

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

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

G'AYIMNAZAROV ISRAIL XOLIQOVICH

**KANALLARNING NOSTATSIONAR OQIM SHAROITLARIDA
OQIZIQLAR SARFINI HISOBLASH USULLARINI
TAKOMILLASHTIRISH**

05.09.07 - Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

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

Qarshi – 2022

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

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

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

G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich

Kanallarning nostatsionar oqim sharoitlarida oqiziqalar sarfini hisoblash usullarini takomillashtirish..... 3

Гайимназаров Исраил Холикович

Усовершенствование методов расчета расхода наносов каналов в условиях нестационарности потока..... 22

G‘ayimnazarov Israil Xoliqovich

Improvement of methods for calculating sediment discharge of canals in conditions of nostationar flow. 41

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works 44

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

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI

G'AYIMNAZAROV ISRAIL XOLIQOVICH

**KANALLARNING NOSTATSIONAR OQIM SHAROITLARIDA
OQIZIQLAR SARFINI HISOBLASH USULLARINI
TAKOMILLASHTIRISH**

05.09.07 - Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

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

Qarshi – 2022

Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2021.4.PhD/T120-raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.qmii.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Eshev Sobir Samatovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Bazarov Dilshod Rayimovich;
texnika fanlari doktori, professor

Baymatov Shaxriddin Xushvaqtovich;
Texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent.

Yetakchi tashkilot:

Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti

Dissertatsiya himoyasi Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.04/30.04.2021.t.111.04 raqamli ilmiy kengashning «___» _____ 2022 yil soat ___ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 180100, Qarshi sh., Mustaqillik shoh ko‘chasi, 225-uy. Tel: (+99875)-221-09-23, e-mail: qmii@qmii.uz).

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

Dissertatsiya avtoreferati 2022 yil «___» _____ kuni tarqatildi.
(2022 yil «___» _____ dagi _____ raqamli reestr bayonnomasi)

U.U.Jonqobilov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash rais o‘rinbosari, t.f.d., professor

A.N.Xazratov

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

R.T.Xo‘jaqulov

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

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda ko'pgina daryo o'zanlarida gidrotexnik inshootlarni va katta yer o'zanli kanallarni loyihalash, qurish va foydalanish bilan bog'liq bo'lgan amaliy masalalarini yechimida o'zan tubi gryadlari o'lchamlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Ma'lumki, ularda oqiziqslarning tashilishi jarayoni gryadlar ko'rinishida ham sodir bo'ladi. Bu gryadlarning o'lchamlarini topish keyingi o'rinlarda o'zan tubi oqiziqslarining sarfini aniqlashning asosiy omillaridan biri bo'lib sanaladi. Yer o'zarlarda suv oqimining va gruntning o'zaro ta'siri natijasi to'lqinli ko'rinishdagi o'zan tubi gryadlarining sodir bo'lishiga olib keladi. Shu sababli gruntli kanallarda to'lqinlar (nostatsionar oqim) ta'siri ostida paydo bo'ladigan gryadlarning harakati bilan bog'liq bo'lgan oqiziqslarning tashilishini tadqiqotlash dolzarb muammolardan bo'lib sanaladi.

Dunyoning ko'pgina rivojlangan mamlakatlarida, jumladan AQSH, Rossiya, Germaniya, Fransiya, Yaponiya, Xitoy, Niderlandiya va boshqa mamlakatlarda shamol to'lqinlari ta'sirida ishlaydigan katta yer o'zanli kanallarni loyihalashning samarali va ishonchli usullarini ishlab chiqishga katta e'tibor jalb qilinmoqda. Jahonda katta kanallarda sodir bo'ladigan deformatsiya jarayonlarini bashoratlash usullarini, ishonchiligi yuqori darajada bo'lgan samarali innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqishga jalb etilgan maqsadli ilmiy tadqiqot ishlarining bajarilishiga katta e'tibor berilmoqda.

Bugungi kunda Respublikamizda yer o'zanli irrigatsiya kanallarini loyihalash, qurish va ulardan samarali foydalanishni ta'minlashdagi mukammal ilmiy ishlanmalariga ta'sir qiladigan omillarni o'rganish hamda ularni baholash va qo'llanish shartlarini aniqlash bo'yicha ko'p sonli tadqiqotlar olib borilmoqda. 2022-2026 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasida irrigatsiya-melioratsiya ob'ektlarini qurish va rekonstruksiya qilish hisobiga ekin maydonlarining suv ta'minoti va meliorativ holatini yaxshilash va suvni iqtisod qilish hamda 2022 yilda kanal, lotok, quvur va kollektor-drenaj tarmoqlari qurish va rekonstruksiya qilish vazifalari ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, investitsiya loyihalari doirasida nasos stansiyalarini modernizatsiya, kanal va gidrotexnika inshootlarini rekonstruksiya qilish vazifalari belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni amalga oshirish, jumladan suv resurslari taqchilligi davrida irrigatsiya tizimlaridagi yer o'zanli kanallarning gidrotexnika inshootlarini ishlashida ro'y beradigan shikastlanish, ishdan chiqish va avariylarni hisobga olish asosida loyihalash va foydalanishning samarali uslublarini ishlab chiqishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish bugungi kunning muhim vazifalaridan biri bo'lib sanaladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi

to'g'risida"¹gi farmoni, 2017 yil 25-sentabrdagi PQ-3286-son "Suv ob'ektlarini muhofaza qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori, 2019 yil 17-iyundagi PF-5742-son "Qishloq xo'jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida"gi farmoni va O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10-iyuldagi PF-6024-son «O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini 2020-2030 yillarda rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning V. "Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof muhit muhofazasi" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. O'zanlardagi oqiziqslarning gryadli va gryadsiz harakatidagi sarfini aniqlashga doir S.T.Altunin, V.S.Altunin, V.S.Borovkov K.V.Grishanin, V.K.Debolskiy, Y.A.Ibadzade, I.G.Kantardji, I.F.Karasev V.S.Knoroz, Z.D.Kopaliani, Y.M.Kuzminov, E.I.Mass, I.I.Levi, B.F.Snishenko E.K.Rabkova, N.S.Znamenskaya, P.Akkers, L.Van-Rayn, J.D.Jonson, J.Kennedi, X.Eynshteyn, R.Engelund, A.X.Abalyans, Q.SH.Latipov, X.A.Ismagilov, A.M.Muxamedov R.M.Karimov, M.R.Bakiyev, E.J.Maxmudov, A.M.Arifjanov, D.R.Bazarov, S.S.Eshev, T.Majidov va boshqa tadqiqotchilar tomonidan ko'pgina nazariy, laboratoriya va dala sharoitlarida tadqiqotlar olib borilgan.

Hozirgi kunda Hindiston, MDH va boshqa mamlakatlarda, shu jumladan respublikamizda yer o'zanli kanallar gidravlik hisobi asosan oqimni yuvmaslik tezliklari usuli bo'yicha olib borilib, ko'pgina g'arb mamlakatlarida qo'llaniladigan tangensial kuchlanishlar hisob usuli qo'llanilmaydi. Shuningdek, kanallarni loyihalashdagi gidravlik hisoblari suv oqimini faqat tekis harakati shartlarida olib borilib, tabiatda sodir bo'ladigan shamol to'lqinlarining o'zan oqimiga ta'sirining (nostatsionar oqim) doirasi hisobga olinmaydi. Vaholanki, yer o'zanli kanallarda sodir bo'ladigan gryadli ko'rinishdagi oqiziqslarning tashilish jarayonida o'zan gidravlikasida muhim ahamiyat kasb etadigan nostatsionar oqimlarning ta'siri sezilarli darajada bo'ladi. Shu sababli, yer o'zanli kanallar deformatsiyasining hisob usullarini nostatsionar oqim omillarini e'tiborga olgan holda takomillashtirish zaruriyati paydo bo'ladi. Yuqorida e'tirof etilgan muammoning dolzarbligini irrigatsiya, melioratsiya, gidrotexnika va gidroenergetika amaliyoti masalalarida uchratish mumkin.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"¹gi farmoni

5/2016 - “Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalarining ilmiy-texnik masalalari yechimining samarasini oshirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish” va Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti “Irrigatsiya va melioratsiya tizimidagi inshootlarni loyihalashda takomillashgan gidravlik usullarni qo‘llash” GTI/1-19 xo‘jalik shartnomasi mavzulari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi kanallarda to‘lqin tarqalishi ta‘sirini inobatga olgan holda oqiziqqlar sarfini hisoblash usulini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

yer o‘zanli kanallardagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlarida oqiziqqlar harakati boshlanishi, o‘zan tubi rel‘efining shakllanishi va oqiziqqlarning tashilishi bo‘yicha mavjud bo‘lgan gidravlik hisob usullarini tahlil qilish;

yer o‘zanli kanallarning statsionar va nostatsionar oqim sharoitlarida oqimning kinematik tuzilishi, o‘zan tubi gryadlarining shakllanishi va oqiziqqlarning tashilish jarayonlarini laboratoriya va dala sharoitlarida tadqiqot qilish;

nostatsionar oqim sharoitida ishlaydigan yer o‘zanli kanallardagi oqiziqqlar harakati boshlanishining gidravlik hisob usullarini takomillashtirish;

yer o‘zanli kanallardagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlarini inobatga olgan holda sodir bo‘ladigan gryadlarning o‘lchamlarini hisoblash usullarini takomillashtirish;

yer o‘zanli kanallarning nostatsionar oqim holatini inobatga olgan holda oqiziqqlar sarfini hisoblash usullarini takomillashtirish.

Tadqiqot ob‘ekti sifatida Mirishkor kanali qabul qilingan.

Tadqiqot predmeti bo‘lib, yer o‘zanli kanallardagi suv oqimining statsionar va nostatsionar sharoitlarida oqim kinematik strukturasi o‘zan tubi gryadlari shakllanishi va oqiziqqlar tashilishi jarayonlariga ta‘siri qonuniyatlarini o‘rnatish hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida tajriba tadqiqot natijalarini fizik qonuniyatlaridan, gidrodinamika tenglamalaridan, o‘zan gidravlikasi hisobi va matematik statistika usullaridan hamda modellashtirishning gidravlik, matematik va raqamli usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

yer o‘zanli trapetsiadal kanallardagi oqimning nostatsionar holatida oqiziqqlar o‘lchamini inobatga olgan holda, oqiziqqlar harakati boshlanishining kritik tezliklarini aniqlash usuli ishlab chiqilgan;

yer o‘zanli trapetsiadal kanallarda yon tomon qiyalik koeffitsiyentining o‘zgarishi inobatga olinib, gryadlar parametrlarini aniqlash bo‘yicha hisob usuli ishlab chiqilgan;

yer o‘zanli trapetsiadal kanallardagi oqimning nostatsionar holatida o‘zan tubi gryadlarining parametrlarini aniqlash usuli takomillashtirilgan;

yer o‘zanli kanallardagi oqimning nostatsionar holatida gryadlar harakati inobatga olingan holda, oqiziqqlarning sarfini aniqlash usuli takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijasi quyidagilardan iborat:

yer o‘zanli kanaldagi to‘lqin tarqalishi (nostatsionar harakati) ta’siri holatlari inobatga olingan holda oqiziqalar harakati boshlanishini aniqlashning takomillashtirilgan hisob usuli ishlab chiqilgan;

yer o‘zanli kanallardagi suv oqimining statsionar va nostatsionar holatlari inobatga olingan holda gryadlarning parametrlarini aniqlashning takomillashtirilgan gidravlik hisob usuli ishlab chiqilgan;

yer o‘zanli kanaldagi suv oqimining nostatsionar holati inobatga olingan holda gryadlar ko‘rinishda sodir bo‘ladigan oqiziqalarning tashilishini takomillashtirilgan hisob algoritmi va EHM uchun dasturlar ishlab chiqilgan;

yer o‘zanli kanallarlarda oqimning statsionar va nostatsionar holatlari inobatga olingan holda gryadlar harakati bilan sodir bo‘ladigan oqiziqalar sarflarini hisoblash bo‘yicha ilmiy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi qo‘yilgan masalalarning aniqligi, gidrodinamika qonunlari va matematik usullarga asoslanganligi, sifatli gidravlik usullardan foydalanilganligi va hisobiy qiymatlarning tajribalarni olib borilishi jarayonida olingan ma’lumotlar bilan taqqoslanganligi hamda ma’lumotlarni tahlil qilish jarayonida matematik statistika uslublaridan foydalanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati yer o‘zanli kanaldagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlarida oqiziqalar harakatining boshlanishini, gryadlarning o‘lchamlarini va oqiziqalarning sarflarini aniqlashning gidravlik hisob usullarini takomillashtirilganligi va bularga asosan ilmiy tavsiyalar ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati yer o‘zanli kanallardagi suvning nostatsionar harakatini inobatga olgan holda uning gidravlik jihatdan samarador va ekspluatatsion ishonchliligini ta’minlanishi, sodir bo‘ladigan deformatsiyalarning kamayishi va suv o‘tkazish qobiliyatining 8-10 % oshishi hisobiga iqtisodiy samaradorlikka erishilishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Yer o‘zanli kanaldagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlarida o‘zan tubi oqiziqalari harakatining boshlanishi va o‘zan tubi gryadlarining shakllanishi hamda gryadlar harakati bilan kechadigan oqiziqalar tashilishini hisob usullarini takomillashtirish asosida olingan natijalar quyidagi kanallarda qo‘llanildi:

Amu-Qashqadaryo irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasining Mirishkor kanalida (2021 yildagi 27-oktyabdagi dalolatnoma), Qarshi magistral kanalida (2021 yil 03-noyabrdagi dalolatnoma) va “Oqsuv-Zarafshon irrigatsiya” MCHJlarda (2021 yil 18-iyundagi 14-sonli) qo‘llanilgan. Shuningdek, ilmiy tadqiqot natijalaridan foydalanish haqida “Gidroproyekt” AJ (2021 yil 10-iyundagi 01-12/1005-sonli) va “UzGIP” AJlaridan (2021 yil 18-noyabrdagi 025-605-sonli) hamda “Nasaf maxsus suv qurilish ta’mirlash” MCHJ (2021 yil 06-iyun 17-son)dan ma’lumotlar olingan. Natijada kanalning suv o‘tkazish qobiliyatini bu

hisob usulining qo'llanishi (Suv xo'jaligi vazirligining 2022 yilning 8-apreldagi 03/27-779 – son ma'lumotnomasi) asosida 8-10 % ga oshirish imkoni yaratilgan.

Tadqiqot natijalari aprobatyasi. Mazkur tadqiqot natijalari xalqaro, respublika va institut miqyosidagi anjumanlarda muhokama qilingan va ma'qullangan, jumladan 3 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 24 ta ilmiy ishlar chop etilgan. Shulardan, 1 ta monografiya, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining texnika fanlari bo'yicha falsafa (PhD) doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 9 ta maqola, shu jumladan 6 ta maqola Respublika va 3 ta maqola xorijiy jurnallarida nashr qilingan. Bulardan tashqari Skopus bazasidagi anjumanlarda 4 ta maqola chop etilgan. Shuningdek, 2 ta EHM dasturlari uchun guvohnomalar olingan.

Tadqiqot hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya ishi kirish, to'rt bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya ishining hajmi 111 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida olib borilgan tadqiqot ishining zarurligi va mavzusining dolzarbligi asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari hamda tadqiqot ob'ekti va predmeti shakllantirilgan, O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyatlari bayon etilgan, tadqiqot natijalarining joriy qilinganligi, ishonchligi asoslangan, nashr etilgan ishlar, dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Yer o'zanli kanallardagi suvning nostatsionar harakatida mavjud deformatsiyalarning hisob usullarini tahlili”** birinchi bobida xorijiy va mamlakatimizdagi katta kanallarda shamol (nostatsionar oqim) to'lqinlarning jadallashishi va ularning o'lchamlarini aniqlash usullari qarab chiqilgan. Bunda to'lqinlarning o'zan tekis oqimiga ta'siri (nostatsionar oqim) natijasida sodir bo'ladigan deformatsiyalarning gidravlik hisob usullari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, o'zandagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlarida oqiziqqlar harakatining boshlanishi, o'zan tubi to'lqinsimon rel'efining shakllanishi va oqiziqqlarning tashilishini hozirgi paytdagi mavjud gidravlik hisob usullari analitik tahlil qilinadi. Analitik tahlillarga asosan bu muammolarning mavjud yechimlarida shamol to'lqinlari bilan bog'liq bo'lgan nostatsionar oqimning ta'siri yetarli darajada o'rganilmaganligi va ularning ko'pgina hollarda faqat uzun to'lqinlarning yer o'zanli kanallarda sodir bo'ladigan deformatsion jarayonlarning tadqiqotlariga bag'ishlanganligi ko'rsatiladi. Hozirgi paytda, tadqiqotchilar tomonidan shamol to'lqinlari tarqalgan o'zan oqimining ta'sirida kanal

deformatsiyalarini tadqiqot qilishga unchalik e'tibor qaratilmagan. Shu sababli keyingi o'rinlarda qarab chiqiladigan o'zan tubi rel'efining gryadlar shakllanishi bilan sodir bo'ladigan deformatsiyalar hisobida oqimning nostatsionar harakatini inobatga olish kerak bo'ladi.

Ochiq o'zan gidravlikasining muhim masalalaridan bo'lib sanaladigan yer o'zanli kanaldagi oqiziqalar harakatining boshlanishini, o'zan tubi gryadlarining parametrlarini va oqiziqalarining sarflarini aniqlashning mavjud bo'lgan bog'lanishlarini suvning nostatsionar harakatini inobatga olgan holda modifikatsiyalash taklif etiladi. Bu masalalarning yechimini topishda tadqiqotchilar tomonidan juda kam sonli tadqiqotlar olib borilgan. Har bir tadqiqotchi o'tkazgan tadqiqot sharoiti chegarasida qaraladigan jarayon bo'yicha o'zlarining bog'lanishlarini taklif qilgani uchun, ularning natijalari bir-birlariga deyarli mos kelmaydi. Shuning uchun hozirgi kunda yuqorida aytib o'tilgan muammolarga tegishli bo'lgan hamma omillarni o'z ichiga qamrab oladigan bog'lanishlar taklif qilinmagan.

O'tkazilgan adabiyotlar tahlili natijalariga ko'ra, yer o'zanli kanallardagi suvning statsionar va nostatsionar harakatlarida oqiziqalar harakatining boshlanishi va o'zandagi o'zan tubi gryadlari harakati bilan sodir bo'ladigan oqiziqalarning tashilishini o'rganish uchun tadqiqotlar olib borish zaruriyati belgilab olindi.

Dissertatsiyaning **“Yer o'zanli kanallardagi deformatsiyalarni eksperimental tadqiqot qilish”** nomli ikkinchi bobida laboratoriya va dala sharoitida tadqiqotlarning o'tkazilishini uslubi va olingan ma'lumotlar keltirilgan.

Suv harakatining statsionar va nostatsionar rejimlari Frud va Reynolds mezonlari bo'yicha modellashtirildi.

Statsionar tekis harakat rejimi uchun Reynolds soni:

$$Re = (\mathcal{G}_0 R) / \nu > Re_{kr} , \quad (1)$$

bu yerda \mathcal{G}_0 - oqimning o'rtacha tezligi; R - gidravlik radius; ν - kinematik qovushoqlik koeffitsiyenti.

Nostatsionar harakat rejimi uchun Reynolds soni:

$$Re = (\mathcal{G}_{\max} h_v) / \nu > Re_{kr} , \quad (2)$$

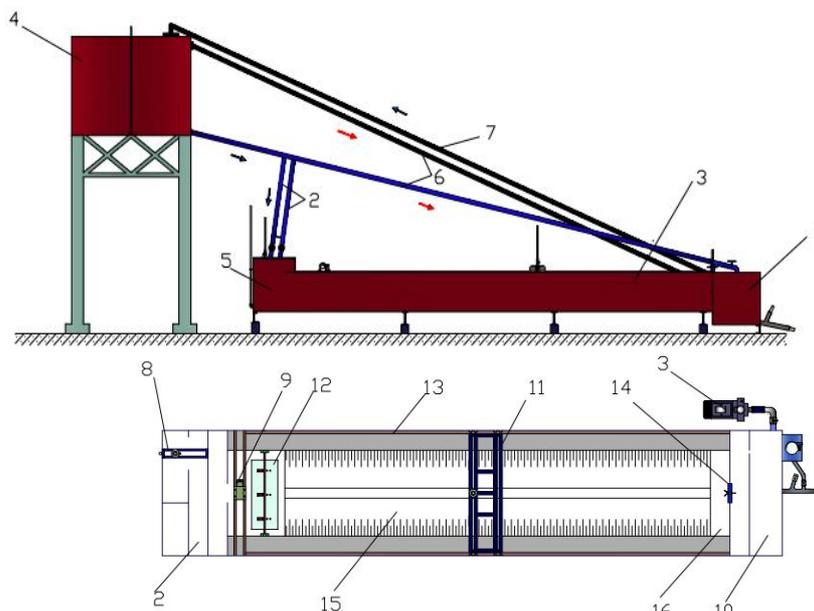
bu yerda \mathcal{G}_{\max} - to'lqinlarning maksimal orbital tezliklari; h_v - to'lqin balandligi.

Tajribalar Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining “Gidravlik jarayonlarni modellashtirish” laboratoriyasida bajarilgan. Metall lotok (11x2,50x0,40 m) ichida trapetsiya shaklidagi kanalning modeli qurildi (1-rasm). Kanal yon tomon qiyalik koeffitsiyentlari $m=2,0; 2,5; 3,0; 3,5$ qilib qurildi va tajribalarda diametri $d=0,50$ mm bo'lgan qum ishlatildi (2-rasm).

Kanal modelida suv oqimining nostatsionar holati lotok bosh qismida stvorning istalgan joyida o'rnatish imkoniyatiga ega bo'lgan to'lqinlarni hosil qiluvchi moslama, ya'ni o'q atrofida aylanadigan tekis to'rtburchakli plastinka yordamida amalga oshirildi (3-rasm).

Rezervuarining bosh qismida Tomson suv o'lchagich vodoslivi o'rnatilgan. Bu vodoslivdan oqib o'tadigan sarf $Q=1,4H^{5/2}$ formula bilan aniqlandi. Kanalning

belgilangan stvorlaridagi suv oqimining chuqurliklari ignali shpitsenmasshtab va SW-G100A lazerli masofa o'lchagich yordamida o'lchandi.



1-rasm. Hidravlik lotokning umumiy ko‘rinishi

1-lotok; 2-lotokning bosh qismi; 3-nasoslar; 4-yuqori rezervuar; 5-suv olib keluvchi quvur; 6-naporli quvur; 7-suv tashlovchi quvurlar; 8-chambarak; 9-terilgan tosh; 10-oqiziqlar tushadigan joy; 11- metall relslar; 12-to‘lqin hosil qiluvchi moslama; 13-rels yo‘lagi; 14-zatvor; 15-gruntndan yasalgan trapetsiadal kanal modeli; 16- grunt namunasi tushadigan hovuz.

Kanal modelining har xil yon tomon qiyaliklari lotok devorlari bo‘yicha harakatlanadigan aravachaga tirkalgan metall planirovshik yordamida amalga oshirildi (2-rasm).



2-rasm. Bog‘lanmagan gruntli trapezsiya shaklidagi kanalning modeli.



3-rasm. Aylanuvchi plastinka turidagi to‘lqin hosil qiluvchi moslama

Laboratoriya tajribalarini o'tkazishdan maqsad qilib o'zan tubi gryadlari harakati bilan sodir bo'ladigan oqiziqlarning tashilishi jarayonlarini tadqiqotlash qo'yildi.

Laboratoriya tajribalari asosan ikki bosqichda o'tkazildi. Tajribalar birinchi bosqichida suvning statsionar va ikkinchi bosqichida nostatsionar harakatlari uchun olib borildi.

Laboratoriya tajribalari asosan kanal modelining o'zan tubi nishabligi $i=0,003$ holatda o'tkazildi. Bu nishablik uchun Frud va Reynolds sonlari o'zgarishining maksimal diapazoni shartlari o'rnatildi. Bunda Frud sonlari 0,00058 dan 0,0027 gacha, Reynolds sonlari esa 43007,2 dan 199117,5 gacha bo'lgan diapazonlarda o'zgardi.

Tadqiqotlar Qashqadaryo viloyatidagi Mirishkor kanalining PK 247...,252 va PK 1140+50...,1143+50 piketlari oralig'idagi uchastkalarida olib borildi.

1-jadval

Mirishkor kanalida SONTEC S5 akustik dopler apparati yordamida olingan dala tajriba ma'lumotlari

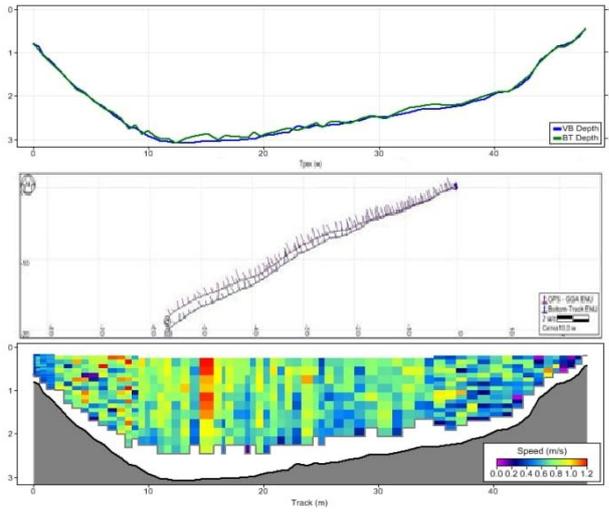
T/r	1	2	3	4	5	6
PK	PK 247	PK 248	PK 249	PK 250	PK 251	PK 252
$Q^{m^3/s}$	65,67	64,21	64,60	64,60	64,09	62,81
$g_{o,r}$	0,66	0,63	0,61	0,62	0,64	0,64
g_{max}	1,63	1,38	1,33	1,42	1,39	1,26
h_{max}	3,19	3,17	3,03	3,06	3,16	3,24
i	0.00016					
B	42,55	44,46	46,63	47,60	44,91	42,78

1a-jadval

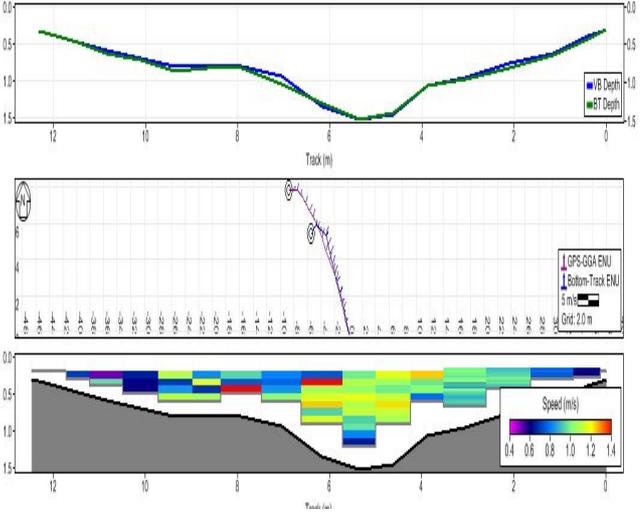
Mirishkor kanalida SONTEC S5 akustik dopler apparati yordamida olingan dala tajriba ma'lumotlari

T/r	1	2	3	4	5	6	7
PK	PK 1140+50	PK 1141+00	PK 1141+50	PK 1142+00	PK 1142+50	PK 1143+00	PK 1143+50
$Q^{m^3/s}$	8.52	8.62	8.57	8.67	9.04	9.0	8.60
$g_{o,r}$	0.82	0.79	0.79	0.80	0.81	0.83	0.80
g_{max}	1.44	1.46	1.6	1.58	1.55	1.48	1.53
h_{max}	1.53	1.58	1.44	1.41	1.50	1.51	1.50
i	0.00016						
B	12.61	12.89	12.74	12.5	11.73	11.98	11.24

SONTEC S5 apparati yordamida PK 250 va PK 1140+50 larda olingan kanal gidravlik parametrlari 5-5a-raslarda ko‘rsatilgan.



5-rasm. Mirishkor magistral kanalining PK 250 dagi ko‘ndalang kesmi.



5a-rasm. Mirishkor magistral kanalining PK 1140+50 dagi ko‘ndalang kesmi.

Dissertatsiyaning “**Yer o‘zanli kanalda gryadlarning parametrlarini va oqizqlarning sarfini hisob usullarini takomillashtirish**” nomli uchinchi bobida kanal oqizqlari oqim va to‘lqinlarning birgalikdagi (nostatsionar) harakati natijasida tashiladi deb qaraladi. Bu qo‘yilgan masalani yechimi uchun quyidagi savollarni qarab chiqish belgilab olindi: o‘zan tubi oqizqlar harakatining boshlanishi; gryadlar o‘lchamlarini aniqlash; gryadlar bilan kechadigan oqizqlar sarfini hisoblash.

Bu ishda oqimning o‘zan tubi ostida yotgan oqizqlarni harakatga keltiruvchi tangensial kuchlanishlari yondashuvi asosida nostatsionar oqim holati uchun o‘zan tubi oqizqlari harakati boshlanishining hisob usulini takomillashtirish vazifasi qo‘yildi. Yuqorida qo‘yilgan masalaning yechimini aniqlashga doir Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining laboratoriyasida tajribalar o‘tkazildi.

Bu masalaning yechimi uchun asos sifatida Shields usulini qabul qilamiz. Shields tomonidan o‘lchamlar nazariyasiga asosan o‘zan tubi oqizqlari harakatining boshlanishini ifodalovchi quyidagi ikkita asosiy o‘lchamsiz parametrlar taklif qilingan:

$$\theta_{kp} = \frac{U_{*kp}^2}{(S-1)gd_{o'r}} ; \quad (3)$$

$$D_* = d_{o'r} \left[\frac{g(S-1)}{v^2} \right]^{\frac{1}{3}} , \quad (4)$$

bu yerda U_{*kp} - o‘zan tubi oqizqlari harakati boshlanishining kritik dinamik tezliklari; g – erkin tushish tezlanish; $d_{o'r}$ - oqizqlar o‘rtacha diametri; S – o‘zan tubi gruntning nisbiy zichligi; ν - molekulyar kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti.

Shilds o‘lchamsiz parametrlarining $\theta'_{kp} = f(D_*)$, ya'ni oqizqlar harakatining boshlanishini aniqlaydigan bog‘lanish grafigi qurilgan.

Biz nostatsionar oqim sharoiti uchun olib borilgan tadqiqot ma'lumotlariga asosan Shilds parametrlarini quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$\theta'_{kp} = f(D_*), \quad (5)$$

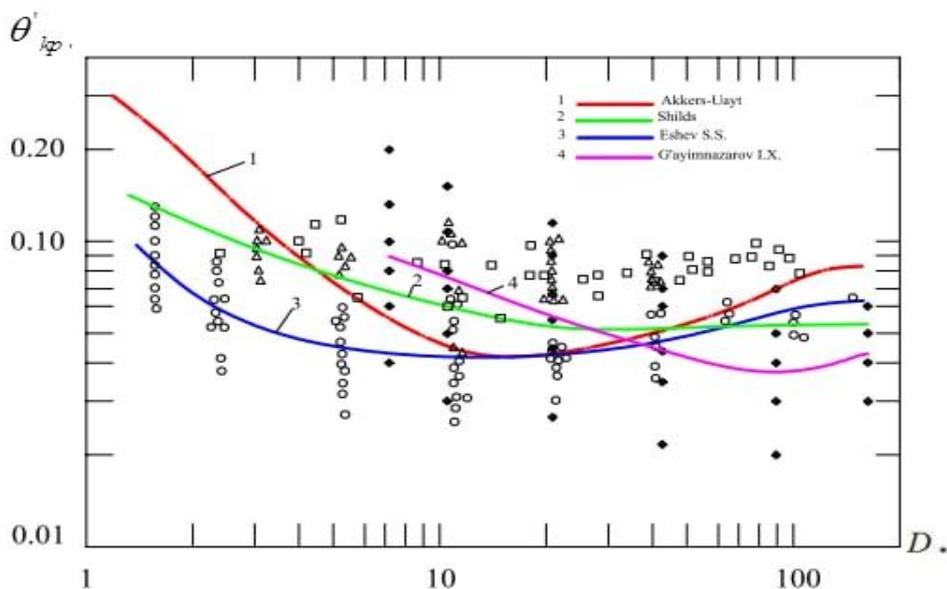
bu yerda

$$\theta'_{kp} = \frac{u_{*m}^2}{gd_{o'r}(S-1)}. \quad (6)$$

Bunda u_{*m} - to‘lqinli oqimdagi maksimal dinamik tezlik bo‘lib, uni quyidagicha aniqlash mumkin:

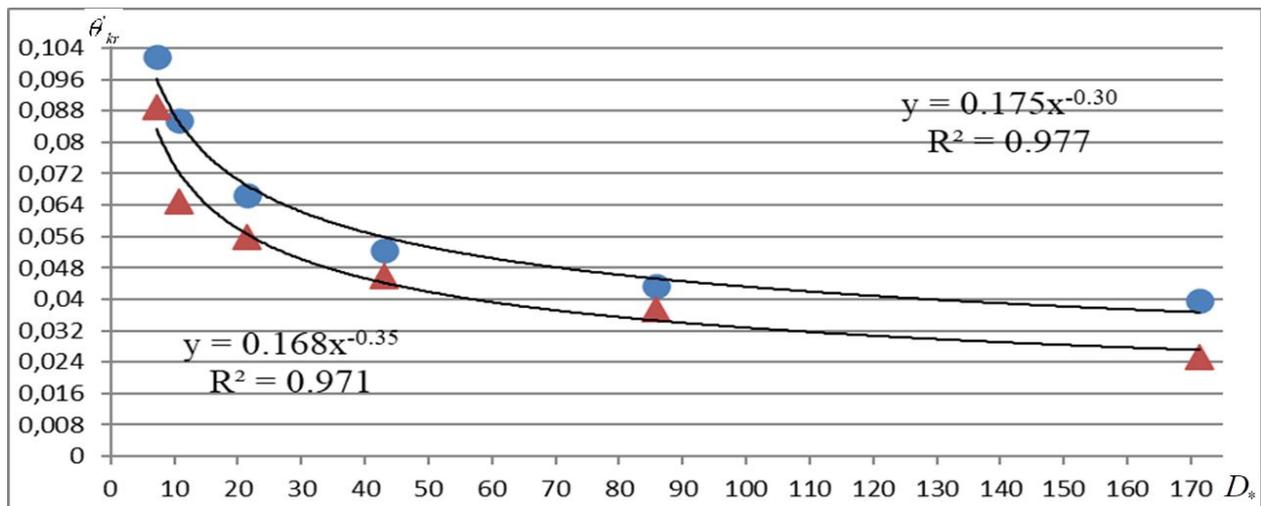
$$U_{*m}^2 = gd_{o'r}(S-1)\theta'_{kp}. \quad (7)$$

6-rasmda o‘zan tubi oqizqlari harakatini boshlanishini aniqlaydigan $\theta'_{kp} = f(D_*)$ bog‘lanish grafigi keltirilgan.



6-rasm. $\theta'_{kp} = f(D_*)$ bog‘lanish egri chizig‘i

Olingan natija regression tahlil qilindi va tahlil natijalari qoniqarli darajadagi yaqinlikni ko‘rsatdi (7-rasm).



7-rasm. Laboratoriya tajriba ma'lumotlari va hisobiy qiymatlarning solishtirilishi

Turli yon tomon qiyalik koeffitsiyentlariga ega bo'lgan trapetsiya shaklidagi gruntli kanallarda gryadlarning balandligini aniqlashda quyidagi V.F.Pushkarev bog'lanishidan foydalanilgan:

$$h_g = 0,00445 \frac{g_0}{gd_0} h_0 + 0,049h_0, \quad (8)$$

bu yerda h_0 - oqim chuqurligi; g_0 - o'rtacha tezlik; d_0 - oqiziqslarning o'rtacha diametri.

V.F.Pushkarev tomonidan olib borilgan laboratoriya tajribalari keng o'zanli modelda o'tkazilgan. Endi bu (8) bog'lanishni turli yon tomon qiyalik koeffitsiyentlariga ega bo'lgan trapetsiya shaklidagi kanallar uchun modifikatsiyalashtiramiz. Buning uchun (8) bog'lanishni quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$h_{gr} = \phi \left(0,00445 \frac{g_0^2}{gd_0} h_0 + 0,049h_0 \right), \quad (9)$$

bu yerda ϕ - kanal yon tomon qiyalik koeffitsiyentiga bog'liq bo'lgan parametr.

3 -jadval
 ϕ parametrning kanal yon tomoni qiyalik koeffitsiyentiga bog'liqligi

ϕ_0	ϕ			
$m=0$	$m=2$	$m=2,5$	$m=3,0$	$m=3,5$
1,08	0,72			
1,33		1,02		
1,32			1,05	
1,46				1,21

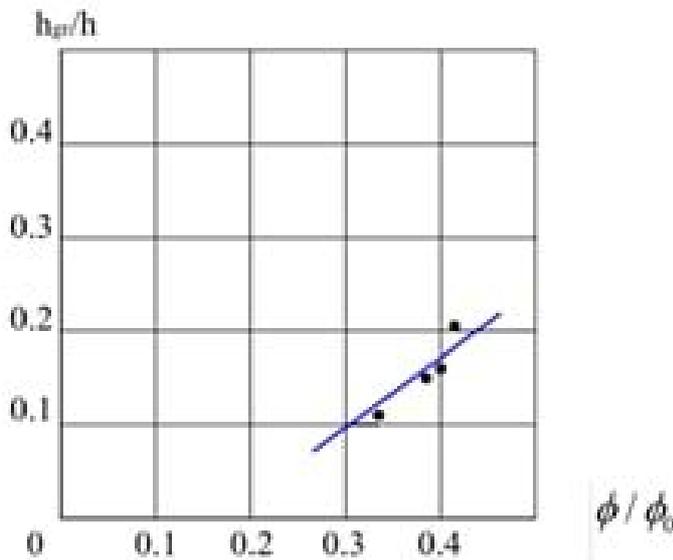
Bu parametrlar nisbati ϕ/ϕ_0 va gryad balandligining oqim chuqurligiga nisbati orasida $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$ bog‘lanish mavjud deb qaraymiz (4-jadval).

4-jadval

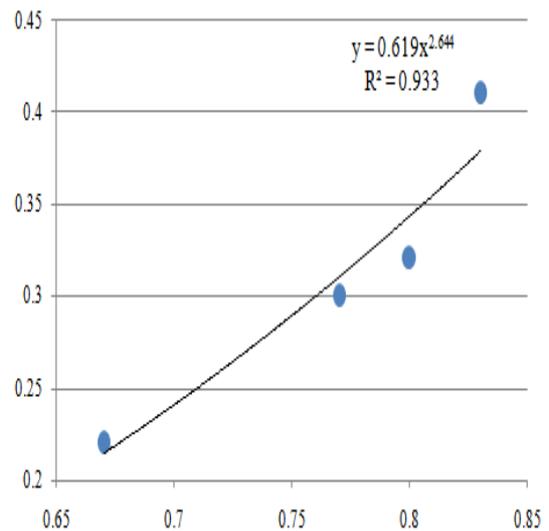
$$\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h) \text{ bog‘lanishi}$$

ϕ/ϕ_0	0,67	0,77	0,80	0,83
h_{gr}/h	0,22	0,30	0,32	0,41

8-rasmda 4-jadvalga ko‘ra $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$ bog‘lanish grafigi bo‘yicha qurilgan egri chiziq ko‘rsatilgan. Regression tahlil natijalari qoniqarli natijalarni ko‘rsatadi (9-rasm).



8-rasm. $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$ bog‘lanish grafigi

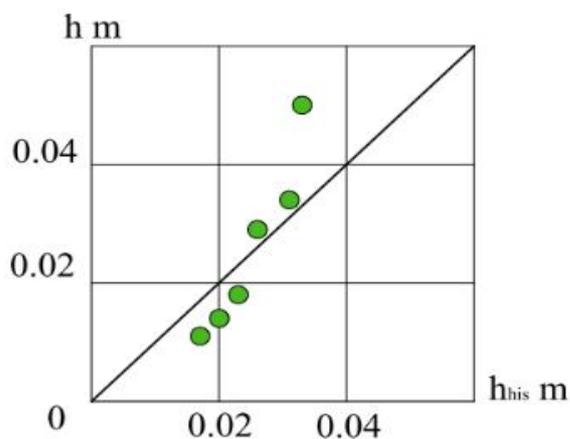


9-rasm. Regression tahlil

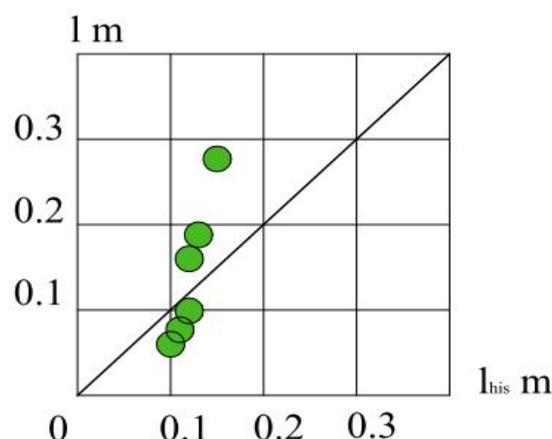
Yuqorida keltirilgan 4-jadval va 8-rasmda ko‘rsatilgan $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$ bog‘lanish grafigi yordamida kanal markazida va yon tomon qiyaliklarida paydo bo‘ladigan gryadlarning balandliklarini aniqlash mumkin.

10-rasmda gryadlarning laboratoriya tajriba ma‘lumotlari bilan ularning hisoblangan qiymatlarining taqqoslanishi aks ettirilgan. Bu taqqoslash ularning o‘zaro yaqinligini ko‘rsatadi.

Keyingi o‘rinda kanal statsionar oqimidagi gryadlarning uzunligini aniqlash masalasi qarab chiqilgan. Ma‘lumki, gryadlarining uzunligini aniqlash bo‘yicha olib borilgan ko‘pgina tadqiqotlarda ularning bu parametri o‘zgaruvchan bo‘lib, u statsionar holatda bo‘lmaydi degan xulosaga kelingan.



10-rasm. Tajriba gryadlarining balandligini (9) hisobiy gryadlar balandligi bilan taqqoslash



11-rasm. Tajriba gryadlarining uzunligini (11) hisobiy gryadlar uzunligi bilan taqqoslash

O'tkazilgan tajriba sharoitlaridagi gryadlarining uzunligini aniqlashda B.A.Shulyakning quyidagi formulasidan foydalanamiz:

$$\ell_{gr} = 5,55h_{gr}. \quad (10)$$

bu yerda h_{gr} - gryad balandligi.

Bu formula muallif tomonidan olib borilgan laboratoriya va dala sharoitlaridagi tadqiqot ma'lumotlariga asosan olingan bo'lib sifatli ko'rsatkichlarga ega, lekin kamchiliklardan ham holi emas. Bu formulada gryadlar sodir bo'lishi va harakati jarayonidagi vaqt hisobga olinmagan. (9) ni (10) ga qo'yib quyidagi gryalarning uzunligini aniqlash bog'lanishiga ega bo'lamiz:

$$\ell_{gr} = 5,55\phi \left(0,00445 \frac{g_0^2}{gd_0} h_0 + 0,049h_0 \right). \quad (11)$$

11-rasmda laboratoriya tajriba ma'lumotlari va (11) formula bo'yicha hisoblangan qiymatlarining solishtirilishi ko'rsatilgan. Bundan ularning o'zaro yaqinligini ko'rish mumkin.

Shuningdek, regression tahlil natijalari ham qoniqarli natijalarni ko'rsatdi.

Bobning keyingi masalasi bo'lib, suvning nostatsionar harakatida kanal tubida sodir bo'ladigan gryadlarning o'lchamlarini aniqlash hisoblanadi.

Bu masalani o'rganish maqsadida Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti laboratoriyasida tadqiqotlar olib borildi. Laboratoriya tajribalarini kanal modelining quyidagi yon tomon qiyaliklarini koeffitsiyentlarida o'tkazildi: $m=2,0;2,5;3,0;3,5$.

Olingan ma'lumotlarning tahlil natijalaridan shuni ko'rish mumkinki, to'liq parametrlarining (h_v, λ_v) o'zgarishiga bog'liq holda gryadlarning ham parametrlari (h_{vgr}, ℓ_{vgr}) o'zgaradi. Bundan kanal oqimining statsionar holatidagi gryadlarga

nisbatan nostatsionar (to‘lqin+oqim) oqim holatidagi gryadlar kattaroq o‘lchamlarga ega bo‘ladi deb qarashimiz mumkin. Haqiqatan ham, to‘lqinlar ta’siri ostida o‘zan tubi tangensial kuchlanishlarining ortishi kuzatiladi va buning natijasida esa gryadlarning parametrlarini kattalashishiga olib keladi.

Yuqoridagi qarashlarimizga asosan statsionar harakatda hosil bo‘lgan gryadlarning to‘lqinlar ta’sirida o‘zgarishini hisobi uchun empirik bog‘lanishlarni olish mumkin.

Nostatsionar oqim ta’sirida sodir bo‘ladigan gryadlarning balandligi uchun

$$\frac{h_{vgr}}{h_{gr}} = 1 + 2,21 \frac{h_v}{h_0}, \quad (12)$$

uzunligi uchun esa

$$\frac{\ell_{vgr}}{\ell_{gr}} = 1 + 0,20 \frac{\lambda_v}{h_0} \quad (13)$$

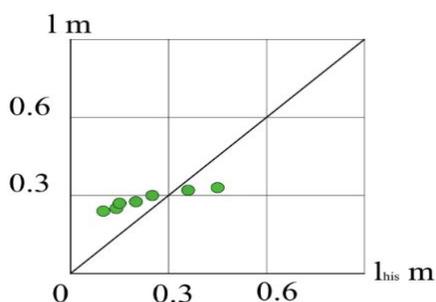
bog‘lanishlarni yozamiz.

Bu empirik formulalarni mos ravishda quyidagi ko‘rinishda ifodalaymiz:

$$h_{vgr} = h_{gr} \left(1 + 2,21 \frac{h_v}{h_0} \right); \quad (14)$$

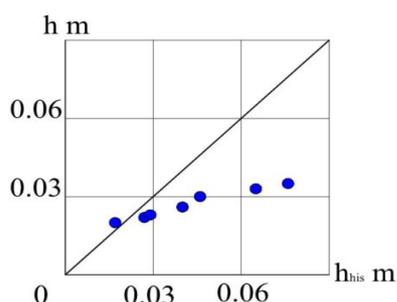
$$\ell_{vgr} = \ell_{gr} \left(1 + 0,20 \frac{\lambda_v}{h_0} \right). \quad (15)$$

Bunda h_v, λ_v - mos ravishda to‘lqinlarning balandligi va uzunligi; h_{gr}, ℓ_{gr} kanallarda to‘lqinlar bo‘lmagan oqimda sodir bo‘ladigan gryadlarning mos ravishda balandligi va uzunligi bo‘lib, ular biz tomondan taklif qilingan (9) va (11) formulalardan aniqlanadi; h_{vgr}, ℓ_{vgr} - oqimga to‘lqinlar ta’sir qilganda sodir bo‘ladigan gryadlarning mos ravishda balandligi va uzunligi; h_0 - oqimning o‘rtacha balandligi.



12-rasm. Tajriba gryadlarning balandligini hisobiy gryadlarning qiymatlari bilan taqqoslash

12-rasmda suvning nostatsionar harakatidagi o‘zan tubi gryadlari balandligini laboratoriya ma’lumotlari va (14) formula bo‘yicha hisoblangan qiymatlarining solishtirilishi ko‘rsatilgan.



13-rasm. Tajriba gryadlarning uzunligini hisobiy gryadlarning qiymatlari bilan taqqoslash

Laboratoriya tajribalariga ko‘ra olingan gryadlarning uzunliklari bilan (15) hisobiy formulalar bo‘yicha topilgan qiymatlarining taqqoslanishi 13-rasmda ko‘rsatilgan.

So‘nggi masalada yer o‘zanli kanallardagi oqimning nostatsionar sharoitida oqizqlarning tashilishi qarab chiqilgan. Buning uchun o‘zandagi oqizqlar sarfini aniqlashning Akkers-Uayt usulidan foydalanilgan. Bu usul oqimning nostatsionar sharoitini hisobga olgan holda takomillashtirilgan. Bu usulning afzallik tomoni shundaki, u bilan bir vaqtning o‘zida o‘zan tubi va muallaq oqizqlarning umumiy sarfini aniqlash mumkin.

Hisoblarda oqizqlar o‘zan tubi va muallaq oqizqlarga ajratiladi.

Yirik oqizqlar $D_{gr} \geq 60$ shartga ko‘ra o‘zan tubida $\tau_{cg} = \rho (U^2 / C_{hcg}^2)$ siljituvchi kuchlar ta’sirida dumalab harakatlanadi. Bunda C_{hcg} - Shezi koeffitsiyenti bo‘lib, u $C_{hcg} = 5,75 \log 11h / D$ formula orqali aniqlanadi.

$D_{gr} \leq 1$ shartga ko‘ra mayda oqizqlar muallaq holatni egallab harakatlanadilar. Oqizqlarni muallaq holatga olib keluvchi turbulentlik o‘zan tubi to‘liq kuchlanishining funksiyasi bo‘lib, u $\tau_{cg} = \rho (U^2 / C_{hcg}^2)$ formuladan aniqlanadi. Bunda C_{hcg} - Shezi koeffitsiyenti bo‘lib, u gryadlarning balandligini inobatga oladigan $C_{hcg} = 5,75 \log 11h / h_{vgr}$ formula orqali aniqlanadi.

Nostatsionar oqimning oqizqlarni umumiy tashish quvvati quyidagicha bo‘ladi:

$$P_w = \rho \left[\frac{U^2}{C_h^2} U + c_g \frac{f_w}{4} (U_1^2 + U_2^2) \right], \quad (14)$$

bu yerda c_g - to‘lqinlarning guruhli tezligi; f_w - to‘lqinli ishqalanish koeffitsiyenti bo‘lib, muallaq va o‘zan tubi oqizqlari uchun alohida aniqlanadi.

Demak, Akkers-Uayt usulida formulalarning ikki bog‘lanishi mavjud bo‘lib, biri yirik hamda ikkinchisi mayda oqizqlarga tegishli.

Ushbu

$$1 < D_{gr} < 60 \quad (15)$$

ega bo‘lgan oraliq zona n daraja ko‘rsatkichni kiritilishi yordamida hisobga olinadi. Akkers-Uayt siljitish parametri quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$F_{gr} = \frac{U_*^n f_g U_*^{1-n}}{\sqrt{g D (S - 1)}}. \quad (16)$$

bu yerda U_* - siljituvchi kuch bo‘lib dinamik tezlik hisoblanadi.

Oqizqlar harakatining boshlanishi F_{grc} parametrni kritik qiymati bilan aniqlanadi, agar $F_{gr} < F_{grc}$ bo‘lsa, unda oqizqlarning harakati bo‘lmaydi. Nihoyat,

o‘zan oqimiga to‘lqinlar ta’siri bo‘lgandagi oqiziqslarning miqdori uchun quyidagi formula taklif qilindi:

$$X = C \left(\frac{F_{gr}}{F_{grc} - 1} \right)^m \frac{\rho_s}{\rho} \frac{D}{h} \left(\frac{\rho^{1/2} P_{fg}}{\tau_{fg}^{3/2}} \right)^n \left(\frac{P_{cg}}{\tau_{cg} U} \right)^{1-n}, \quad (17)$$

bu yerda ρ_s - oqiziqslar zichligi; h - oqim chuqurligi; C, m, n - koeffitsiyentlar; τ - oqim va to‘lqinlarning birgalikdagi ta’sirida paydo bo‘lgan o‘zan tubi effektiv tangensial kuchlanishi bo‘lib, u quyidagi bog‘lanishdan aniqlanadi:

$$\tau = \rho \left[\frac{U^2}{C_h^2} + 0,6 \frac{f_w}{4} (U_1^2 + U_2^2) \right]. \quad (18)$$

Bu usulda oqiziqslarning sarfi oqim sarfi hamda oqim va to‘lqinlarning birgalikdagi harakati natijasida tashiladigan oqiziqslarning og‘irliklari orqali aniqlanadi:

$$q_s = \frac{\rho}{\rho_s} q X. \quad (19)$$

Shunday qilib, nostatsionar oqimlar sharoiti uchun taklif etilgan takomillashgan usulning mohiyati shundan iboratki, bunda o‘lchamsiz oqiziqslar miqdori uchun olingan (17) ifodada siljitivchi kuchlanish va oqimning oqiziqslarni mahalliy tashish quvvatlarining yangi qiymatlarini bir yo‘nalishli va to‘lqinli oqimlarning xususiyatlarini inobatga olgan holda foydalanilgan.

Dissertatsiyaning “**Yer o‘zanli kanallarning nostatsionar oqim holatida oqiziqslar sarfini hisoblash usuliga doir ilmiy tavsiyalar**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida muallif tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalari bo‘yicha takomillashtirilgan gidravlik hisob usullari taklif qilinayotgan ilmiy tavsiyalarning asosini tashkil etadi.

Muallif tomonidan quyidagi hisob algoritmlari ishlab chiqilgan:

- yer o‘zanli kanallarda suvning nostatsionar harakatida oqiziqslar harakatining boshlanishini hisoblash algoritmi;

- yer o‘zanli kanallarning suvning statsionar va nostatsionar harakatlarida sodir bo‘ladigan gryadlarning o‘lchamlarini hisoblash algoritmi;

- yer o‘zanli kanallarida suvning nostatsionar harakatida oqiziqslarning umumiy sarfini hisoblash algoritmi.

Takomillashtirilgan gidravlik hisob usullariga ko‘ra quyidagi ilmiy tavsiyalar taklif etildi:

- «Рекомендации по гидравлическому расчёту наносов в каналах с зернистым грунтом» (протокол №01/67 от 25 ноября 2019 года технического совета Аму-Кашдарьинского БУИС и протокол №6 от 26 декабря 2019 года Каршинского инженерно-экономического института).

- «Рекомендации по гидравлическому расчету расхода наносов крупных земляных каналов в условиях ветро-волнового потока» (протокол №01-04/35 от 28 мая 2021 года технического совета Аму-Кашкадарьинского БУИС и протокол №5 от 27 мая 2021 года Каршинского инженерно-экономического института).

- “Shamol to‘lqinlari ta’sirida bo‘lgan kanal oqimining holatlarida o‘zanning dinamik mustahkam kesimini hisobiga doir tavsiyalar” (Amu-Qashqadaryo irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasining 2021 yil 28-maydagi 01-04/35-son texnik Kengashida va Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining 2021 yil 27-maydagi 5-sonli Kengashida tasdiqlangan).

XULOSA

“Kanallarning nostatsionar oqim sharoitlarida oqiziqalar sarfini hisoblash usullarini takomillashtirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Tadqiqotchi tomonidan oqimning nostatsionar harakati sharoitidagi oqiziqalarning harakatini boshlanishi va gryadlari harakati bilan kechadigan oqiziqalar tashilishi masalalariga kam e’tibor qaratilgan. Bu omillar yer o‘zanli kanal deformatsion jarayonlarining kuchayishiga olib keladi. Demak, nostatsionar harakatni inobatga olmaslik deformatsiya jarayonlarining gidravlik hisob usulini samarasini ancha pasaytiradi.

2. O‘tkazilgan tadqiqot natijalariga asosan hosil qilingan yer o‘zanli kanaldagi suvning nostatsionar harakatida oqiziqalar harakatining boshlanishini ifodalovchi egri chiziqli bog‘lanish bir yo‘nalishli oqimga tegishli bo‘lgan Shilds bog‘lanishidan ancha pastda joylashadi. Bu nostatsionar harakatda oqiziqalar harakatining statsionar harakatga nisbatan ancha oldin boshlanishini ko‘rsatadi. Olingan bog‘lanish bilan boshqa tadqiqotchilarning bog‘lanishlarini taqqoslanishi ularning o‘zaro qoniqarli darajada ekanligini ko‘rsatdi.

3. Yer o‘zanli kanallardagi suvning statsionar harakatida gryadlari shakllanishining jarayonini o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalariga asosan ularning balandliklari va uzunliklarini aniqlash bog‘lanishlari olindi. Shuningdek, oqim parametrlarining gryadlar parametrlariga bog‘liqligining qonuniyati o‘rganildi.

4. Yer o‘zanli kanallardagi suvning nostatsionar oqimida gryadlari shakllanish jarayonini o‘rganish olib borilgan tadqiqotlarda suvning kritik tezlikdan katta tezliklarida gryadlarining siljishi bilan oqiziqalarning tashilishi boshlandi. Shuningdek, kanaldagi suvning nostatsionar oqimida o‘zan tubidagi gryadlarining o‘lchamlari statsionar harakatdagiga nisbatan ancha kattaroq bo‘lishi kuzatildi. Kanal o‘zani oqimi va to‘lqinlarning birgalikdagi ta’siri natijasida o‘zan tubidagi gryadlarining parametrlari bilan tangensial kuchlanishlarning orasidagi bog‘liqlik

oʻrnatildi hamda yer oʻzanli kanallarda oqimning statsionar va nostatsionar holatlari inobatga olingan holda gryadlarining uzunligi va balandligini aniqlash usuli takomillashtirildi.

5. Ochiq oʻzanlardagi oqizqlarning gryadli koʻrinishdagi oqizqlar sarfini hisob usuli negizida kanaldagi nostatsionar oqim sharoiti inobatga olingan holda hisob usuli takomillashtirildi. Takomillashtirilgan hisob usuli oqizqlar tashilishiga toʻlqinlarning asosiy taʼsir xususiyatini, yaʼni toʻlqinli oqim sharoitida oqizqlar tashilishining koʻpayishini koʻrsatadi.

Bu takomillashtirilgan hisob usulining afzallik tomoni shundan iboratki, bu usulda oqizqlarni umumiy sarfini muallaq va oʻzan tubi oqizqlarga boʻlmasdan bir vaqtning oʻzida hisoblash imkoniyatini beradi.

6. Muallifning olib borgan tadqiqot natijalari asosida va boshqa mualliflarning tadqiqot maʼlumotlaridan foydalangan holda yer oʻzanli kanallarning statsionar va nostatsionar sharoitlari inobatga olinib, oqizqlar harakati boshlanishi, gryadlari parametrlarini aniqlash va gryadlari bilan kechadigan oqizqlarining tashilishi boʻyicha hisob usullari takomillashtirilgan hamda bular asosida ilmiy tavsiyalar va EHM uchun dasturlar ishlab chiqilgan.

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

КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

ГАЙИМНАЗАРОВ ИСРАИЛ ХОЛИКОВИЧ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА РАСХОДА
НАНОСОВ КАНАЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ
ПОТОКА**

05.09.07- Гидравлика и инженерная гидрология

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

Карши – 2022

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2021.4. PhD/T120

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте.

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

Научный руководитель:	Эшев Собир Саматович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Базаров Дилшод Райимович доктор технических наук, профессор Байматов Шахриддин Хушвактович; доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент.
Ведущая организация:	Научно-исследовательский институт иригации и мелиорации.

Защита диссертации состоится «___» _____ 2022 года в ___ часов на заседании научного совета PhD.04/30.04.2021.T.111.04 при Каршинском инженерно-экономическом институте (Адрес: 180100, г.Карши, пр. Мустакиллик, д. 225. Тел.: (+99875)-221-09-23; e-mail: qmii@qmii.uz).

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

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2022 года.
(реестр протокола рассылки № ____ от «___» _____ 2022 года).

У.У.Жонқобилов
Зам Председателя научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

А.Н.Хазратов
Учёный секретар научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор философии (PhD) по техническим наукам

Р.Т.Хужакулов
Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире при решении практических задач, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией многих гидротехнических сооружений в речных руслах и больших земляных каналах вопрос определения размеров донных гряд имеет особое значение. Известно, что процесс транспорта наносов в них также происходит в виде гряд. Определение размеров этих гряд считается одним из основных факторов для определения расхода донных наносов. Взаимодействие водного потока и грунта в земляных руслах приводит к образованию волнистых донных гряд. Поэтому исследования транспорта наносов, сопровождающихся с движением донных гряд при воздействии волнового потока в грунтовых каналах, является актуальной проблемой.

В мире, особенно во многих развитых странах, таких как США, Россия, Германия, Франция, Япония, Китай, Нидерланды и других, большое внимание уделяется разработке эффективных и надежных методов проектирования крупных земляных каналов, работающих под воздействием ветровых волн. Большое внимание уделяется выполнению целенаправленных научно-исследовательских работ, связанных с разработкой методов прогнозирования деформационных процессов, происходящих в крупных каналах по всему миру, эффективных инновационных технологий с высокой степенью надежности.

В настоящее время в нашей республике проводятся многочисленные исследования по исследованию факторов, влияющих на усовершенствование научных работ по проектированию, строительству и эффективному использованию земляных ирригационных каналов, а также по определению их оценки и условий применения. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2022-2026 годы указаны задачи “за счёт строительства и реконструкции ирригационно-мелиоративных сооружений поставлен вопрос по улучшению водоснабжения и мелиоративного состояния посевных площадей и экономии воды, а также строительства и реконструкции каналов, лотков, труб и коллекторно-дренажных сетей в 2022 году”. Также в рамках инвестиционных проектов определены задачи модернизации насосных станций, реконструкции русловых и гидротехнических сооружений. Реализация этих задач, в том числе разработка эффективных методов проектирования и использования ирригационных систем в период дефицита водных ресурсов на основе учета повреждений и аварий, возникающих при эксплуатации гидротехнических сооружений земляных каналов, считается одной из важных задач сегодняшнего дня.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит решению задач, намеченных в Указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП 60 «О стратегии развития нового Узбекистана на

2022-2026 годы»², от 17 июня 2019 года №УП-5742 «О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве» и от 10 июля 2020 года №УП-6024 «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», в Постановлении от 25 сентября 2017 года №ПП-3286 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов» и в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной деятельности.

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

Степень изученности проблемы. Рядом вопросов, связанных с процессом транспорта наносов открытых руслах в виде грядовой и безгрядовой структуры в водотоках, занимались С.Т.Алтунин, В.С.Алтунин, В.С.Боровков К.В.Гришанин, Ю.А.Ибад-заде, И.Г.Кантаржи, И.Ф.Карасев В.С.Кнороз, З.Д.Копалиани, Ю.М.Кузьминов, Е.И.Масс, И.И.Леви, Б.Ф.Снищенко Е.К.Рабкова, Н.С.Знаменская, П.Аккерс, Л.Ван-Райн, Ж.Джонсон, Ж.Кеннеди, Х.Эйнштейн, Р.Энгелунд, А.Х.Абальянц, Қ.Ш.Латипов, Х.А.Исмагилов, А.М.Мухамедов, Р.М.Каримов, М.Р.Бакиев, Э.Ж.Махмудов, А.М.Арифжанов, Д.Р.Базаров, С.С.Эшев, Т.Мажидов и другие исследователи, которые в основном проводили исследование теоретически, в лабораторных и полевых условиях.

В настоящее время в Индии, СНГ и других странах, в том числе и в нашей республике, гидравлический расчет каналов осуществляется в основном методом неразрывающих скоростей водного потока, а метод расчета тангенциальных напряжений, используемый во многих западных странах, не используется. Также существующие гидравлические расчеты проектирования каналов выполняются только в условиях равномерного движения воды, а роли появляющихся в природе воздействия ветровых волн на русловой поток (нестационарный поток) не учитывается. Однако в процессе транспортирования наносов в виде грядовой формы земляного канала не учитывается нестационарность водного потока, который играет важную роль при русловой гидравлике.

Поэтому возникает необходимость усовершенствования методов гидравлических расчетов деформаций земляных каналов с учетом фактора нестационарных течений. Актуальность вышеуказанной проблемы можно встретить в практике по вопросам ирригации, мелиорации, гидротехники и гидроэнергетики.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП 60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»²

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с Планом научно-исследовательских работ Каршинского инженерно-экономического института 5/2016-Разработка рекомендаций по повышению эффективности решения научно-технических задач гидротехнических сооружений и насосных станций» (2016-2019) и хозяйственного договора Каршинского инженерно-экономического института ГТИ/1-19 «Применение усовершенствованных гидравлических методов для проектирования сооружений в систем ирригации и мелиорации» (2019-2020).

Целью исследования заключается в совершенствовании методики расчета расхода с учетом влияния распространения волн в каналах.

Задачи исследования:

анализ существующих методов гидравлического расчета по началу движения донных наносов, формирование грядовой структуры донного рельефа и транспортирование наносов земляных каналов при стационарности и нестационарности течений воды;

исследование в лабораторных и натуральных условиях процесса кинематической структуры, формирования грядовой структуры и транспорта наносов земляных каналов при стационарности и нестационарности течений воды;

усовершенствование гидравлических методов расчета начала движения донных наносов земляных каналов, работающих в условиях нестационарных течениях воды;

усовершенствование гидравлических методов расчета формирующихся размеров грядей в земляных каналах с учетом стационарных и нестационарных течений воды;

усовершенствование гидравлических методов расчета транспорта наносов в земляных каналах с учетом нестационарности водного потока.

Объектом исследования является канал Миришкор.

Предмет исследования – установление закономерностей влияния кинематических структур стационарного и нестационарного потока на процесс формирования донных грядей и транспорта наносов.

Методы исследования. В диссертации использованы уравнения гидродинамики, методы расчета русловой гидравлики и математической статистики, а также методы гидравлического моделирования.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

Разработан метод расчета по определению критических скоростей начала движения донных наносов трапециадальных каналов с учетом параметра наносов в условиях нестационарности движения воды.

разработан метод определения параметров грядей с учетом изменения коэффициента боковых откосов трапециадальных каналов;

разработан метод расчета определения параметров гряд трапециадальных каналов в условиях нестационарности водного потока; усовершенствован метод расчета по определению расхода наносов трапециадальных каналов при нестационарности водного потока.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:
разработаны гидравлические методы расчёта начала движения наносов земляных каналов с учетом условий нестационарности течений воды;
разработаны гидравлические методы расчёта параметров гряд земляных каналов с учетом условий стационарности и нестационарности водного потока;
разработаны гидравлические методы расчёта и программы на ЭВМ транспорта наносов, происходящие грядовым движением земляных каналов с учетом условий нестационарности водного потока;
разработаны рекомендации по гидравлическому расчёту расхода наносов земляных каналов в условиях стационарности и нестационарности водного потока;

Достоверность результатов исследований. Достоверность полученных результатов обоснована корректностью постановок задач, использованием качественных гидравлических методов, сравнением расчетных значений результатов с экспериментальными данными, полученными в ходе лабораторных и натурных исследований, а также с применением математических методов и физических закономерностей.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в совершенствовании гидравлических методов расчета начала движения и расхода наносов и размеров гряд в условиях стационарности и нестационарности течений воды, и на основе этих разработанными рекомендациями.

Практическая значимость результатов исследования заключается в обеспечении его с гидравлической точки зрения эффективности и эксплуатационной надежности земляных каналов с учетом условий нестационарности течений, достижение экономической эффективности за счет уменьшения возникающих деформаций и увеличения водопропускной способности потока.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных исследований по усовершенствованию методов расчета начала движения донных наносов и формирования донных гряд, а также транспорта наносов, происходящих грядовой структуры земляных каналов при стационарности и нестационарности движений воды результаты внедрены в следующих каналах:

в канале «Миришкор» Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве водного хозяйства Узбекистана (Справка Министерства водного хозяйства МВ 03/27-779 от 08.04.2022 года).

В результате создана возможность повышения пропускной способности оросительных каналов в земляном русле на 8-10 %;

в Каршинском магистральном канале Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве водного хозяйства Узбекистана. (Справка Министерства водного хозяйства МВ 03/27-779 от 08.04.2022 года). В результате создана возможность повышения пропускной способности каналов в грунтовом русле на 8-10 %;

в проектах института АО «Гидропроект» и АО «УзГИП» при Министерстве водного хозяйства Узбекистана (Справка Министерства водного хозяйства МВ 03/27-779 от 08.04.2022 года), а также в ООО «Ирригационных систем Ок сув-Зарафшон» (№14 от 18 июня 2021 года) и ООО «Насаф махсус сув қурилиш таъмирлаш» (№17 от 16 июня 2021 года). В результате проектных работ создана возможность уменьшения деформационных процессов и повышения эксплуатационной эффективности на 8-10 %.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 3 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертационной работы опубликовано 24 научные работы. Из них 1 монография, 9 статей в журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан, в том числе 6 статей в республиканских и 3 статьи в зарубежных журналах. Кроме этого опубликованы 4 статьи в конференциях зарегистрированных на базе Scopus. Также, получены 2 свидетельства по программе ЭВМ.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации состоит из 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации обоснованы необходимость проведения исследовательских работ и актуальность диссертационной темы, сформированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан. Изложены научная новизна, теоретические и практическое значение полученных результатов, внедрение результатов исследования, обоснована достоверность, приведена информация об опубликованных работах, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ существующих методов расчёта деформаций при нестационарном движении воды в земляных каналах**» рассмотрены методы определения генерации ветровых волн и определение их размеров в больших земляных водотоках, расположенных в нашей и

зарубежных странах. При этом рассматриваются методы гидравлического расчёта деформаций, возникающих в результате воздействия волн на течение (нестационарное течение). Также сделан аналитический обзор существующих методов гидравлического расчета начала движения наносов, формирования донного волнистого рельефа и переноса наносов при стационарных и неустойчивых течениях воды в водотоках. Основы аналитического анализа показывают, что в существующих решениях этих задач влияние нестационарных течений, связанных с ветровым волнением, изучено недостаточно и что во многих случаях изучены деформационные процессы, происходящие в земляных каналах только для длинных волн. В настоящее время исследователями мало внимания уделяется изучению деформаций русел при наложении волн на течения. Поэтому в последующих рассматриваемых расчётах деформаций, происходящих с грядовой структурой донного рельефа, надо учитывать факторы нестационарности движения воды.

Предлагается модифицировать существующие зависимости по определению начала движения наносов, параметров донных гряд и расхода наносов земляных каналов, которые считаются важными задачами гидравлики открытых русел. Для решений этих задач исследователями проведены мало исследований. Поскольку каждым исследователем предложены зависимости в условиях своего проведенного исследования их результаты не совпадают. Поэтому в настоящее время по вышеупомянутым проблемам не предложены зависимости, учитывающие все факторы.

По проведенным результатам анализа существующей литературы отмечено, что требуются необходимости проведение исследований для изучения начала движений наносов и транспорта наносов, сопровождающихся грядовой структурой донного рельефа с учётом стационарности и нестационарности движения воды.

Во второй главе диссертации «**Экспериментальное исследования деформаций земляных каналов**» представлены методика проведения и полученные данные лабораторных и натурных исследований.

Моделирование стационарных и нестационарных движений воды проводилось по критериям Рейнольдса и Фруда.

Для режима стационарного движения воды число Рейнольдса:

$$Re = (\mathcal{G}_0 R) / \nu > Re_{kr}, \quad (1)$$

где \mathcal{G}_0 - средняя скорость потока; R - гидравлический радиус; ν - коэффициент кинематической вязкости.

Для режима нестационарного движения воды число Рейнольдса:

$$Re = (\mathcal{G}_{\max} h_v) / \nu > Re_{kr}, \quad (2)$$

где \mathcal{G}_{\max} - максимальные орбитальные скорости волн; h_v - высота волн.

Эксперименты выполнялись в лаборатории «Моделирование гидравлических процессов» Каршинского инженерно-экономического

института. В металлическом лотке ($11 \times 2,50 \times 0,40$ м) воспроизводилась модель трапециадального канала (рис.1). Канал был построен с коэффициентами заложения откосов $m=2,0; 2,5; 3,0; 3,5$ и на экспериментах использован песок с диаметром $d=0,50$ мм (рис.2).

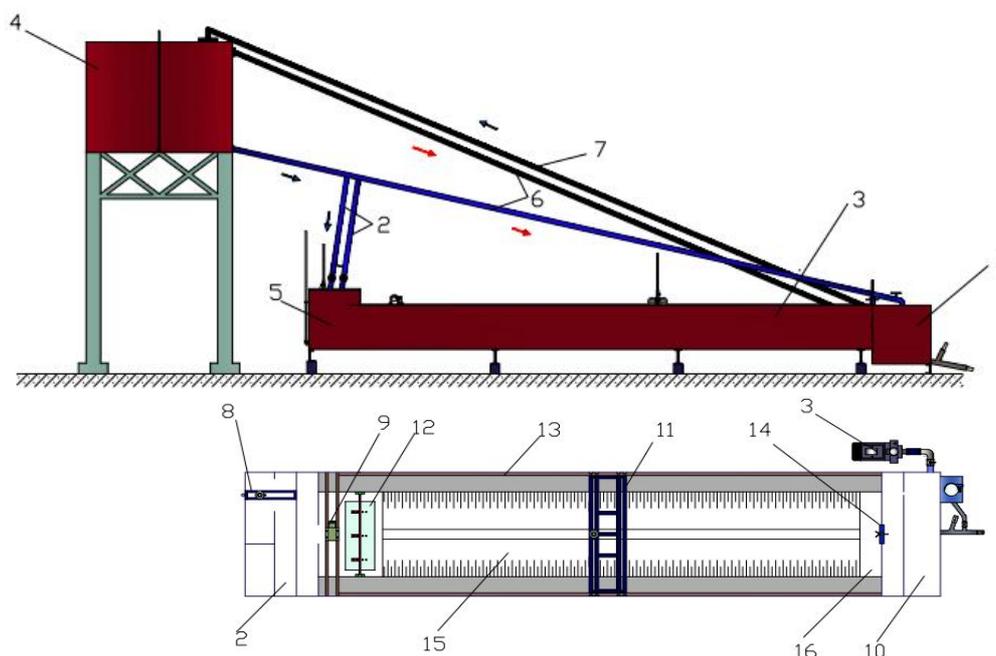


Рис.1. Общий вид гидравлического лотка

1-лоток, 2-головная часть лотка, 3-насосы; 4-верхний резервуар; 5-подводящий трубопровод, 6-напорный трубопровод, 7-сбросные трубопроводы, 8- решетка; 9-каменная наброска; 10- нижний резервуар, 11- тележка; 12- устройство, генерирующее волны; 13- металлические рельсы железнодорожные пути; 14-затвор; 15-модель грунтового трапециадального канала; 16- наносоулавливающий «карман».

В модели канала откосы были осуществлены с помощью металлического планировщика, прикрепленного к тележке, которая перемещалась вдоль стенок лотка (рисунке-2).

В верхней части резервуара устроен водослив-водомер Томсона. Расход протекающей через водослив определяется по формуле $Q = 1,4H^{5/2}$. Глубина потока в намеченных створах измерялась с помощью игольчатой шпеченмасштабом и лазерным длиномером SW-G100A.

В модели канала нестационарное (волновое) движения воды воспроизводилось с помощью устройства типа вращающейся плоской прямоугольной пластины, которое генерирует волны в любом створе лотка (рисунке-3).



**Рис.2. Модель несвязанного
грунтового канала в форме
трапеции**



**Рис.3. Устройства типа
вращающейся пластинки,
образующей волны**

Целью проведения лабораторных опытов является исследование процессов транспорта наносов, сопровождающихся с грядовым движением донных наносов.

Лабораторные опыты проводились в два этапа. На первом этапе опыты проводились для стационарного потока, а на втором для нестационарного потока.

Опыты проводились в основном при уклоне дна $i=0,003$. Для этого уклона задавались условия максимального диапазона изменения чисел Фруда и Рейнольдса. Числа Фруда варьировались от 0,00058 до 0,0027, а числа Рейнольдса – от 43007,2 до 199117,5.

Исследования проводились на участках канала Миришкор в Кашкадарьинской области между пикетами ПК 247...252 (рисунке-4) и ПК 1140+50...1143+50.

**Сведения о натуральных исследованиях, осуществлённых в канале
Миришкор при помощи акустического доплер аппарата SONTEC S5
(ПК 247...252)**

Таблица.1

T/r	1	2	3	4	5	6
<i>PK</i>	PK 247	PK 248	PK 249	PK 250	PK 251	PK 252
$Q \text{ m}^3/\text{s}$	65,67	64,21	64,60	64,60	64,09	62,81
$g_{o,r}$	0,66	0,63	0,61	0,62	0,64	0,64
g_{max}	1,63	1,38	1,33	1,42	1,39	1,26
h_{max}	3,19	3,17	3,03	3,06	3,16	3,24
<i>i</i>	0.00016					
<i>B</i>	42,55	44,46	46,63	47,60	44,91	42,78

Таблица.2а

Сведения о натуральных исследованиях, осуществлённых в канале Миришкор при помощи акустического доплер аппарата SONTEC S5 (ПК 1140+50...1143+50)

T/r	1	2	3	4	5	6	7
PK	ПК 1140+50	ПК 1141+00	ПК 1141+50	ПК 1142+00	ПК 1142+50	ПК 1143+00	ПК 1143+50
$Q_{m^3/s}$	8.52	8.62	8.57	8.67	9.04	9.0	8.60
g_{or}	0.82	0.79	0.79	0.80	0.81	0.83	0.80
g_{max}	1.44	1.46	1.6	1.58	1.55	1.48	1.53
h_{max}	1.53	1.58	1.44	1.41	1.50	1.51	1.50
i	0.00016						
B	12.61	12.89	12.74	12.5	11.73	11.98	11.24

На рисунке-5 и 5а показаны гидравлические параметры и поперечные сечение ПК 250 и ПК 1140+50 в канале Миришкор, измеренные при помощи SONTEC S5

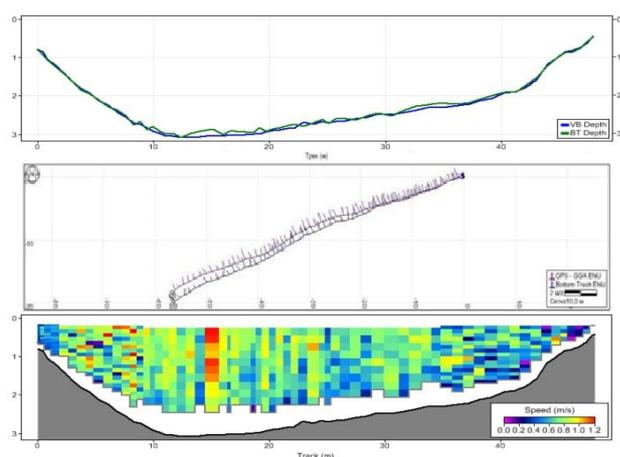


Рис.5. ПК 250 канала Миришкор

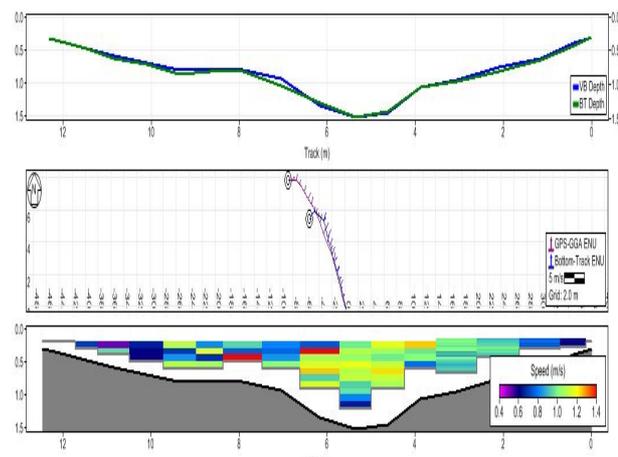


Рис.5а. ПК 1140+50 канала Миришкор

В третьей главе диссертации «Усовершенствование методов расчёта параметров гряд и расхода наносов земляных каналов» рассматривается транспортирование наносов, которое осуществляется в результате совместного движения русловых и волновых (нестационарных) течений. Для решения поставленной задачи необходимо рассмотреть следующие вопросы: начало движения донных наносов; определение параметров гряд; расчёт расхода наносов, сопровождающихся с грядовым движением.

В данной работе ставилась задача по усовершенствованию метода расчёта начала движения донных наносов для условий нестационарности

потока на основе подхода тангенциальных напряжений. Для решения вышеуказанной задачи были проведены эксперименты в лаборатории Каршинского инженерно-экономического института.

Для решения этой задачи принимаем за основу метод Шильдса. В соответствии с теорией размерностей Шильдсом предлагаются следующие два основные безразмерные параметры, характеризующие начало движения донных наносов:

$$\theta_{kp} = \frac{U_{*kp}^2}{(S-1)gd_{cp}} ; \quad (3)$$

$$D_* = d_{cp} \left[\frac{g(S-1)}{\nu^2} \right]^{\frac{1}{3}}, \quad (4)$$

где U_{*kp} - критическая динамическая скорость начало движения донных наносов; g – ускорение свободного падения; d_{cp} - средний диаметр наносов; S – относительная плотность грунта; ν - коэффициент кинематической вязкости.

Шильдсом построен график зависимости $\theta_{kp} = f(D_*)$ безразмерных параметров, т.е. для определения начала движения наносов.

На основе проведенных исследований параметров Шильдса получили в следующем виде:

$$\theta'_{kp} = f(D_*) \quad (5)$$

где

$$\theta'_{kp} = \frac{u_{*m}^2}{gd_{cp}(S-1)}. \quad (6)$$

Здесь u_{*m} - максимальная динамическая скорость волнового потока определяется по следующей зависимости:

$$U_{*m}^2 = gd_{cp}(S-1)\theta'_{kp}. \quad (7)$$

На рисунке-6 показан график зависимости $\theta'_{kp} = f(D_*)$, определяющий начала движения донных наносов.

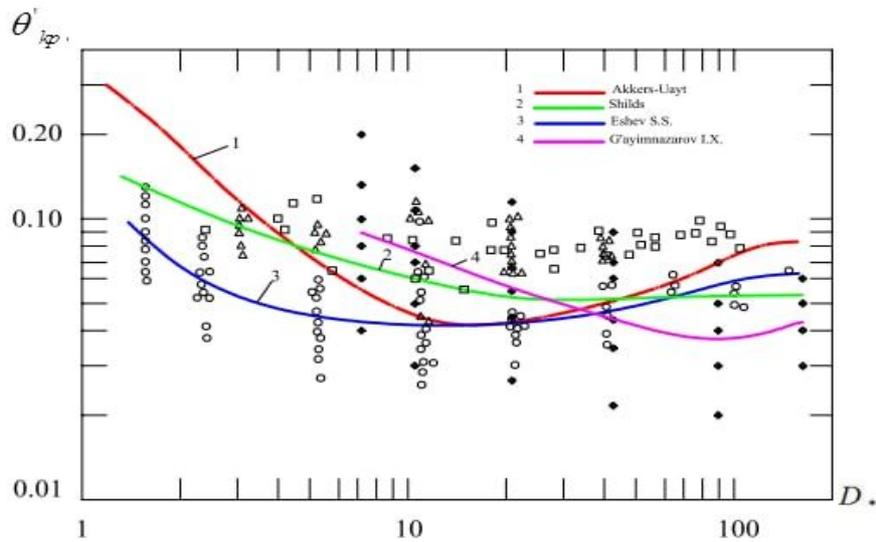


Рис.6. Кривая зависимости $\theta'_{kp} = f(D_*)$

Проведенный регрессионный анализ показывает удовлетворительный результат (рисунке-7).

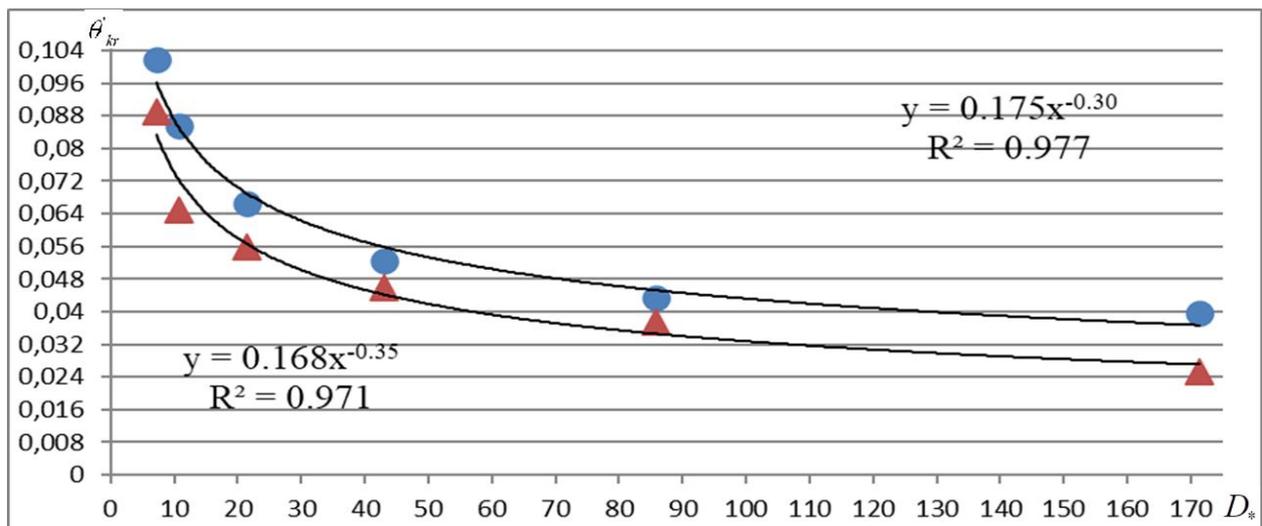


Рис.7. Регрессионный анализ

Для определения высоты гряды трапециадальных каналов с разными заложениями коэффициентами откосов принимаем следующую формулу В.Ф.Пушкарева:

$$h_g = 0,00445 \frac{g_0^2}{gd_0} h_0 + 0,049 h_0 \quad (8)$$

где h_0 - глубина потока; g_0 - средняя скорость; d_0 - средний диаметр наносов.

В.Ф.Пушкаревым лабораторные эксперименты проведены на модели широкого русла канала. Для трапециадальных каналов с различными коэффициентами откосов зависимости (8) принимаем в следующем виде:

$$h_{gr} = \phi \left(0,00445 \frac{g_0^2}{gd_0} h_0 + 0,049 h_0 \right) \quad (9)$$

где ϕ - параметр зависящий от коэффициента откоса каналов.

Воспользуясь методом статистики получены значения этих параметров для каналов с различными коэффициентами откоса.

Таблица-3

Зависимость параметра ϕ от коэффициента заложения откосов

ϕ_0	ϕ			
$m=0$	$m=2$	$m=2,5$	$m=3,0$	$m=3,5$
1,08	0,72			
1,33		1,02		
1,32			1,05	
1,46				1,21

Предположим, что существует зависимость между отношением параметров ϕ/ϕ_0 и отношением глубины потока h_{gr}/h , т.е. $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$.

Таблица-4

Зависимость $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$

ϕ/ϕ_0	0,67	0,77	0,80	0,83
h_{gr}/h	0,22	0,30	0,32	0,41

На рисунке-8 показана кривая зависимости $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$, построенная по таблице-4. С помощью таблицы-4 и зависимости $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$ показанной на рисунке-8 можно определить высоты гряд на центральной части и откосах каналов. Регрессионные анализы опытов дают удовлетворительные результаты (рисунке-9).

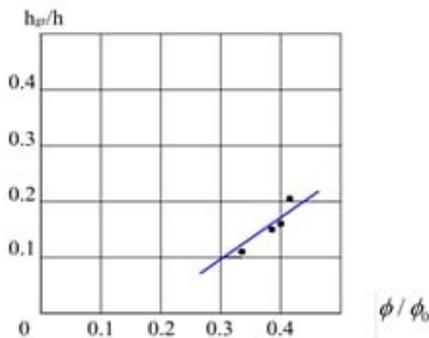


Рис.8. График зависимости $\phi/\phi_0 = f(h_{gr}/h)$

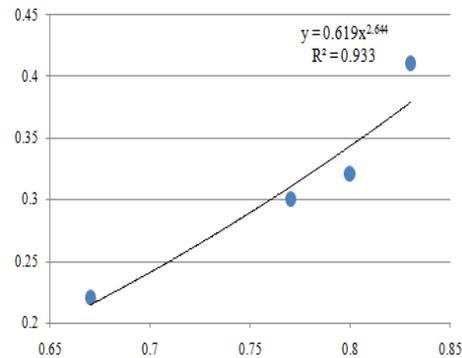


Рис.9. Регрессионный анализ

На рисунке-8 показан сравнение данных лабораторных опытов с вычисленными значениями по зависимости (10). Это сопоставление показывает близкое соответствие между ними.

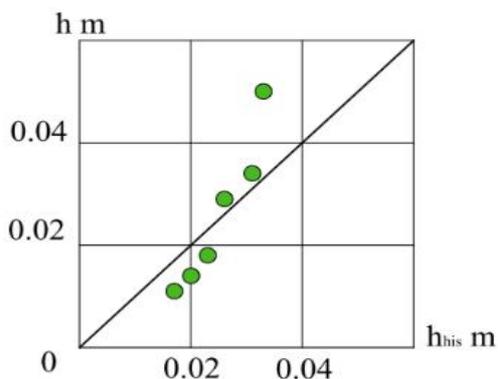


Рис.10. Сравнение высоты лабораторных гряд с расчетными (9)

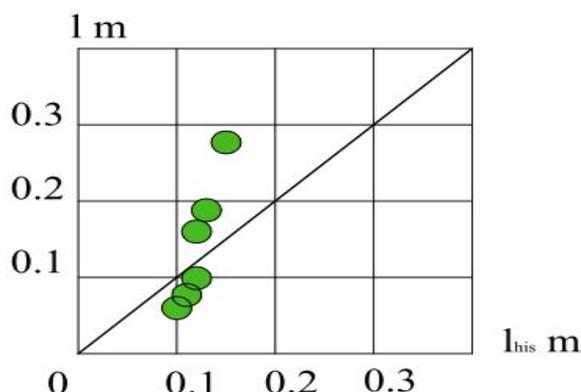


Рис.11. Сравнение длины лабораторных гряд с расчетными (11)

В следующей задаче рассмотрен определение длины гряд каналов при стационарных течениях. Известно, что во многих проведенных исследованиях по определению длины гряд их параметры имеют изменчивый характер. Для определения длины гряд в условиях проведенного эксперимента воспользуемся следующей формулой Б.А.Шульяка:

$$l_{gr} = 5,55h_{gr} \quad (10)$$

где h_{gr} - высота гряд.

Эта формула получена автором на основе проведенных исследований в лабораторных и натуральных условиях и имеет не только качественные показатели, но и недостатки. В этой формуле не учитывается время в процессе формирования и движения гряд. Подставляя (9) в (10) получим следующую зависимость для определения длины гряд:

$$l_{gr} = 5,55\phi \left(0,00445 \frac{g_0^2}{gd_0} h_0 + 0,049 h_0 \right) \quad (11)$$

На рисунке-11 показано сравнение данных лабораторных опытов с вычисленными значениями по формуле (11), которые показывают удовлетворительные сходства между ними.

Следующей задачей данной главы является, определение размеров происходящих донных гряд каналов при нестационарном движении воды. Для изучения этого вопроса были проведены лабораторные исследования на гидравлическом лотке в лаборатории Каршинского инженерно-экономического института. Лабораторные опыты проводились на модельном канале при следующих коэффициентах заложения откосов: $m = 2,0; 2,5; 3,0; 3,5$.

Из результатов анализа полученных данных видно, что параметры гряд (h_{vgr}, ℓ_{vgr}) также изменяются в зависимости изменения параметров (h_v, λ_v) волн. Отсюда видно, что гряды, возникающие при нестационарности (волна+течение) потока имеют большие размеры, чем гряды в стационарности потока. Действительно, наблюдается увеличение тангенциальных напряжений под действием волн, что приводит к увеличению параметров гряд.

На основе изложенных соображений можно получить эмпирические зависимости для расчёта трансформации гряд стационарного потока под действием ветрового волнения.

Таким образом получим зависимости для высоты гряд

$$\frac{h_{vgr}}{h_{gr}} = 1 + 2,21 \frac{h_v}{h_0} \quad (12)$$

и для длины гряд

$$\frac{\ell_{vgr}}{\ell_{gr}} = 1 + 0,20 \frac{\lambda_v}{h_0} . \quad (13)$$

Запишем эти эмпирические формулы в следующем виде:

$$h_{vgr} = h_{gr} \left(1 + 2,21 \frac{h_v}{h_0} \right). \quad (14)$$

$$\ell_{vgr} = \ell_{gr} \left(1 + 0,20 \frac{\lambda_v}{h_0} \right). \quad (15)$$

Здесь h_v, λ_v - соответственно высота и длина волн; h_{gr}, ℓ_{gr} - соответственно высота и длина гряд при отсутствии волн, которые соответственно определяются предложенными нами зависимостями (9) и (11); h_{vgr}, ℓ_{vgr} - соответственно высота и длина гряд при наложении волн на течение; h_0 - средняя глубина потока.

На рисунке-12 показано сравнение лабораторных данных длины донных гряд с значениями вычисленными по формуле (15) при нестационарном движении воды.

На рисунке-13 показано сравнение лабораторных данных высоты донных гряд с значениями вычисленных по формуле (14) при нестационарном движении воды.

В последней задаче рассматривается транспорт наносов земляных каналов в условиях нестационарности потока. Для этого применен метод определения транспорта наносов в руслах Аккерса-Уайта. Этот метод был усовершенствован с учётом нестационарных условий течения.

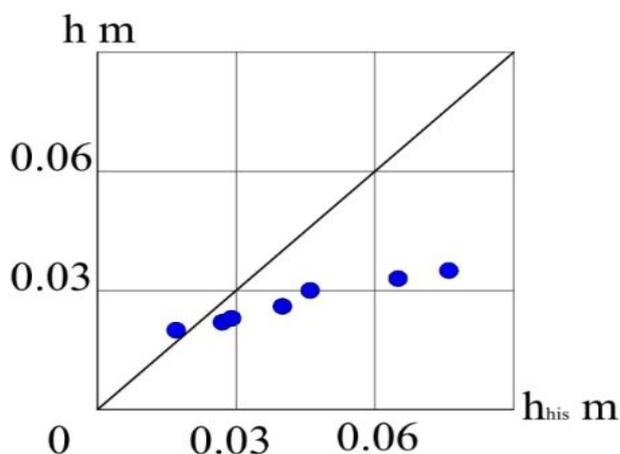


Рис.13. Сравнение лабораторных данных высоты гряды с вычисленными значениями по зависимости (14).

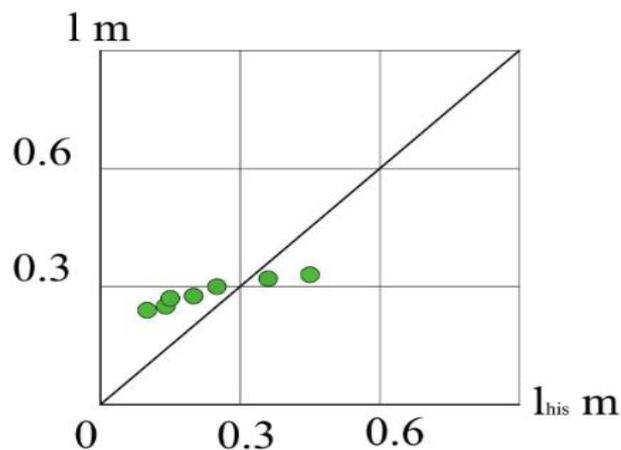


Рис.12. Сравнение лабораторных данных длины гряды с вычисленными значениями по зависимости (15).

Преимущество этого метода заключается в том, что с его помощью можно одновременно определять суммарный расход донных и взвешенных наносов.

В расчётах русловые наносы разделяются на донные и взвешенные.

Крупные наносы, соответствующие условию $D_{gr} \geq 60$ под действием передвигающихся $\tau_{cg} = \rho(U^2 / C_{hcg}^2)$ сил, перекатываются. Здесь C_{hcg} - коэффициент Шези определяется по формуле $C_{hcg} = 5,75 \log 11h / D$.

Мелкие наносы в условии $D_{gr} \leq 1$ перемещаются во взвешенном состоянии. Турбулентность, взвешивающая наносов, является функцией полного напряжения на дне и определяется по формуле $\tau_{cg} = \rho(U^2 / C_{hcg}^2)$. Здесь C_{hcg} - коэффициент Шези, определяется по формуле $C_{hcg} = 5,75 \log 11h / h_{vgr}$.

Общая транспортирующая мощность наносов нестационарного потока:

$$P_w = \rho \left[\frac{U^2}{C_h^2} U + c_g \frac{f_w}{4} (U_1^2 + U_2^2) \right] \quad (14)$$

где c_g - групповая скорость волн; f_w - коэффициент волнового трения, определяется отдельно для донных и взвешенных наносов.

Таким образом, в методе Аккерса-Уайта имеются две зависимости, одна относится к крупным, другая к мелким наносам. Промежуточная зона с

$$1 < D_{gr} < 60 \quad (15)$$

учитывается с помощью введения показателя степени n . Так, параметр подвижности Аккерс-Уайта имеет следующий вид:

$$F_{gr} = \frac{U_{*fg}^n U_{*cg}^{1-n}}{\sqrt{gD(S-1)}}, \quad (16)$$

где U_* - сдвигающая скорость определяется обычным путем $U_* = \sqrt{\tau/\rho}$.

Начало движения наносов определяется критической величиной F_{grc} , если $F_{gr} < F_{grc}$, то движения наносов нет. Наконец, для количества наносов предлагается следующая формула:

$$X = C \left(\frac{F_{gr}}{F_{grc} - 1} \right)^m \frac{\rho_s D}{\rho h} \left(\frac{\rho^{1/2} P_{fg}}{\tau_{fg}^{3/2}} \right)^n \left(\frac{P_{cg}}{\tau_{cg} U} \right)^{1-n}, \quad (17)$$

где ρ_s - плотность наносов; h - глубина воды; C, m, n - коэффициенты; τ - эффективная придонная касательная напряжения от волн на течения определяется следующей зависимостью:

$$\tau = \rho \left[\frac{U^2}{C_h^2} + 0,6 \frac{f_w}{4} (U_1^2 + U_2^2) \right]. \quad (18)$$

В этой методике расход наносов определяется через расход течения и расходами наносов совместного действия волн и течения:

$$q_s = \frac{\rho}{\rho_s} qX. \quad (19)$$

Таким образом, сущность предлагаемого усовершенствованного метода на случай нестационарного потока состоит в том, что использование в выражении (17) для безразмерного количества наносов новых значений сдвиговых напряжений и мощности происходит с учётом наличия и особенностей однонаправленного и волнового потоков.

В четвёртой главе диссертации «**Научные рекомендации по методам расчета для определения расхода наносов земляных каналов при нестационарности потока**» усовершенствованные методы расчёта, соответствующие вышерассмотренным задачам являются основой предлагаемых рекомендаций.

Автором разработаны следующие алгоритмы расчета:

- алгоритм расчёта начала движения наносов земляных каналов при нестационарном движении воды.
- алгоритм расчёта параметров гряд, происходящих в земляных каналах при нестационарном движении воды.
- алгоритм расчёта общего расхода наносов в земляных каналах при нестационарном движении воды.

На основе предложенных усовершенствованных методов расчёта разработаны следующие научные рекомендации:

«Рекомендации по гидравлическому расчёту наносов в каналах с зернистым грунтом» (протокол №01/67 от 25 ноября 2019 года технического совета Аму-Кашкадарьинского БУИС и протокол №6 от 26 декабря 2019 года Каршинского инженерно-экономического института).

«Рекомендации по гидравлическому расчету расхода наносов крупных земляных каналов в условиях ветро-волнового потока» (протокол №01-04/35 от 28 мая 2021 года технического совета Аму-Кашкадарьинского БУИС и протокол №5 от 27 мая 2021 года Каршинского инженерно-экономического института).

“Шамол тўлкинлари таъсирида бўлган канал оқимининг ҳолатларида ўзаннинг динамик мустаҳкам кесимини ҳисобига доир тавсиялар” (протокол №01-04/35 от 28 мая 2021 года технического совета Аму-Кашкадарьинского БУИС и протокол №5 от 27 мая 2021 года Каршинского инженерно-экономического института).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии на тему **“Усовершенствование методов расчета расхода наносов каналов в условиях нестационарности потока”** представлены следующие выводы:

1. Исследователями уделено мало внимания на исследовании вопросам начала движения наносов и транспорта наносов сопровождающихся грядовым движением в условиях нестационарности потока. Этот фактор приводит к ускорению процесса деформаций земляных каналов. Следовательно, отсутствие учёта нестационарного движения значительно снижает эффективность гидравлического метода расчета деформационных процессов.

2. Полученная на основе результатов проведённых исследований кривая зависимость для определения начала трогания наносов земляных каналов при нестационарном движении воды располагается ниже, чем кривая Шильдса однонаправленного потока. Это свидетельствует о том, что начало трогания наносов при нестационарном движении начинается значительно раньше, чем при стационарном движении. Сравнение зависимостей других исследователей с полученной зависимостью показало, что они находятся в удовлетворительном состоянии.

3. На основе проведенных результатов исследований по изучению процесса формирования гряд трапециадальных каналов при стационарности движения воды получены зависимости определения высоты и длины гряд.

Также изучена закономерность взаимосвязи между параметрами потока с параметрами гряд.

4. Из исследований, проведенных по изучению процесса формирования гряд земляных каналов в нестационарности потока, наблюдалось, что при больших скоростях, превышающих критические скорости, начинается перенос наносов с передвижением гряд. Также наблюдается, что размеры образующихся гряд при условии нестационарности потока больше, чем размеры у стационарного потока. При результате совместных действий руслового и волнового потока установлена взаимосвязь между параметрами гряд и тангенциальных напряжений на дне русла канала, а также получены зависимости для определения высоты и длины гряд земляных каналов в условиях нестационарности потока.

5. На основе методики расчёта транспорта наносов с грядовым движением в открытых руслах усовершенствована методика расчёта с учётом условий нестационарных потоков. Усовершенствованный метод показывает в основном влияние характера волн на транспорт наносов, т.е. значительного увеличения транспорта наносов при условиях волнового потока. Преимуществом этого усовершенствованного метода расчёта является то, что он позволяет рассчитывать суммарный расход наносов одновременно без учета взвешенных и донных стоков..

6. По результатам исследований автора и с использованием данных других авторов усовершенствованы методы расчёта начала движения донных наносов, определение параметров гряд и транспорта наносов, сопровождающихся грядовым движением земляных каналов с учётом нестационарности потока, а также разработаны научные рекомендации и программы для ЭВМ.

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

KARSHI ENGINEERING ECONOMICS INSTITUTE

GAYIMNAZAROV ISRAIL XOLIQOVICH

**IMPROVEMENT OF METHODS FOR CALCULATING SEDIMENT
DISCHARGE OF CANALS IN CONDITIONS OF UNSTEADY FLOW**

05.09.07- Hydraulics and engineering hydrology

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

Karshi – 2022

The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2021.4.PhD/T120.

The dissertation was prepared at the Karshi engineering economics institute.

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

Scientific adviser:

Eshev Sobir Samatovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents

Bazarov Dilshod Rayimovich;
doctor of technical sciences, professor

Baymatov Shaxriddin Xushvaqtovich;
doctor of Philosophy in technical sciences (PhD),
dotsent.

Leading organization:

Research Institute of Irrigation and Water Problems

The defense of the thesis will be « ____ » _____ 2022 at ____ hours at the meeting of the scientific council awarding of the scientific degrees 04/30.04.2021.T.111.04 at the Karshi engineering economics institute (Address: 180100, Karshi, Mustakillik street 225. Tel.: (+99875)-221-09-23, e-mail: qmii@qmii.uz).

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

Abstract of dissertation was sent « ____ » _____ 2022.
(register of the distribution protocol № ____ from « ____ » _____ 2022).

U.U.Jonkobilov

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

A.N.Khazratov

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

R.T.Khujakulov

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

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

The purpose of the research it consists in improving the method of calculating the flow rate, taking into account the effect of wave propagation in channels.

The object of research. The Mirishkor channel was adopted as the research object.

The scientific novelty of the research is as follows:

A calculation method has been developed to determine the critical velocities of the beginning of the movement of bed sediments of trapezoidal channels, taking into account the parameter of sediments under conditions of unsteady movement of water.

a method was developed for determining the parameters of the ridges, taking into account the change in the coefficient of side slopes of the trapezoidal channels;

a calculation method was developed for determining the parameters of the ridges of trapezoidal canals under conditions of unsteady water flow;

the calculation method for determining the sediment discharge of trapezoidal channels with unsteady water flow has been improved.

Implementation of the research results.

On the basis of the studies obtained, the results of improving the methods for calculating the beginning of the movement of bed sediments and the formation of bottom ridges, as well as the transport of sediments occurring in the ridge structure of earthen channels with steady and unsteady of water movements, are implemented in the following channels:

in the Mirishkor and Karshi main canal of the Amu-Kashkadarya Basin Administration of Irrigation Systems under the Ministry of Water Resources of Uzbekistan (Certificate of the Ministry of Water Resources MB 03 / 27-779 dated 04/08/2022). As a result, it was possible to increase the throughput capacity of irrigation canals in an earthen channel by 8-10%;

in the projects of the Institute of Hydroproject JSC and UzGIP JSC under the Ministry of Water Resources of Uzbekistan (Certificate of the Ministry of Water Resources MB 03 / 27-779 dated 04/08/2022), as well as in LLC "Ok suv-Zarafshon irrigation" (No. 14 of June 18, 2021) and Nasaf Mahsus Suv Qurilish Tamirlash LLC (No. 17 dated June 16, 2021). As a result of design work, it was possible to reduce deformation processes and increase operational efficiency by 8-10%.

The structure and scope of the dissertation.

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The length of the thesis is 111 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Эшев С.С., Рахимов А.Р., Гайимназаров И.Х. Влиянии волновых потоков на деформации русел каналов. Монография. Тошкент: «Intellect nashriyoti», 2021. 187 с.

2. Eshev S.S. Latipov Sh.A., G'ayimnazarov I.X. The Calculation of the Parameter of Friction in Border Layer Not Fixed Flow. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 1, January 2019. C-7796-7800. (05.00.00; №8).

3. S.S.Eshev., I.X G'ayimnazarov., A.R.Rahimov., Sh.A.Latipov. Generation of Wind Waves in Large Streams. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 01, 2020 p. 518-525. (05.00.00; №8).

4. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Гайимназаров И.Х. Расчет параметров ветровых волн в больших каналах. “Кончилик хабарномаси” илмий-техник ва ишлаб чиқариш журнали. 4-сон №59. Ўзбекистон. 2014 й 121-124-бет. (05.00.00; №7).

5. Эшев С.С., Латипов Ш.А., Гайимназаров И.Х. Влияние физико-механических характеристик связного грунта в процессе размыва каналов. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2018-йил №4. Samarqand-2018. (05.00.00 №14).

6. Гайимназаров И.Х., Рахимов А.Р., Холмаматов И.К. Расчёт откосов грунтового канала сложенных из несвязных грунтов. Инновацион технологиялар. Махсус сон. 2021 й. 89-92 бет. (05.00.00; №38).

7. Эшев С.С., Гайимназаров И.Х., Латипов Ш.А. Аралаш оқимларда оқизиклар харакатининг бошланишини тадқиқот қилиш. Инновацион технологиялар. №4-сон. 2021 й. 59-63 бет. (05.00.00; №38).

8. Eshev S.S., G'ayimnazarov I.X., A.R.Rahimov., Isakov A.N., Yer o'zanli kanallardagi suvning nobarqaror harakatida oqiziqalar tashilishining hisobi. “Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences”. Ilmiy jurnal. Uzbekistan: www.oriens.uz. Vol. 2, №3. 2022. 119-126 p. (07.00.00; №8).

9. Eshev S. S., G'ayimnazarov I.X., Latipov SH. A., Usmonov R. N., Yer o'zanli kanallarning barqaror oqimida tub osti gryadlarning parametrlarini hisobi. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy-texnik jurnal) 2022-yil №1. Samarqand-2022. (05.00.00 №14).

II bo'lim (I часть; II part)

10. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Файимназаров И.Х. Экспериментальное исследование транспорта донных наносов каналов в условиях нестационарности потока насыщенными наносами. Научно-практический журнал “Приволжский научный вестник” №6. (34) 2014 г 149-151 с.

11. Янгиев.А., Хазратов.А.Н., Файимназаров И.Х. Hydraulic resistances in tangential swirler of vertical shaft spillway with air intake conditions. Международный научный журнал “Молодой ученый”, Изд-во “Молодой ученый”, № 5, 2016, с 109-111.

12. Eshev S.S., Rakhmatov M.I., G'ayimnazarov I.X., Bobomurodov F. F. On The Question Of Calculation Of The Flow Velocity Distribution When Liquid Flowing Cylindrical Bodies. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol.12 No.11 (2021), 69-73 Research Article.

13. Sobir Eshev., Ashraf Rakhimov., G'ayimnazarov Israil., Alisher Isakov., Bobur Shodiev and Furkat Bobomurodov. Dynamically stable sections of large soil canals taking into account wind waves. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012134 Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012134.

14. Sobir Eshev., G'ayimnazarov Israil., Shakhboz Latipov., Nurbek Mamatov., Feruz Sobirov and Iroda Rayimova. The beginning of the movement of bottom sediments in an unsteady flow. E3S Web of Conferences 263, 02042 (2021) FORM-2021 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302042>.

15. Shakhboz Latipov., Sobir Eshev., G'ayimnazarov Israil., Iroda Babajanova., Yuldash Babajanov., and Bobur Shodiev. Calculation of bottom sediment discharge in trapezoidal channels. E3S Web of Conferences 264, 03070 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403070>. [Conmechydro – 2021](#).

16. Eshev S.S., G'ayimnazarov I.X., Latipov Sh.A. On the calculation of the non-scouring velocities of a stationary water flow in channels lying in different soils. European science review № 1–2 2019 January–February Volume 1. p-145-147.

17. И.Х.Файимназаров., Ф.Ф.Бобомуродов, И.К.Холмаматов, Ф.Ч.Собиров. Расчёт откосов грунтового канала, сложенных из несвязных грунтов. “Ўзбекистонда сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммолари ва ечимлари” Мавзусида республика миқёсидаги илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Қарши -2021 йил 26-27 март. 157-160 бет.

18. И.Х Файимназаров. Расчет параметров донных рифелей больших земляных каналов в условиях волнового потока. “Илм-фан тараққиётига ёшларнинг инновацион ёндошувлари” мавзусидаги ёш олимлар ва иқтидорли талабаларнинг республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Қарши-2021. 9-11 бет.

19. G'ayimnazarov I.X., Rahimov A.R., Isoqov A.N., Naimov A.R., Yo'ldasheva U.T., Raimova N.J., Grunt o'zanli kanallardagi suvning nostatsionar

harakatida oqiziqalar tashilishining hisobi “Suv resurslaridan samarali foydalanish” muammo va yechimlar (Janubiy viloyatlarda sug‘oriladigan yerlar misolida) Respublika ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami. 2022 yil 11-12-mart. 532-535 betlar.

20. Eshev S.S., G‘ayimnazarov I.X., Isoqov A.N.. Suv o‘zani oqimidagi shamol to‘lqinlarining parametri va gryadlarini hisobi (qarshi oqim, shamol C) dasturi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma, O‘zbekiston Respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi № DGU13804, talabnoma kelib tushgan sana 22.11.2021, talabnoma raqami DGU 2021 3753, davlat reyestrda 21.12.2021 yilda Toshkent shahrida ro‘yxatdan o‘tkazilgan.

21. Eshev S.S., G‘ayimnazarov I.X., Xolmamatov I.K. Suv o‘zani oqimidagi shamol to‘lqinlarining parametri va gryadlarini hisobi (yo‘ldosh oqim, shamol C). Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma, O‘zbekiston Respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi № DGU13860, talabnoma kelib tushgan sana 22.11.2021, talabnoma raqami DGU 2021 3754, davlat reyestrda 23.12.2021 yilda Toshkent shahrida ro‘yxatdan o‘tkazilgan.

22. Эшев С.С., Латипов Ш.А., Рахимов А.Р., Файимназаров И.Х. Рекомендации по гидравлическому расчету наносов в каналах зернистых грунтах. Аму–Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем. №01/87. 25.11.2019 Каршинский инженерно – экономический институт. №5. 26.12.2019. Қарши – 2019.

23. Эшев С.С., Рахимов А.Р. Файимназаров И.Х., Рекомендации по гидравлическому расчету расхода наносов крупных земляных каналов в условиях ветро-волнового потока. Аму–Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем. № 01-04/35.,28.05.2021 Каршинский инженерно – экономический институт. № 5. 27.05.2021. Қарши – 2021.

24. S.S.Eshev., A.R.Rahimov., G‘ayimnazarov I.X., F.Ch.Sobirov. Shamol to‘lqinlari ta‘sirida bo‘lgan kanal oqimining holatlarida o‘zanning dinamik mustahkam kesimini hisobiga doir tavsiyalar. Amu-Qashqadaryo irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasining 2021 yil 28-maydagi 01-04/35-son texnik kengashida va Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining 2021 yil 27 may 5-sonli kengashida tasdiqlangan. Qarshi – 2021.

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

Bosishga ruxsat etildi: 17.09.2022 yil
Bichimi 60841/8 , “Times New Roman”
Garniturida raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,08 Adadi: .

Buyurtma:№ 20

QarMII “INTELLEKT” nashriyoti MIUda chop etilgan.

Qarshi shahri, Mustaqillik ko‘chasi, 225-uy.