0,05 мм оседают на втором участке сооружения, частицы диаметром 0,3 мм оседают на 50% в первом участке, 30% - во втором и 20% - в третьем участке. Метод математического моделирования не только имеет научное значение, но и позволяет на основе полученных результатов разработать рекомендации по стабилизации потока и эффективному управлению сбросами в водоприемных сооружениях.

В четвертой главе диссертационной работы, **“Совершенствование конструктивных элементов сооружений для управления речными отложениями в водоприемных сооружениях”**, на основе разработанной математической модели и данных полевых исследований были рекомендованы конструктивные параметры сооружения. При этом основными факторами, влияющими на управление речными отложениями в сооружениях, являются скорость потока и фракционный состав мутности.

Для успешного внедрения предложенного водоприемного сооружения были выполнены следующие этапы:

Рассчитано количество суточного поступления мутности  $Q$  и объема мутности  $W_k$ , определено количество наносов, которые должны оставаться в сооружении, то есть отложения размером  $d \geq 0.1$  мм, рассчитан объем мутности, который должен быть захвачен установленным порогом  $W_{об}$ , Определено расстояние  $L_i$  для установки порога в водоприемном сооружении. Количество суточного поступления мутности в водоприемное сооружение рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{об} = S_{об} \cdot q_s \quad (3)$$

где:  $Q_{об}$  - суточное количество мутности ( $м^3/с$ ),  $S_{об}$  - концентрация мутности в воде ( $кг/м^3$ ),  $q_s$  - расход воды ( $м^3/с$ ).

Для расчета суточного объема мутности необходимо определить общее количество наносов. При этом при расчете общего количества поступающих наносов в водоприемное сооружение, количество мутности  $d \geq 0.1$  мм, которое должно остаться в сооружении определяем с помощью следующего выражения:

$$Q_{0.1} = Q_{об} \cdot S_{0.1}, \quad (4)$$

где:  $Q_{0.1}$  - количество мутности за период эксплуатации водоприемного сооружения,  $S_{0.1}$  - доля частиц отложений с диаметром  $d \geq 0.1$  мм.

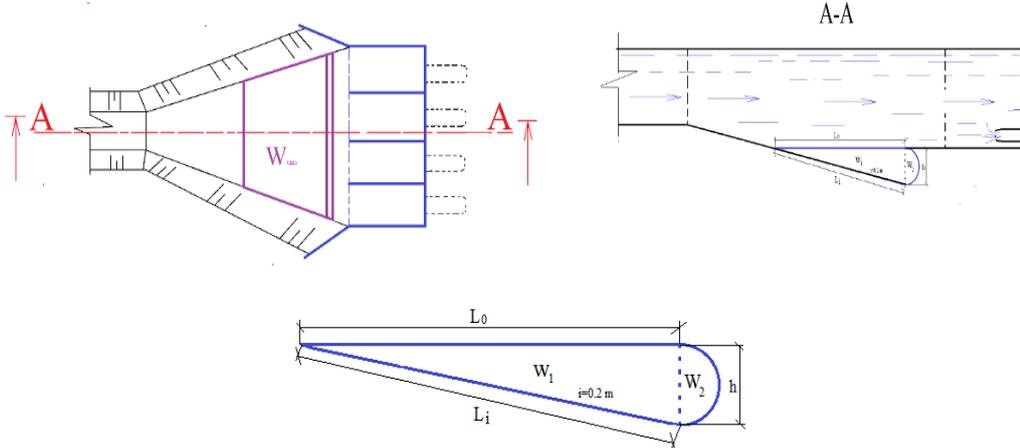
Для расчета суточного объема мутности и общего количества наносов проводится анализ размера частиц и их концентрации. Этот процесс осуществляется на следующих этапах:

Определение объема мутности.

$$W_k = \frac{Q_{0.1}}{\rho_z} \quad (5)$$

где:  $W_k$  - объем мутности ( $м^3/сутки$ ),  $\rho_z$  - плотность частиц мутности ( $кг/м^3$ ). Объем осажженной мутности, который извлекается через установленный порог водоприёмного сооружения, определяется по следующему выражению.

$$W_{um} = W_1 + W_2 \quad (6)$$



**Рис.10. Схема расчета параметров порога в водоприемном сооружении.**

Определяем объем  $W_1$  следующим образом:

$$W_1 = V_{npu} - 2V_{npu} \quad (7)$$

Объем этой полусферы определяется следующим образом:

$$W_2 = \frac{\pi h^2}{8} \cdot B \quad (8)$$

Распределение речных отложений  $S_i$  по длине потока в водоприемных сооружениях определяется следующим образом:

$$S_i = S_0 \exp \left\{ -\frac{\varepsilon_i W_i}{H_i \vartheta_i} x \right\} \quad (9)$$

где:  $S_0$  - количество мутности во входном створе,  $W_i$  - гидравлическая крупность,  $\vartheta_i$  - средняя скорость потока,  $H_i$  - глубина потока,  $x$  - отрезок осаждения мутности,  $\varepsilon$  - коэффициент взвешивания.

В приведенном выражении (9) коэффициент взвешивания осадков по длине потока определен на основе данных полевых исследований следующим образом:

$$\varepsilon = 0,07 \cdot \exp \left\{ -0,82 \bar{d} \right\}. \quad (10)$$

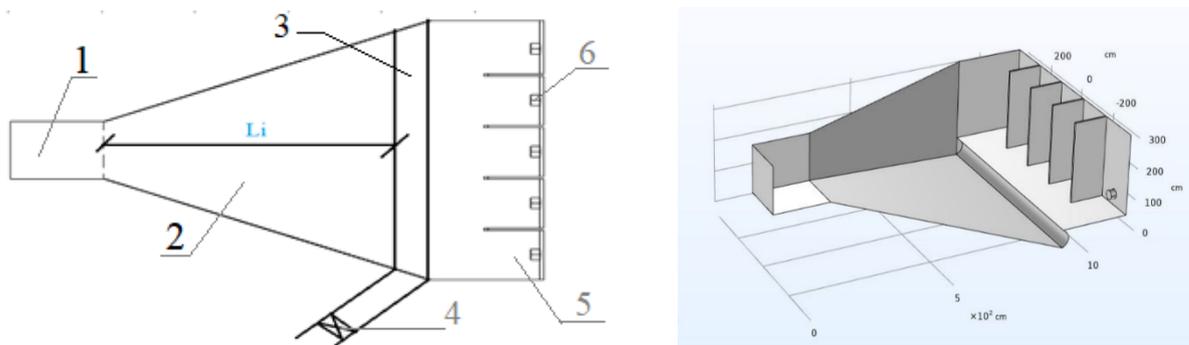
где:  $\bar{d} = \frac{d_i}{d_m}$ ;

$d_i$  - диаметр рассматриваемой частицы,  $d_m$  - максимальный диаметр частицы во фракционном составе отложений. Дистанция осаждения речных отложений в составе потока на водоприемном сооружении определяется с учетом скорости потока. Расстояние установки относительно входной части порога определяется с помощью следующего выражения (9).

$$\ln \frac{S_i}{S_0} = \frac{\varepsilon_i W_i}{\vartheta_i H_i} \cdot L_i \quad (12)$$

$$L_i = \frac{\left( -\ln \frac{S_i}{S_0} \right) \cdot g_i H_i}{\varepsilon_i W} \quad (13)$$

Очистка водоприемных сооружений от речных отложений играет важную роль в повышении их гидравлической эффективности и обеспечении долговечности эксплуатации. Накопление наносов со временем приводит к снижению пропускной способности сооружений, ухудшению гидродинамических условий и увеличению эксплуатационных затрат. Предлагаемое технологическое решение направлено на оптимизацию работы водоприемных сооружений за счет удаления речных отложений, что способствует поддержанию стабильных гидравлических параметров, уменьшению гидравлических потерь и снижению энергозатрат. Внедрение данной технологии позволяет продлить срок службы оборудования, сократить расходы на техническое обслуживание и ремонт, а также повысить общую надежность водозаборных систем.



**Рис.11. Предлагаемое водоприемное сооружение с порогом**

1 – канал подачи воды; 2 – водоприемное сооружение; 3 – порог; 4 – задвижка; 5 – камера водоприема; 6 – всасывающий трубопровод насоса.

Разработанные предложения и рекомендации на основе проведенных исследований были переданы в эксплуатацию водоприемным сооружениям насосных станций Дехканабод, БФК-Сох Шахимардансай-1 и БФК-Сох, в составе “Насосные станции и управление энергетики” при Министерстве водного хозяйства. Экономическая эффективность была достигнута за счет снижения объема очистки ирригационных систем от мутности.

### **Выводы**

На основе проведенных исследований, посвященных обоснованию конструктивных элементов сооружений, эффективно управляющих речными наносами с учётом кинематической структуры потока в водоприемных сооружениях, сформулированы следующие выводы:

1. В результате движения речных наносов вместе с потоком в водозаборные сооружения наблюдается отложение ила вблизи правой и левой стенок сооружения, а также изменения в области консольного расширения сооружения. В результате скорость потока в центре водозаборного

сооружения отличается на 10-15% по сравнению со скоростью на входе, что приводит к попаданию речных наносов в насосную станцию. Это, в свою очередь, сокращает срок службы рабочих колес до одного эксплуатационного сезона.

2. Результаты математического моделирования, проведенного на основе подхода RANS и модели турбулентности k-ε, подтвердили значительные изменения уровня турбулентного течения по глубине в водоприемных сооружениях. Коэффициент турбулентной вязкости, рассчитанный на основе гипотезы Буссинеска, позволил определить траекторию осаждения наносов. Согласно расчетным данным, при скорости потока на входе 0,75 м/с установлено, что 3% частиц диаметром 0,05 мм оседает во 2-й части водозаборного сооружения. Также зафиксировано, что 50% частиц диаметром 0,3 мм оседает, из которых 30% накапливается в 1-й части сооружения, а 20% (0,2 массовая доля) – во 2-й части.

3. В результате исследований, проведенных в естественных полевых условиях на водоприемных сооружениях Дехканабадской, Сохской насосных станций и канала Сох Шохимардон-1 Великого Ферганского магистрального канала, собранные данные были обработаны с использованием методов математической статистики, что позволило оценить адекватность расчетных методов. Согласно результатам исследования, коэффициент взвешивания  $S_i$ , характеризующий распределение наносов вдоль длины водозаборного сооружения, был определен с использованием следующей экспоненциальной зависимости:  $\varepsilon = 0.07 \cdot \exp\{-0.82\bar{d}\}$

4. Для эффективного проектирования и эксплуатации водоприемных сооружений необходимо учитывать состав речных наносов, режимы их движения и кинематические характеристики потока. Согласно результатам исследования, при скорости потока 0,70 м/с в зоне входа сооружения наблюдается разница скорости до 0,4–0,5 м/с вблизи правой и левой стенок, что обеспечивает осаждение взвешенных наносов исключительно в области порога.

5. Разработаны методы разделения и управления фракциями речных наносов с диаметром  $d \geq 0,1$  мм, поступающих в водозаборное сооружение с потоком. Результаты исследования показали, что накопление наносов на пороге полуцилиндрической формы позволяет удерживать  $W_{об} = 1044$  м<sup>3</sup> взвешенных частиц за расчетный период.

6. На основе разработанных рекомендаций по внедрению результатов исследования были предложены меры по совершенствованию гидравлических параметров водоприемных сооружений Дехконободской, Сохской насосных станций и водозабора канала Сох-Шохимардон на Большом Ферганском магистральном канале. Оценена социально-экономическая эффективность разработок. Ожидаемая годовая экономическая выгода составляет до 66,8 миллиона сумов за счет сокращения затрат, а дополнительный доход достигает 115 миллионов сумов, что в совокупности обеспечивает общую экономическую эффективность в размере 181,9 миллиона сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/07.06.2024.T.106.07**  
**ON AWARD OF PHYLOSOFY DOCTOR DEGREE AT THE FERGHANA**  
**POLYTECHNIC INSTITUTE**

---

**NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY “TASHKENT INSTITUTE OF**  
**IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS”**

**SATTOROV ALIMARDON XAMDAMALIYEVICH**

**JUSTIFICATION OF HYDRAULIC PARAMETERS OF WATER**  
**RECEPTION STRUCTURES OF IRRIGATION SYSTEMS**

**05.09.07 – Hydraulics and engineering hydrology**

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

**Fergana- 2025**

The theme of dissertation of the doctor of philosophy (PhD) on physical and mathematical sciences was registered by the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under No. B2024.3.PhD/T4978

The dissertation was completed at the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" and the Fergana Polytechnic Institute.

The abstract of the dissertation was posted in three (Uzbek, Russian, English (resume)) languages on the website of Scientific Council at [www.ferpi.uz](http://www.ferpi.uz) and on the website of «Ziyonet» informational and educational portal at [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

**Scientific supervisor:**

**Arifjanov Aybek Muxamedjanovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:**

**Malikov Zafar Mamatkulovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Fayziyev Xomitxon**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

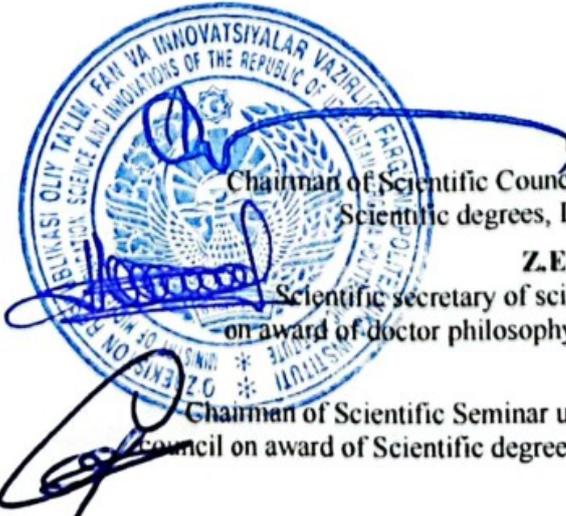
**Leading organization:**

**Andijan institute of agriculture and agrotechnologies**

Dissertation defense will take place April 5, 2025 at 11:00 hours during the meeting of the Scientific Council PhD.03/07.06.2024.T.106.07 at the Fergana Polytechnic Institute (Address: 86 Fergana Street, Fergana City, 150100, Uzbekistan. Phone: (+99873) 241-12-06, fax (+99873) 241-12-06, e-mail: [ilmiy-kengash@ferpi.uz](mailto:ilmiy-kengash@ferpi.uz), small meeting room).

The doctoral (PhD) dissertation can be looked through in the scientific and methodological department of the Information-Resource Centre of the Ferghana Polytechnic Institute (registered under No. 113) 86 Fergana Street, Fergana City, 150100, Uzbekistan. Phone: (+99873) 241-12-06.

The abstract of the dissertation was distributed on «00» 03 2025  
(Registry record No. 1 dated «19» 03 2025)



**I.R. Salomov**  
Chairman of Scientific Council on award of Scientific degrees, DSc, Professor

**Z.E. Abdulkhaev**  
Scientific secretary of scientific council on award of doctor philosophy, PhD, docent

**L.N. Samiev**  
Chairman of Scientific Seminar under scientific council on award of Scientific degrees, DSc docent,

## INTRODUCTION (annotation of PhD dissertation)

**The purpose of the study** is to substantiate the design elements of structures that effectively manage river sediments, taking into account the kinematic structure of the flow in water intake structures.

**The object of the research:** as a part of the study as a part of the study selected water reception structures of pumping stations Dekhkanabad, Sokh Shahimandansay channel-1, Sokh Great Fergana Main Canal.

**The scientific novelty of the research** consists the following:

Mathematical model has been developed, describing the flow kinematics taking into account the fractionation of river charges with uneven flow movement;

improved method of calculation of  $S_i$  for the length of the water reception structure taking into account the mechanical structure and uneven flow of river flows through dependence  $\varepsilon = 0.07 \cdot \exp\{-0.82\bar{d}\}$ ;

The design of the water reception structure has been developed taking into account the change in river flows along the length and depth of the open channels in the form of expansion along the width and depth of the flow;

the design and calculation method of a device providing hydraulic cleaning of river sediments using flow energy, while increasing the efficiency of water intake structures, have been recommended.

**Implementation of research results.** Based on the results of the validation of hydraulic parameters of water intake structures in irrigation systems:

Recommendations to reduce the amount of river nanobots flowing into the Big Fergana Main Canal were implemented in the Department “Big Fergana Main Canal” (Reference of the Ministry of Water Management №-05/13-3441 from 23 September 2024). As a result, when water is withdrawn from the channel, it is possible to fractionate and control river nanowires with particle size  $S_d$  -0.1 mm.

Recommendations for the accumulation of river sediments on a semi-cylindrical threshold in water abstraction structures were implemented at pumping stations Dekhkanabad, CFC - CSSCh-1 and CFC-Soh, under the responsibility of the Pump Plants and Power Authority (Certificate of the Ministry of Water Management -05/13-3441 of 23 September 2024). As a result, it is possible to hold  $W_{tot} = 1044$  m<sup>3</sup> of the weighted weight during the calculation period on the threshold installed in the water intake facility.

Recommendations for the cleaning of sediments of suspended sediments in water intake structures irrigation channels using stream energy were implemented in the Basin Management Syr-Darya-Soh irrigation systems (Certificate of the Ministry of Water Economics №-05/13-3441 from 23 September 2024). As a result, by directing the flow of water through a semi-cylindrical threshold in the drain spring, operating costs were reduced by 1.5 times and the wear of the pump wheels due to suspended particles was reduced, increasing their service life from 1 year to 3 years.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references and appendices. The volume of the dissertation consists of 119 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Мадрахимов М.М., Сатторов А.Х. “Определение осаждения частиц, содержащихся в воде проходящей через аванкамере” Научно-технический журнал Фер.ПИ. Т.26, №6 2022, С-182-185. (05.00.00; №20)
2. Arifjanov A.M., Sattorov A.X., Madraximov M.M., Abdulxayev Z.E. “Sug‘orish nasos stansiyalari avankamerasida loyqa cho‘kindilarni miqdorini aniqlash” Fan texnologiyalar taraqqiyoti - ilmiy texnik jurnal. №5 2022 y. 27-31 bet. (05.00.00; №24)
3. Madraximov M.M., Sattorov A.X. “Suv olish inshootlaridagi suvning mayda qum va loyqalarni nasoslarga salbiy tasirini tahlil qilish” FarPI ilmiy-texnika jurnali №3 2022, 27-32 bet. (05.00.00; №20)
4. Arifjanov A.M., Abdulxayev Z.E., Sattorov A.X. “Calculation of the quantity of sludge sediment in the forebay of irrigation pumping stations” FarPI ilmiy-texnika jurnali T-26, № 11, 2022, 167-171 bet. (05.00.00; №20)
5. Arifjanov A.M., Sattorov A.X., Baxromova D.O. “Nasos stansiyalarining avankamerasida loyqa zararachalarni cho‘kish trayektoriyasini aniqlash” Memorchilik va qurilish muammolari ilmiy-texnik jurnal №3 2023 yil 217-220 bet. (05.00.00; №14)
6. Arifjanov A.M., Samiyev L.N., Sattorov A.X. “Avankameralarni konstruktiv parametrlarini hisoblash” FarPI ilmiy-texnika jurnali T-27 №18 2023, 93-96 bet. (05.00.00; №20)
7. Arifjanov A., Sattorov A., Madraximov M., “Nasos stansiyalari avankameralarida oqim harakatining modeli va hisoblash” Irrigatsiya va melioratsiya, №2 (32).2023, 20-23 bet. (05.00.00; №22)
8. Arifjanov A., Sattorov A., Xoshimov S., Atakulov D, “Avankameragi oqim holatini barqarorlashtirish sxemasini modellashtirish” FarPI ilmiy-texnika jurnali T.28, №4 2024, 96-102 bet. (05.00.00 №20)
9. Arifjanov A.M., Sattorov A.X., Atakulov D.E., Juraboyev I.I. “Avankameralarda akkumulyatsiya jarayonlari tadqiqoti” FarPI ilmiy-texnika jurnali 2024,T.28, №8. 32-37 bet. (05.00.00 №20)
10. Arifjanov A.M., Sattorov A.X., Xoshimov N.S, Yo‘ldasheva H.N. “Nasos stansiyalari avankameralarida oqim jarayonlarini modellashtirish” “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy–texnikaviy jurnal №5/2024 235 (05.00.00 №24)
11. Matkaziev D.A., Arifjanov A.M., Sattorov A.X. “Suv qabul qilish inshootlaridagi oqim harakatini takomillashtirish” “Arxitektura, qurilish va dizayn ilmiy-amaliy jurnali” №3 2024 y 691-695 bet (05.00.00 №4)
12. Arifjanov A.M., Sattorov A.X. Analysis of flow dynamics in water intake structures using the  $k-\varepsilon$  turbulence model // Universum: texniceskie nauki :elektron. nauchn. jurn. 2024. 11(128). (02.00.00 №1)

## II бўлим (II часть; II part)

1. Arifjanov A., Sattorov A., Atakulov, D and Iminov I. (2023). Method of calculation of the flow motion model in water intake facilities. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol.1231, No.1, p.012060). IOP Publishing.
2. Arifjanov, A., Sattorov A., Babajanov, F and Atakulov, D. (2023). Determination of the trajectory of sedimentation of fluid particles in the forebay of pumping stations. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 02020). EDP Sciences.
3. Akhmedkhodjaeva, I., Yuldasheva, H., Apakhodjaeva, T., Sattorov, A and Melikuziyev S. (2024). Improving the method of calculating the water balance of the Khan canal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
4. Arifjanov A., Atakulov D., Sattorov A., Melikuziyev S and Juraboyev I. (2024) Analysis of the turbidity process in the pumping station forebay for the water management. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
5. Sattorov A. (2022). Determination of the deposition of particles contained in the water passing through the sump well. Central asian journal of theoretical 3(6), 244-251.pp Applied sciences
6. Sattorov A., Xamidova A (2022) “Sug‘orish nasos stansiyalarining avankameralarida loyqa zarrachalarining cho‘kish harakatini aniqlash” “O‘zbekistonda yer resurslarini boshqarish va ulardan samarali foydalanish tamoyillari muammo va yechimlar” mavzusida Respublika ilmiy-amaliy konferensiya 23-24 sentyabr. 584-588 bet
7. Sattorov A., Xusanov N., Mirzarahimov A. (2022) “Suv olish inshootlarining turlari va ularga qo‘yiladigan talablar”. “Raqamli hayot va ijtimoiy fanlarning barkamol avlodni voyaga yetkazishdagi o‘rni va ahamiyati: dolzarb muammolar va istiqbol” xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 12 aprel 199-202 bet.
8. Arifjanov A., Sattorov A., (2023) “Suv oluvchi inshootlar konstruksiyalarining maqbul yechimlaridan foydalanish” “Iqlim o‘zgarishi va suv resurslari gidrologiyasi” xalqaro ilmiy-texnik anjuman jurnali 24-25-noyabr 580-582 bet.
9. Arifjanov A., Sattorov A., Iminov I., Atakulov D., G‘afforova M.F “Nasos stansiyalari avankameralarida oqim harakatining modelini hisoblash” O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligidan berilgan guvohnoma. DGU 27625. 22.09.2023 y.
10. Arifjanov A., Apakxujayeva T., Sattorov A.. “Avankameralarni konstruktiv parametrlarini hisoblash”. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligidan berilgan guvohnoma. DGU 30972. 12.12.20243 y.

Avtoreferatning o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi nusxalari  
Farg‘ona politexnika institutining «Ilmiy texnika» jurnali  
tahririyatida tahrirdan o‘tqazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 2025 yil.  
Bichimi 84x108 1/16. “Times New Roman”  
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3,12. Adadi: 50.

“Farpi alpha” UK  
Manzil: 150100 Farg‘ona viloyati, Farg‘ona shahri,  
Farg‘ona ko‘chasi, 86 uy

---