

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 27.06.2017.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

ЭШЕВ СОБИР САМАТОВИЧ

**СТАЦИОНАР ВА НОСТАЦИОНАР ОҚИМЛАРДАГИ
ДЕФОРМАЦИЯЛАНДИГАН ЙИРИК ЎЗАНЛАРНИ ПРОГНОЗЛАШ**

05.09.07 - Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

Докторлик (Doctor of Science) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (Doctor of Science) диссертации

Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Эшев Собир Саматович

Стационар ва ностационар оқимлардаги деформацияланадиган йирик ўзанларни прогнозлаш..... 5

Эшев Собир Саматович

Прогнозирование деформируемых крупных водотоков при стационарности и нестационарности течений..... 29

Eshev Sobir Samatovich

Forecasting of deformable large watercourses with stationarity and nonstationarity of the flow..... 53

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 57

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 27.06.2017.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

ЭШЕВ СОБИР САМАТОВИЧ

**СТАЦИОНАР ВА НОСТАЦИОНАР ОҚИМЛАРДАГИ
ДЕФОРМАЦИЯЛАНАДИГАН ЙИРИК ЎЗАНЛАРНИ ПРОГНОЗЛАШ**

05.09.07 - Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2018.2DSc/199 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қарғи муҳандислик иқтисодий институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифада (www.tiame.uz) ва "ZiyoNet" ахборот-таълим порталида (www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: **Арифжанов Айбек Мухаммежанович**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Махмудов Эрناзар Жумаевич,**
техника фанлари доктори, профессор

Кантаржи Измаил Григорьевич (Россия Федерацияси)
техника фанлари доктори, профессор

Малиқов Зафар Маматкулович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот: **Тошкент архитектура қурилиш институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.10.02 рақамли илмий кенгашнинг «22» ИЮН 2018 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўчаси, 39, тел. (+99871)-237-19-61, 237-22-09, факс: 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.)

Диссертацияси билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (18 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий, 39, тел.: (+99871) 237-19-45.

Диссертация автореферати 2018 йил « _____ » _____ да тарқатилди.
(2018 йил _____ даги № _____ рақамли йўриқнома билан)



Т.Э.Султонов

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

А.А.Янгиев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Э.Ж.Махмудов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш ҳузуридаги илмий
семинар раис ўринбосари, т.ф.д., профессор

КИРИШ (докторлик диссертацияси (DSc) аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда дарё оқизикларининг сув ҳўжалиги объектларига салбий таъсирини камайтириш, сув ресурсларидан комплекс фойдаланишнинг муҳим экологик масалаларидан бири бўлиб ҳисобланмоқда. Шу жиҳатдан, йирик очик ўзанларнинг (катта каналлар, оқим ҳаракати таъсирида бўлган сув омборлар ва кичик дарёлар) стационар ва ностационар оқим шароитларидаги деформацияларини прогнозлашнинг ҳисоб усулларини ишлаб чиқиш алоҳида аҳамият касб этади. Бу борада, шу жумладан АҚШ, Нидерландия, Германия, Франция, Россия, Япония, Хитой, Жанубий Корея ва бошқа ривожланган мамлакатларда стационар ва ностационар ҳолатда ишлайдиган йирик очик ўзанларни лойиҳалашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш, уларда содир бўладиган деформацияларни олдини олиш ва уларнинг ишончли эксплуатациясини таъминлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда грунтли йирик очик ўзанларда деформацион жараёнларни прогнозлаш усулларини, ишончли ва самарали технологияларни ишлаб чиқишга йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишлари олиб боришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан грунтли очик ўзанларнинг стационар ва ностационар оқимларида сув ўтказиш қобилиятларини ошириш, турбулент ламинар қатлам ва шамол тўлқинларининг параметрларини ҳисобга олган ҳолда деформацион жараёнларни камайтиришнинг янги усуллари ва технологияларини ишлаб чиқиш муҳим вазифаларнинг бири ҳисобланади.

Республикамизда очик ўзанлардан самарали фойдаланишга таъсир этувчи омилларни аниқлаш ҳамда такомиллаштириш имкониятларини берувчи мавжуд гидравлик ҳисоблашнинг янги усулларини яратишга доир чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан “...миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш учун мелиорация ва ирригация объектларини ривожлантириш»¹ вазифаси белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан сув ресурсларининг танқислиги даврида очик ўзан ишлашининг турли шароитларида содир бўладиган деформацияларни ҳисобга олган ҳолда сув ҳўжалиги объектларини лойиҳалаш ва улардан самарали фойдаланишнинг такомиллашган усулларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш муҳим муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, 2017 йил 25 сентябрдаги ПҚ-3286-сон “Сув объектларини муҳофаза қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ва 2017 йил 27 ноябрдаги ПҚ-3405-сон “2018-2019 йилларда ирригацияни ривожлантириш ва суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш давлат дастури

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

тўғрисида”ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-хуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳит муҳофазаси” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича халқаро илмий тадқиқотлар шарҳи². Ҳозирги вақтда оқимларнинг стационар ва ностационар ҳолатида бўлган очик ўзанларда содир бўладиган деформацияларини ҳисоблашнинг усулларини такомиллаштириш бўйича жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, шу жумладан American society of civil Engineers (АҚШ), Technical University of Drezden (Германия), Delft university of technology (Нидерландия), Association of Theoretical and applied Hydrauliks (Франция), Environmental & Water Resources Institute, Port and Harbor Reserch institute (Япония), The university of Oueenslannd (Австралия), Москва давлат қурилиш университети, К.А.Тимерязев номидаги Россия давлат аграр университети (Россия), Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти (Ўзбекистон) томонидан кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Турли оқим шароитларида ишлайдиган очик ўзанлар деформацияларини ҳисоблаш усулларига доир жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида бир қатор, жумладан қуйидаги илмий натижалар олинган: туб ости ва муаллақ заррачалар транспортини ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқилган (Муҳандислар ва қурувчилар институти, АҚШ); тўлқинли оқимлардаги туб ости шаклланишларни ҳисоблаш услубияти ишлаб чиқилган (Порт Харбор тадқиқот институти, АҚШ); ўзан гидравликасининг мураккаб муҳандислик масалаларини ечишнинг ҳисоб усуллари ишлаб чиқилган (Гидравлика ва атроф муҳит муҳандислари халқаро институти, Нидерландия); туб ости оқизик заррачалари ҳаракатининг бошланиш чегараларини аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган (Берлин техника университети, Германия); очик ўзан кўндаланг кесими мустаҳкамлигини ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқилиб (Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти), маълум даражадаги ижобий натижаларга эришилган.

Дунёда оқимнинг стационар ва ностационар ҳаракатларида бўлган очик ўзан деформация жараёнларини ҳисоблаш усулларини яратиш бўйича қатор, жумладан қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: грунтли йирик очик ўзан деформацион жараёнларини моделлаштириш

²Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <https://www.usa.gov/federal-agencies/bureau-of-reclamation>; <https://www.usa.gov/federal-agencies/mississippi-river-commission>; <https://www.enpc.fr/en/laboratories-research-saint-venant-hydraulics>; www.edf.fr; www.tudelft.nl; <https://uiowa.edu>; <https://www.colorado.edu>; <https://www.universityofcalifornia.edu>; <https://tu-dresden.de>; worldcat.org/identities; <https://www.udelft.nl/hydraulic-laboratory-fluid-mecha>; www.ngma.su ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

усулларини ишлаб чиқиш; шамол тўлқинлари жадаллашиш узунлигини аниқлаш бўйича гидравлик модел ишлаб чиқиш; ишқаланиш параметрини аниқлаш бўйича боғланишларни ўрнатиш; туб ости рифелларининг параметрларини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш; суёқлик оқимининг турли грунтлардаги ювмаслик тезликларини аниқлашнинг усулларини ишлаб чиқиш; очиқ ўзанлардаги оқизиклар транспортини ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш; динамик мустаҳкам кесимли каналларнинг морфометриясини аниқлашнинг мукамал ҳисоб усулларини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги вақтда муаллифлар томонидан (В.А.Великанов, В.Н.Гончаров, Г.И.Шамов, И.И.Леви, В.С.Кнороз, И.Е.Егиазаров, Ц.Е.Мирцхулава, А.В.Магомедова, А.М.Мухамедов, В.С.Боровков, Х.З.Ишанов, М.Р.Бакиев, А.М.Арифжанов, Ю.М.Умаров, О.Я.Гловацкийва бошқалар) сув оқимининг боғланган ва боғланмаган грунтлардаги ювмаслик тезликларини аниқлашга доир бир неча эмпирик формулалар олинган. Булар асосан заррачанинг чегаравий мувозанатига турлича ёндошишлардан ёки грунт ювилишига таъсир этувчи турли омилларни ҳисобга олувчи эмпирик коэффициентлар киритилиши ҳисобига маълум ижобий натижаларга эришилган.

Заррачанинг чегаравий мувозанати шартларига асосан улар ҳаракатининг бошланиш чегараларини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар биринчи марта А.Шильдс томонидан ўтказилган. Кейинчалик эса бир қатор муаллифлар (И.В.Егиазаров, К.В.Гришанин, В.С.Кнороз, Е.И.Масс, И.Г.Кантаржи, В.К.Дебольскийва бошқалар) Шильдс усулидан фойдаланиб, улар Шильдс графигига мос ва бир-биридан кам фарқланадиган боғланишларни таклиф этишган. Бу йўналишдаги изланишларда ўзанларнинг шаклланишига жуда катта эътибор қаратилган. Бутун бир қатор тадқиқотчиларнинг (Алтуниин В.С., Абальянц С.Х., А.М.Мухамедова, Рабкова Е.К., Ржаницын Н.А., Ибад-Заде Ю.А., Бакиев М.Р., Махмудов Э.Ж., Д.Р.Бозоров ва бошқалар) ишланмаларига кўра бу соҳада стационар режим учун боғланишлар ҳосил қилинган бўлиб, булар лаборатория ва табиий дала шароитлардаги маълумотлар билан қиёсий баҳоланган.

Ҳозирги вақтда республикамизда фойдаланилаётган грунтли йирик очиқ ўзанлар ушбу йўналишда олиб борилган кенг қамровли тадқиқотларга қарамасдан оқимнинг ҳаракатлари давомида ностационар оқим ва ўзаннинг таъсири натижасида содир бўладиган деформацияларга етарлича эътибор қаратилмаган. Шу сабабли ностационар оқимнинг таъсири натижасида деформацион жараёнларнинг жадаллашуви ҳисобига бу ўзанларнинг сув ўтказиш имконияти камайиб бормокда. Шу сабабли ўзан деформациясини прогнозлашнинг ишончли ҳисобини таклиф этиш йирик ирригация тизимларини лойиҳалашда муҳим аҳамият касб этади. Бунга кўра ҳозирги босқичда бу масаланинг тадқиқоти, кўп ҳолларда қараладиган жараённи ифода этувчи омилларнинг тўлароқ ҳисобга олинишига асосланади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қарши муҳандислик иқтисодиёт институтининг илмий-тадқиқот

ишлари режасининг 5/2013-сон “Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларининг илмий-техник масалалари ечимининг самарадорлигини ошириш” (2013-2017), 15/2017-сон “Магистрал каналлар гидротехник иншоотлардаги жараёнларни ўрганиш, юқори бўёфлардаги лойқа босиш ҳолатлари ва уларни олдини олиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш (Миришкор канали мисолида)”, ҚХА-7-071-сон «Дарё чўкиндиларини бошқарувчи иншоотларнинг самарали конструктив параметрларини ишлаб чиқиш» (2012-2014) ва ҚХ-Атех-2018-6-сон «Ўзанларда эрозия ва аккумулятив жараёнларни баҳолаш технологиясини геоахборот тизимларидан (ГАТ) фойдаланиб ишлаб чиқиш» (2018-2020) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади грунтли йирик очиқ ўзанларнинг стационар ва ностационар оқим шароитларида деформация жараёнларни аниқлашнинг ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг вазифалари:

грунтли йирик ўзанларнинг стационар ва ностационар оқим шароитларида оқимнинг кинематик структураси ва деформацияси жараёнларини аниқлаш;

грунтли йирик ўзанлардаги чекланган жадаллашиш шартида шамол тўлқинларининг жадаллашиш узунлигини, ностационар секин ҳаракатдаги оқизиклар ва бир жинсли бўлмаган оқизиклар ҳаракатининг бошланишларини аниқлашнинг гидравлик моделларини ишлаб чиқиш;

сув оқимининг ностационар шароитида ишқаланиш параметрини аниқлаш бўйича боғланишни ўрнатиш;

турли хил грунтларда сув оқимининг ювмаслик тезликларини аниқлашнинг ҳисоб усулларини такомиллаштириш;

грунтли йирик ўзанларнинг ностационар оқим ҳаракатида очиқ ўзанларнинг туб ости ётқизиклари параметрларининг ўлчамларини аниқлаш учун боғланишларни ўрнатиш;

ностационар (тўлқинли; тўлқин+оқим) оқимлардаги туб оқизиклар транспортини ҳисоблаш учун модификацияланган боғланишлар олиш ҳамда бу оқимларнинг лойқа ва тиниқ оқимлари шароитларида оқизикларни транспорт қилиш имкониятининг ҳисоб усулларини ишлаб чиқиш;

стационар ва ностационар оқим шароитларида ишлайдиган грунтли йирик каналлар динамик мустаҳкам ўзанларининг морфометрик характеристикаларини ҳисоблаш усулини ишлаб чиқиш;

грунтли йирик ўзанларнинг стационар ва ностационар оқим шароитларида деформацияларини прогнозлаш бўйича ишланмаларни ишлаб чиқиш ва уларни сув ҳўжалик объектларида қўллаш.

Тадқиқот объекти сифатида Қарши магистрал канали, Миришкор канали ва Қорақум канали ҳамда Қашқадарё вилоятидаги Д-2 коллектори олинган.

Тадқиқотлаш предмети грунтли йирик ўзанларда оқимнинг стационар ва ностационар ҳаракатлари, турли грунтларнинг ювилмаслик тезликлари,

оқизиклар ҳаракатининг бошланиш чегараси ва туб ости рифелларининг параметрлари ҳамда мустаҳкам гидродинамик кесимнинг шаклланишларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида стационар ва ностационар оқимлардаги очиқ ўзан деформацияларини ҳисоблаш, тизимли таҳлил, натижаларга статистик ишлов бериш, гидравлик ва математик моделлаштириш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

тўлқин таъсирининг дифференциал тенгламаси асосида грунтли йирик ўзанлардаги чекланган жадаллашиш ҳолатида шамол тўлқинларининг жадаллашиш узунлигини, ностационар секин ҳаракатдаги оқизиклар ва бир жинсли бўлмаган оқизиклар ҳаракатининг бошланишларини аниқлашнинг гидравлик моделлари ишлаб чиқилган;

ностационар оқим шароитида ишқаланиш параметрини аниқлашнинг боғланишлари мавжуд тадқиқот натижаларини умумлаштириш асосида ўрнатилган;

турли хил грунтларда ётадиган каналлардаги сув оқимининг ювмаслик тезликларини аниқлашнинг ҳисоб усуллари грунт заррачасининг чегаравий мустаҳкамлиги шартига асосан такомиллаштирилган;

грунтли йирик ўзанларнинг ностационар оқим ҳаракатидаги туб ости ётқизиклари параметрларининг ўлчамларини аниқлашнинг усуллари тўлқинли шаклдаги туб ости рифелларининг параметрлари чегаравий қатлам қалинлигига пропорционал гипотезаси асосида такомиллаштирилган;

ностационар (тўлқинли; тўлқин+оқим) оқимлардаги туб оқизиклар транспортини ҳисоблаш усуллари стационар оқим учун ишончли натижаларни берадиган Ван-Райн формуласи асосида такомиллаштирилган;

стационар ва ностационар оқим шароитларидаги грунтли йирик каналлар динамик мустаҳкам ўзанларининг морфометрик характеристикаларини ҳисоблаш усули стационар оқим учун С.Х.Абальянцнинг мустаҳкам кўндаланг кесим тенгламаси асосида такомиллаштирилган;

оқимнинг стационар ва ностационар шароитларидаги грунтли йирик ўзан деформацияларини прогнозлаш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

грунтли йирик ўзанлардаги чекланган жадаллашиш ҳолатида шамол тўлқинларининг эффектив жадаллашиш узунлигини, ностационар оқимнинг секин ҳаракатидаги ва бир жинсли бўлмаган оқизиклар ҳаракатининг бошланишларини аниқлашнинг математик моделлари ишлаб чиқилган;

ностационар ҳаракатлар шароитида ишқаланиш параметрини аниқлаш бўйича боғланиш графиги ҳосил қилинган;

турли грунтларда ётқизиладиган каналлар учун стационар сув оқимининг ювмаслик тезлигини аниқлаш бўйича ҳисоб усуллари такомиллаштирилган;

оқим ностационар ҳаракатидаги грунтли йирик ўзанларда туб ости ётқизикларнинг параметрларини аниқлаш бўйича ҳисоб усуллари такомиллаштирилган;

тиниқ ва лойқа ностационар оқимлар шароитларида туб ости оқизикларининг транспортини аниқлаш ҳисоб усуллари ишлаб чиқилган;

стационар ва ностационар оқим шароитларида ишлайдиган грунтли йирик каналлар динамик мустаҳкам ўзанларининг морфометрик характеристикаларини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилган.

оқим стационар ва ностационар ҳаракатларида грунтли йирик ўзанлардаги деформацион жараёнларни баҳолаш ва ҳисоблашнинг янги усуллари ишлаб чиқилди;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синовдан ўтган математик усуллар ва физиканинг умум қабул қилинган қонунларидан фойдаланилганлиги; деформацияларни ҳисоблаш бўйича тавсия этилган услубларнинг табиий лаборатория ва дала шароитида олинган маълумотлар билан мос келганлиги; ҳисобланган маълумотларнинг муаллиф ва бошқа тадқиқотчиларнинг ўлчов-кузатув маълумотлари билан таққослаб текширилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти стационар оқим ҳолатида бўлган очик ўзанларда турли грунтларнинг ювмаслик тезликларини, мустаҳкам каналларнинг сув сатҳи бўйича кўндаланг кесимнинг эни ва оқим чуқурлигини, туб ости оқизиклар ётқизикларини ҳисобга оладиган Шези коэффициентини ва кўндаланг кесимнинг динамик мустаҳкамлигини ҳамда ностационар оқим ҳолатида грунтли йирик ўзанлардаги чекланган жадаллашиш ҳолатида шамол тўлқинларининг эффектив жадаллашиш узунлигини, ностационар оқимнинг секин ҳаракатидаги бир жинсли бўлмаган оқизиклар ҳаракатининг бошланишларини, ишқаланиш параметрини, оқимнинг тиниқ ва лойқа шароитларида оқизикларнинг транспортини ва ўзан кўндаланг кесимининг гидродинамик мустаҳкамлигини ҳисобий услублари билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти грунтли йирик очик ўзанларнинг ва сув омборларнинг гидравлик самарадорлиги ва эксплуатацион ишончлилигини таъминлашда, содир бўладиган деформацияларнинг камайиши ҳисобига иқтисодий самарадорликка эришилганлиги, сув ўтказиш имкониятининг ортишига, оқим параметрларини ҳисоблашда оқим ностационарлиги, лойқалиги, грунтларнинг уларнинг бир жинсли эмаслиги ҳамда бошқа омилларни ҳисобга олган ҳолда қурилиш ва эксплуатацион харажатларни камайтиришга эришилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Оқимнинг турли ҳолатларида очик ўзанларда деформацион жараёнларни ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

стационар ва ностационар оқим шароитидаги очик ўзанларда деформацион жараёнларни ҳисоблаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси Миришкор каналида жорий этилган (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 11 апрелдаги №02/30-224-сон маълумотномаси). Натижада каналнинг сув ўтказиш қобилияти оқизиклар транспорти ҳисоби усулларининг қўлланиши асосида 4-7% га ошириш имкони яратилган;

стационар ва ностационар оқим шароитидаги очик ўзанларда деформацион жараёнларни ҳисоблаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси Қарши магистрал каналида жорий этилган (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 11 апрелдаги №02/30-224-сон маълумотномаси). Натижада каналнинг сув ўтказиш имконияти кўндаланг кесим динамик мустаҳкамлигини аниқлашнинг ҳисоб усуллариининг қўлланиши асосида 5-8% га ошириш имкони яратилган;

оқимнинг шўрланган грунтдаги ювмаслик тезликларини аниқлаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси Қарши туманидаги Д-2 очик коллектрида жорий этилган (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 11 апрелдаги №02/30-224-сон маълумотномаси). Натижада очик коллекторнинг сув ўтказиш қобилияти 6-9%га ошириш имкони яратилган;

стационар ва ностационар оқим шароитидаги очик ўзанларда деформацион жараёнларни ҳисоблаш усули Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги АЖ “Гидропроект” лойиҳалаш институтида Сирдарё ва Жиззах вилоятларининг шўрланган грунтларидаги каналларни лойиҳалашда ва АЖ “УЗГИП” лойиҳалаш институтида Шўрбулоқ сув омборининг сув олиб келувчи ва ташлама каналларини лойиҳалашда жорий этилган (Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 11 апрелдаги №02/30-224-сон маълумотномаси). Лойиҳалаш ишлари натижасида каналларнинг деформацион жараёнларининг камайишига ва фойдаланиш самарадорлигининг 22% га ошириш имконияти яратилди.

Тадқиқот натижалари апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари ҳалқаро, республика ва институт миқёсидаги анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, жумладан 3 та ҳалқаро ва 14 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 58 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, 2 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 16 та мақола, жумладан 14 та республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр қилинган ҳамда 1 та фойдали моделга патент олинган.

Тадқиқот ҳажми ва тузилиши. Диссертация иши кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ишининг ҳажми 198 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг Ўзбекистонда ва жаҳонда зарурлиги ва долзарблиги асосланган бўлиб, ишнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари шакллантирилиб, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари очиб берилган. Олинган натижаларнинг

назарий ва амалий аҳамиятлари, тадқиқот натижаларини жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Йирик очик ўзанлардаги сув оқимининг стационар ва ностационар шароитларида деформация муаммоларининг ўрганилганлигини таҳлили”** деб номланган биринчи бобида очик ўзан умумий деформацияларини ўрганиш бўйича олимларнинг назарий ва амалий ишларининг аналитик таҳлили келтирилган.

Ҳозирги вақтда оқимнинг таъсирида бўлган грунтларнинг ювилишга чидамлилигини моделлаштиришда қуйидаги икки хил ёндашувдан фойдаланилади: ювмайдиган тезликлар ва силжитувчи (тангенциал кучланишлар ёки туб ости динамик тезликлар) кучлар усуллари. Грунт заррачасининг чегаравий мувозанати шартларига доир биринчи экспериментал тадқиқотлар Шильдс томонидан ўтказилган. У берилган оқизик заррачаси диаметрининг критик ҳолатини нисбий таъсир этувчи ўлчамсиз параметр билан боғлайди. Кейинчалик бу усулнинг муаллифлар томонидан такомиллаштирилган моделлари бир қатор ишларда ўз аксини топган.

Бу изланишларнинг натижаси сифатида очик ўзанлар гидравликасининг муаммоли масалаларидан бири туб ости ва муаллақ оқизиклар транспортини аниқлаш методларини ишлаб чиқиш ҳисобланади. Бунга М.А.Великанов, Т.Г.Войнич-Сяножецкий, В.Н.Гончаров, К.В.Гришин, В.К.Дебольский, Г.В.Железняков, Н.С.Знаменская, И.Ф.Карасев, И.И.Леви, Масс Е.И., Кантаржи И.Г., А.В.Магомедова, М.А.Михалева, Б.В.Снищенко, Бакиев М.Р., Боровков В.С., Арифжанов А.М., Гловацкий О.Я., R.Bagnold, L.C.Van Rijn, R.A.Engelund, Ackers-White, M.S.Yalin ва бошқаларнинг илмий тадқиқотларини келтириш мумкин.

Юқорида баён этилганидек, бу йўналишда қатор ишланмалар мавжудлигига қарамасдан, деформацион жараённи ифодаловчи қатор омилларни (оқим кинематикаси, ювилиш тезлиги, оқизиклар таркибий қисми) инобатга олиб, ҳисоблаш методларини такомиллаштириш зарурияти пайдо бўлади.

Юқоридаги таҳлиллар асосида ишнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинди.

Диссертация ишининг **“Оқимнинг стационар ва ностационар шароитларидаги очик ўзанларнинг деформациялари жараёнларини назарий асосланиши”** деб номланган иккинчи бобида ностационар оқимларнинг кинематикаси ва уларнинг йирик ўзанлар деформацияларига таъсирига оид назарий тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Тўлқин таъсирининг сақланиш тенгламасини қараладиган масалага қўллаб, қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \bar{r} \frac{\partial N}{\partial \bar{r}} + \bar{k} \frac{\partial N}{\partial \bar{k}} = Q_{\text{хак}}, \quad (1)$$

бу ерда

$$N(\bar{r}, \bar{k}, t) = S(\bar{r}, \bar{k}, t) / \omega_r, \quad (2)$$

- тўлқин таъсирининг спектрал зичлиги; $S(\vec{r}, \vec{k}, t)$ - тўлқинларнинг фазовий амплитудали спектри; ω_r - оқим $\vec{u}(\vec{r}, t)$ тезлиги билан ҳаракатланадиган, система ҳисобининг t вақт моментида $\vec{r}(x, y)$ нуқтанинг $\vec{k}(k_x, k_y)$ спектрал компонентига мос бўлган частотаси.

Бир ўлчамли ҳолат учун (1) тенглама қуйидагича соддалашади:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial x}{\partial t} \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{\partial k}{\partial t} \frac{\partial N}{\partial k} = Q_{\text{хак}} \quad (3)$$

(3) тенгламанинг характеристикалари қуйидагича:

$$\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial t} &= \frac{\partial \omega}{\partial k} = C_{ga}, \\ \frac{\partial k}{\partial t} &= \frac{\partial \omega}{\partial x} = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

бу ерда C_{ga} - гуруҳли абсолют тезлик $C_{ga} = C_{gr} + u$. (3) ва (4) ифодаларга мос бўлган характеристикалардаги шарт қуйидаги кўринишни олади:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + C_{ga} \frac{\partial N}{\partial x} = Q_{\text{хак}} \quad (5)$$

Барқарор режимда, етарли вақтга эришгангандан сўнг тўлқин таъсирининг вақтга боғлиқлиги тугалланади ва фақат жадаллашиш функциясига боғлиқ бўлади. Бунда (5) тенглама содда кўринишни олади:

$$C_{ga} \frac{\partial N}{\partial x} = Q_{\text{хак}} \quad (6)$$

Бунга кўра характеристикалар усулидан фойдаланиб ва (6) тенгламадаги ўзгарувчиларни бўлиб, (3) тенгламанинг ечимини қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{Q_{\text{хак}}} = \int_{x_0}^x \frac{dx}{C_{ga}}, \quad (7)$$

(7) тенгликдан координаталарнинг қуйидаги ўзгариши келиб чиқади:

$$\frac{x}{C_{ga}} = \frac{X}{C_{g0}} \quad \text{ёки} \quad \frac{X}{x} = \frac{C_{g0}}{C_{ga}}, \quad (8)$$

бу ерда X - эффектив жадаллашиш узунлиги; x - жадаллашишнинг геометрик (чизиқли) узунлиги; $C_{g0}(x)$ - шамол тўлқинларининг оқимга қўйилишининг гуруҳли тезлиги бўлиб, у ҳаракатланмаётган сувнинг X жадаллашиш узунлигида $N_0(X)$ тўлқинли таъсирнинг катталигига тенг бўлган x жадаллашиш масофасидаги $N(x)$ тўлқинли таъсир катталигини беради.

Шундай қилиб, (8) тенглик шамол тўлқинларининг оқимга қўйилишидаги эффектив жадаллашиш узунлигини аниқлайди.

Ишлаб чиқилган модел Қорақум каналида ўтказилган табиий дала шароитидаги ўлчашлар билан тасдиқланган, шунингдек бир неча Марказий Осиё каналларида САНИИРИ томонидан ўтказилган тадқиқот маълумотлари билан ҳам солиштирилганда яхши натижалар берган.

Бу ишда шамол тўлқинлари ва оқимнинг биргаликдаги ҳаракатида туб ости оқизиклар ҳаракати бошланишининг жараёни қараб чиқилган.

Кучсиз оқимга тўлқинларнинг қўйилишидаги оқим чуқурлиги бўйича муаллақ оқизикларнинг $c(z, t)$ тақсмоти чегаравий масаласи қуйидагича ифодаланади:

$$\frac{\partial c}{\partial t} - w \frac{\partial c}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial z} \left(\varepsilon \frac{\partial c}{\partial z} \right) = 0, \quad (9)$$

$$-\varepsilon \frac{\partial c}{\partial z} = p(t), \quad z = 0, \quad (10)$$

$$c \rightarrow 0, \quad z \rightarrow \infty,$$

$$c(z, t + T) = c(z, t), \quad (11)$$

бу ерда z – туб ости сатҳидан юқорига йўналган вертикаль ўқнинг координаси; t - вақт; T - тўлқинлар даври; w - заррачанинг гидравлик йириклиги; ε - диффузия коэффиценти; $p(t)$ - “pickup” функция. Масаланинг бундай қўйилишида чегаравий шарт қуйидагича бўлади деб қаралади:

$$c(z_0, t) = c_0(t) \quad (12)$$

ва $p(t)$ функция билан берилади.

$p(t)$ функция қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$p(t) = \left[1 + \left(\frac{\pi/6}{|\theta(t) - \theta_{cr}|} \right)^4 \right]^{-1/4}, \quad (13)$$

бу ерда $|\theta|, \theta_{cr}$ - мос равишда муаллақ оқизиклар бошланишига тўғри келадиган Шильдс сонининг амплитудаси ва унинг қиймати. Стационар оқим учун Шильдс сони қуйидагича аниқланади:

$$\theta = \frac{u_*^2}{(S-1)gd}, \quad (14)$$

бу ерда u_* – динамик тезилик; $S = \rho_s / \rho$; ρ_s, ρ - мос равишда оқизик ва сувнинг зичлиги; d - оқизик заррачасининг диаметри. (13) тенгламада динамик тезлик тўлқинларнинг фазаларига боғлиқ деб қаралади, бунга мос равишда Шильдс параметри тўлқинлар фазаларининг ёки вақтининг функцияси бўлади.

Юқоридагиларга асосланиб секин оқимдаги тўлқиннинг туб ости уринма кучланишининг аниқланишини кўриб чиқамиз.

Оқимнинг динамик тезлиги u_{*c} ўлчамсиз Шези коэффиценти C_h орқали қуйидагича аниқланади:

$$u_{*c}^2 = \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2, \quad (15)$$

бу ерда u_c – чуқурлик бўйича оқимнинг ўртача тезлиги.

Тўлқинли синусоидаль компонентлар учун тезлик компонентлари қуйидагича аниқланади:

$$u_{*w}^2 = \frac{\xi_w}{2} \left[u_b \sin \left(\frac{2\pi t}{T} \right) \right]^2, \quad (16)$$

бу ерда ξ_w - тўлқинли ишқаланиш коэффиценти; u_b - туб ости чегаравий қатламнинг юқори чегарасидаги нисбий тўлқин тезлигининг амплитудаси; t - вақт; T - тўлқинлар даври.

Оқим йўналишига нисбатан α бурчак остида оқимга тарқаладиган тўлқинлар учун тезликлар йиғиндисининг квадрати оқим ва тўлқинлар тезликларининг вектор йиғиндиси каби аниқланади:

$$u_{wc}^2(t) = \left(u_c + u_b \sin \frac{2\pi t}{T} \cos \alpha \right)^2 + \left(u_b \sin \frac{2\pi t}{T} \sin \alpha \right)^2. \quad (17)$$

Хусусий ҳолда, йўлдош оқимга қўйилган тўлқинлар учун $\alpha = 0$ (17) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$u_{wc}^2(t) = u_c^2 + 2u_c u_b \sin \frac{2\pi t}{T} + \left(u_b \sin \frac{2\pi t}{T} \right)^2. \quad (18)$$

(18) ифодада алоҳида бир йўналишли оқим (15) ва тўлқинли оқимга (16) тегишли бўлган ишқаланиш коэффициентларининг қўлланилиши, оқимга тўлқинларнинг таъсиридаги динамик тезликнинг вақтга боғлиқлигининг ифодасини ҳосил қилишга имконият яратади. Демак, бу динамик тезликни қуйидагича кўрсатиш мумкин:

$$u_{*wc}^2(t) = \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2 + \sqrt{2\xi_w} \frac{u_c}{C_h} u_b \sin \frac{2\pi t}{T} + \frac{\xi_w}{2} u_b^2 \sin^2 \frac{2\pi t}{T} \quad (19)$$

У ҳолда, (19) тенгламадан ўртача тўлқинли даврларининг туб ости уринма кучланишини ҳисоблаш учун қуйидагига эга бўламиз:

$$\tau_{*wc} = \rho u_{*wc}^2 = \rho \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2 + \rho \frac{\xi_w}{2} \frac{u_b^2}{2}. \quad (20)$$

Туб ости уринма кучланиш эффективлигининг (20) ифодаси билан оқимга тўлқинларнинг қўйилиши таъсирида оқизикларнинг муаллақ ҳолатга ўтишининг бошланиши бўйича ўтказилган тажрибанинг натижалари билан таққосланди. Бундай таққослашлар натижасида натижавий динамик тезликнинг тўлқинли қисмини баҳолашни ифодалайдиган қуйидаги кўринишдаги W_{wc} эмпирик коэффициентни киритиб, ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$u_{*wc}^2 = \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2 + W_{wc}^2 \frac{\xi_w}{2} \frac{u_b^2}{2}, \quad (21)$$

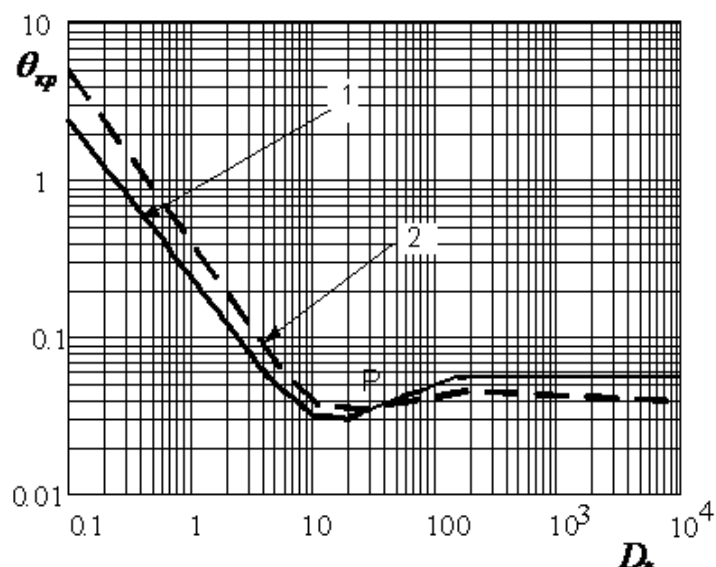
W_{wc} эмпирик коэффициентнинг қиймати тажрибалар асосида олинади.

Тажриба натижаларига кўра оқизиклар ҳаракати бошланишининг $5,75 \leq d_* \leq 104,20$ оралиғида W_{wc} учун қуйидаги боғланиш олинган:

$$W_{wc}^2 = 0,04141d_* + 0,20354. \quad (22)$$

Ўзан туб оқизикларнинг бир жинсли бўлмаганлиги оқизиклар ҳаракатининг табиатига анча таъсир кўрсатади. Оқимга тўлқинлар қўйилиши натижасида бир жинсли бўлмаган туб оқизикларнинг олиб кетилиш микдорининг ҳисоби бир жинсли туб оқизиклар ҳисобига нисбатан анча катта, бир жинсли бўлмаган муаллақ оқизиклар ҳисобида эса кам бўлади.

Бу жараёни ифодалаш учун, бир жинсли оқизиклар учун классик Шильдс эгри чизиғининг трансформациясига асосланган Шильдс ёндашуви ривожлантирилади (1-расм, 1-эгри чизик).



1 -расм. Туб оқизиклар ҳаракатининг бошланиш графиги: 1- бир жинсли оқизиклар учун; 2- бир жинсли бўлмаган оқизиклар учун

Туб чўкиндилар таркибининг фракциялари учун чегаравий шартларда Шильдс параметрининг қийматини қуйидаги кўринишда ифода этиш мумкин:

$$\theta_{kpmi} = \tau_{kpmi} / (\gamma_S - \gamma) D_i, \quad (23)$$

бу ерда τ_{kpmi} - аралашманинг i -нчи фракцияси учун уринма кучланиш.

Бир жинсли бўлмаган θ_{kpmi} аралашманинг i -фракцияси учун Шильдс параметрини бир жинсли оқизикларнинг ўлчамига тенг бўлган заррачаларнинг ε_{kpi} бир жинсли бўлмаган коэффицентига кўпайтмаси каби ифодалаш мумкин:

$$\theta_{kpmi} = \varepsilon_{kpi} \cdot \theta_{kpi}. \quad (24)$$

Шунингдек, аралашмадаги оқизикларнинг поғонали шартларини Шильдс эгри чизиғининг $\theta_{kp} - D_*$ графигида кўрсатиш мумкин (1-расм, 2-эгри чизик). Чизмада кўрсатилгандек (1-расм), бу эгри чизик бир жинсли оқизиклар учун Шильдс эгри (1-расм, 1-эгри чизик) чизиғини $P \equiv (D_{*U}, \theta_{kpU}) \equiv (D_{*U}, \theta_{kpmU})$ нуқтада кесиб ўтади.

Бир жинсли оқизиклар учун Шильдс эгри чизиғидан бир жинсли бўлмаган оқизиклар учун Шильдс эгри чизиғининг ўзгариши оқизик аралашмаларининг бир жинсли бўлмаганлик даражасига боғлиқ.

Олиб борилган изланишлар натижасида оқимлар таркибининг бир жинсли эмаслигини инобатга олувчи коэффицент учун қуйидаги ифода таклиф этилди:

$$\varepsilon_i = \left(\frac{D_{*i}}{D_{*U}} \right)^{-b}, \quad (25)$$

бу ерда b - аралашмадаги i -фракциянинг бир жинсли бўлмаганлигини ҳисобга олувчи коэффицентининг кўрсатгичи.

Тўлқинли оқимлардаги ишқаланиш параметрини аниқлайдиган боғланишни ўрнатиш мақсадида мавжуд бўлган маълумотлар умумлаштирилди.

Суюқлик оқимининг тебраниш характериға эға бўлган ностационар ҳаракатда ва турбулент пульсацияларнинг катта Рейнольдс сонларида содир бўлишида ҳисобға олиниши лозим бўлган тақдирда тенгламаларни қуйидагича ёзамиз:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} v_* \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (26)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (27)$$

Чегаравий шартлар:

$$u = w = 0 \text{ бўлса, } z = z_0; u = v(x, t) \text{ бўлса, } z = z_0 + \delta, \quad (28)$$

бу ерда v_* - турбулент кинематик ковшоқлик коэффициенти; $z_0 = \kappa/30$ - ноль тезликлар сатҳи; κ - Никурадзе бўйича эквивалент ғадир-будирликнинг баландлиги; δ - чегаравий қатламчанинг қалинлиги; чегаравий қатламда босим билан боғланган, ковшоқ бўлмаган ташқи оқимнинг $v(x, t)$ тезлиги қуйидагича аниқланади:

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x}. \quad (29)$$

(26) ва (29) тенгламалардан фойдаланиб, чегаравий ностационар турбулент қатламдаги ҳаракатни ифодалайдиган асосий тенгламалар системасини ҳосил қиламиз:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} v_* \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (30)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (31)$$

Кўп ҳолларда, чегаравий қатламнинг вертикал ўлчамларини кичиклигини ва чизикли бўлмаган ҳадларининг туб ости яқинидаги ролининг камлигини ҳисобға олиб, (30)-(31) тенгламалар системаси қуйидаги кўринишға келтирилади:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} v_* \frac{\partial u}{\partial z}; \quad (32)$$

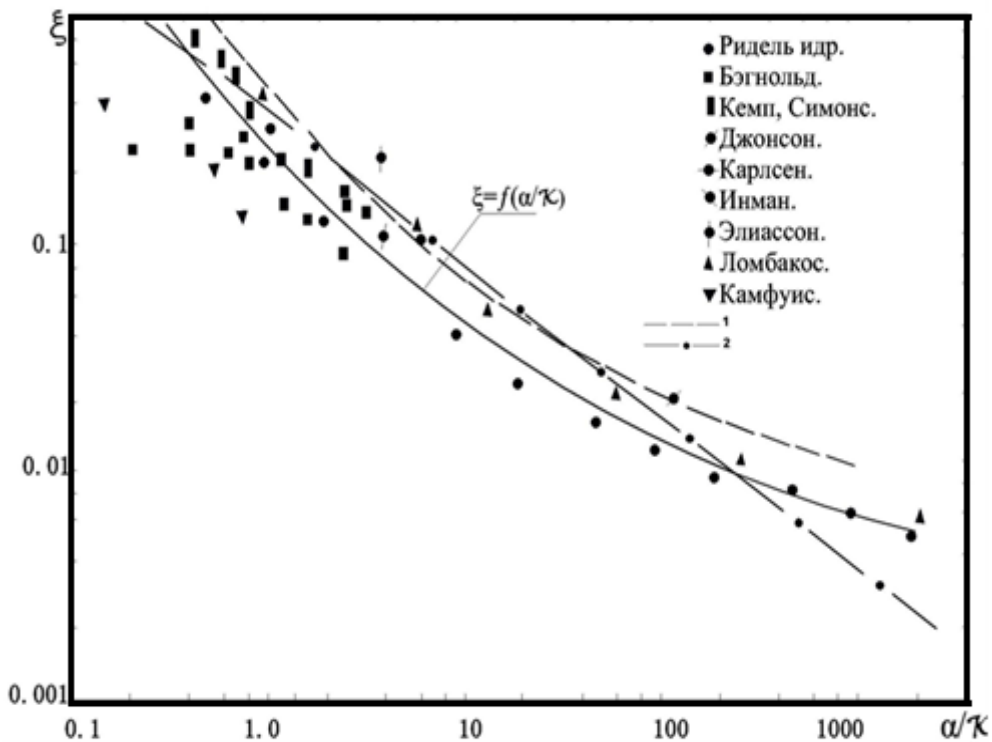
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (33)$$

Бошланғич ва чегаравий шартлар асосида (32) тўлқинли оқимдаги динамик тезликнинг максимал қиймати қуйидаги аниқланади:

$$u_{*b} = 0,02 \sqrt{\xi u_b^2}, \quad (34)$$

бу ерда u_b - тўлқинли оқимнинг орбитал тезлиги

$$u_b = \frac{h_b \pi}{\tau \cdot sh \frac{2\pi h_{yp}}{\lambda}}. \quad (35)$$



2-расм. $\xi = f(\alpha / \kappa)$ боғланиш графиги. 1- Жонсонбўйича боғланиш; 2 - Кајіуга бўйича боғланиш.

Е.И.Масс, И.Г.Кантаржи, И.К.Никитин ва бошқаларнинг тадқиқот маълумотларидан фойдаланган ҳолда $\xi = f(\alpha / \kappa)$ боғланиш графиги қурилди (2-расм). Бу боғланиш аввалги мавжуд аналитик боғланишларга нисбатан аниқроқ ва фойдаланишда қулайроқ бўлиб ҳисобланади. Бунда

$$\xi = 2u_{*b}^2 / u_b^2; \quad (36)$$

$$\alpha = u_b / \omega; \quad \omega = 2\pi / \tau; \quad \kappa = 2,5d_{cp};$$

Бошланғич маълумотлар сифатида Е.И.Масс лаборатория тадқиқодларининг маълумотларидан фойдаланилди. Таҳлил асосида қуйидаги боғланишни аниқлашга асосланган Шильдс усули ётади:

$$\theta'_{kp} = f(D_*), \quad (37)$$

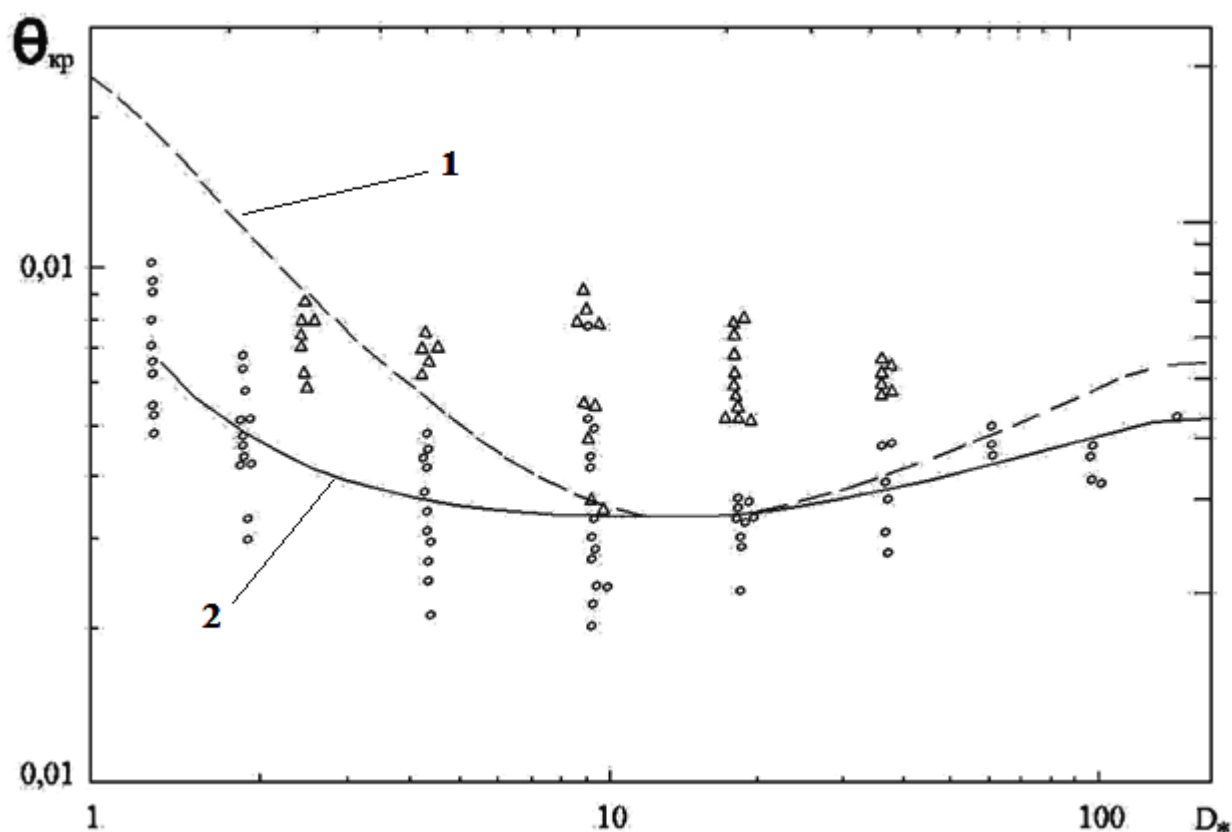
бу ерда

$$\theta'_{kp} = u_{*m}^2 / (S-1)gd_{yp}. \quad (38)$$

$D_* = D[(s-1)g/v^2]^{1/3}$; u_{*b} - тўлқинли оқимдаги максимал динамик тезлик муаллиф томонидан олинган (38) боғланишдан ҳисобланади.

Тўлқинли оқим шароитида ўтказилган таҳлил натижаларига кўра (3-расм) Шильдсэгри чизиғига ўхшаш бўлган $\theta = f(D_*)$ боғланиш графиги қурилган.

Қурилган эгри чизиқ (3-расм) билан Шильдс эгри чизиғи билан таққосланганда, умумий ҳолда тўлқинли оқимда туб оқизиклар ҳаракатининг бошланиши стационар оқимлардагига нисбатан кичик тангенциал кучланишларда содир бўлиши кўринади.



3-расм. Стационар (1-чизик) ва тўлқинли (2-чизик) оқимларда оқизиклар ҳаракатининг бошланиш $\theta_{кр} = f(D_*)$ графиклари

Диссертация ишининг “Грунтли йирик ўзанлардаги деформацион жараёнларнинг тадқиқоти” деб номланган учинчи бобида лаборатория қурилмаларининг тузилиши, экспериментал тадқиқотларнинг ўтказилиш ва олинган маълумотларни қайта ишлаш усуллари келтирилган.

Лаборатория тадқиқотлари Россия Федерациясининг “Научно-исследовательский институт транспортного строительства” (ЦНИИС) ва Қарши муҳандислик иқтисодиёти институтларининг лабораторияларида ўтказилган.

Лаборатория тадқиқотлар қуйидаги масалаларни ўрганиш мақсадида ўтказилган: турли (боғланмаган, боғланган ва шўрланган) грунтларда оқимнинг ювмаслик тезликларини аниқлаш; сув оқимининг стационар ва ностационар шароитларида бўлган каналларнинг туб ости оқизиклар ҳаракати бошланиши, оқизиклар транспорти сарфини ва туб ости рифеллар ётишининг ўлчамларини аниқлаш; туб ва ён томон қияликларида содир бўладиган деформацион жараёнлар тадқиқоти. Тажрибалар тўлқинларнинг $\tau = 0,67; 0,85; 1,12$ с даврларида ўтказилди.

Сув оқимининг ювилмайдиган тезликларини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар трапеция шаклидаги канал моделида ўтказилди. Бу канал моделининг туби ва ён деворларида тадқиқотланадиган грунтлар жойланган металл кассеталарни жойлаштириш учун уларнинг ўлчамларига мос бўлган тирқишлар қолдирилган. Ушбу моделда сув оқимининг боғланмаган,

боғланган ва шўрланган грунтларда ювмайдиган тезликларини аниқлаш учун лаборатория тажрибалари ўтказилди.

Грунтларни тажрибага тайёрлаш бу йўналишда меъёрий тартиб сифатида қабул қилинган Ц.Е.Мирцхулава услубига мос равишда амалга оширилди.

Ҳар бир тажрибадан аввал ва кейин тадқиқот учун олинган грунтларнинг физик-механик хусусиятларининг кўрсаткичлари лаборатория синов тажрибаларида ўрнатилди.

Деформацион жараёнларнинг тадқиқоти табиий дала шароитларида, яъни Қарақум канали, Қарши магистрал канали ва Миришкор магистрал каналларида ҳамда Қарши туманидаги Д-2 очиқ коллекторида олинган маълумотлар билан солиштирилганда ижобий натижаларни кўрсатди.

Диссертациянинг **“Грунтли йирик каналлардаги сув оқимининг стационар шароитида деформацион жараёнлар тадқиқоти”** номли тўртинчи бобида стационар оқимларнинг грунтли канал деформацияларига таъсирини баҳолаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқот натижалари келтирилган.

Мавжуд услублардан фойдаланиб, боғланмаган, боғланган ва шўрланган грунтларда стационар оқимнинг ювмаслик тезликларини аниқлаш учун тадқиқот ўтказилди.

Боғланган ва боғланмаган грунтли трапеция кесимидаги каналларнинг туб ости ва ён томонларининг қияликлари учун сув оқимининг ювмаслик тезликларини аниқлаш бўйича қуйидаги ҳисобий формулалар тақлиф этилди:

Боғланмаган грунтлар учун

$$g_n = \left(\lg \frac{8,8h}{d_{cp}} \right) \sqrt{\frac{2m_1}{0,44 \cdot \eta \rho n_1} \left[g(\rho_s - \rho) d_{cp} + 2C_{y1}^H K_1 \right]}; \quad (39)$$

Боғланган грунтлар учун

$$g_H = \left(\lg \frac{8 \cdot 8h}{d} \right) \sqrt{\frac{2m_2}{2,6 \rho n_1} \left[g(\rho_s - \rho) d + 1,25 \cdot \phi C_{y2}^H K_2 \right]}. \quad (40)$$

Тажрибалар кўра боғланмаган грунтларда η коэффициентнинг қийматлари туб ости учун 1,41 ва ён томон қияликлари учун 1,52 га ҳамда боғланган грунтларда ϕ коэффициентнинг туб ости учун 2,6 ва ён томон қияликлари учун 2,7 қийматларга тенг эканликлари асосланди.

Шўрланган грунтлардан сув оқими ўтганда, тузлар эрийди ва уларнинг бир қисми оқим билан олиб кетилади. Бунда грунт агрегатлари орасидаги боғланиш бузилади ва ювилиш жараёни шўрланмаган грунтларга нисбатан тезроқ юзага келади.

Олиб борилган тадқиқотлар асосида шўрланган грунтларнинг ювмаслик тезликларини аниқлаш бўйича мавжуд усуллар такомиллаштирилди.

Натижада боғланган грунтлардаги ювмаслик тезликларни аниқлайдиган боғланишларини шўрланган грунтлар учун қуйидаги кўринишда ифодалаймиз:

$$g_H = \left(\lg \frac{8 \cdot 8h}{d} \right) \sqrt{\frac{2m_2}{2,6 \rho n_1} \left[g(\rho_s - \rho) d + \psi C_{y2}^H K_2 \right]}, \quad (41)$$

бу ерда ψ - грунтнинг шўрланишини ифодалайдиган параметр учун, 4-расмда кўрсатилган $a = f(\zeta)$ графикадан аниқланади.

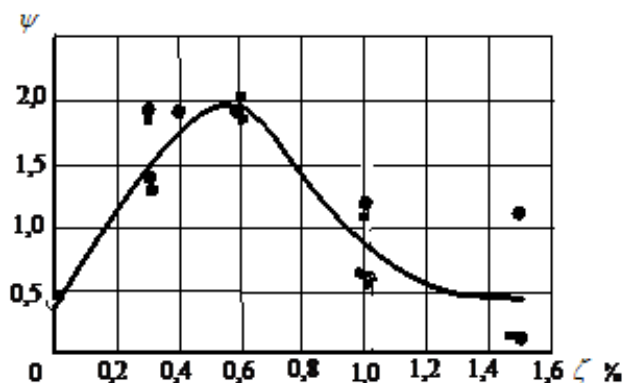
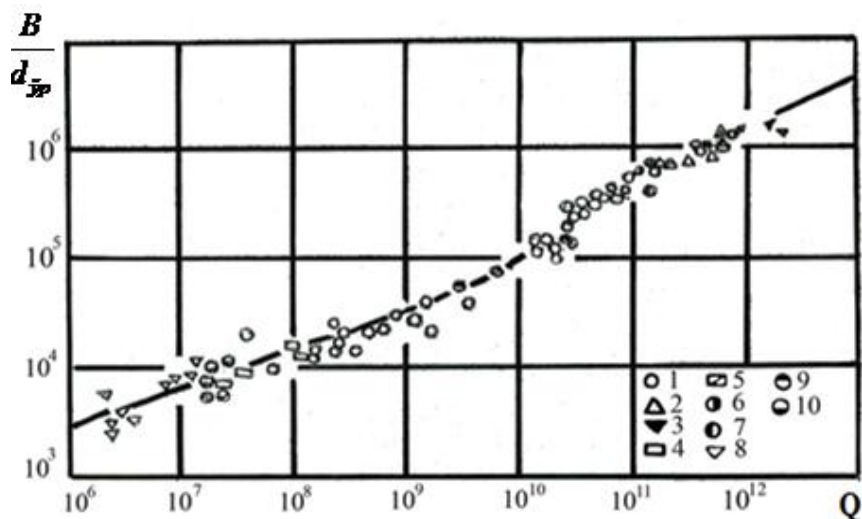


Рис. 4. $a = f(\zeta)$ боғланиш графиги

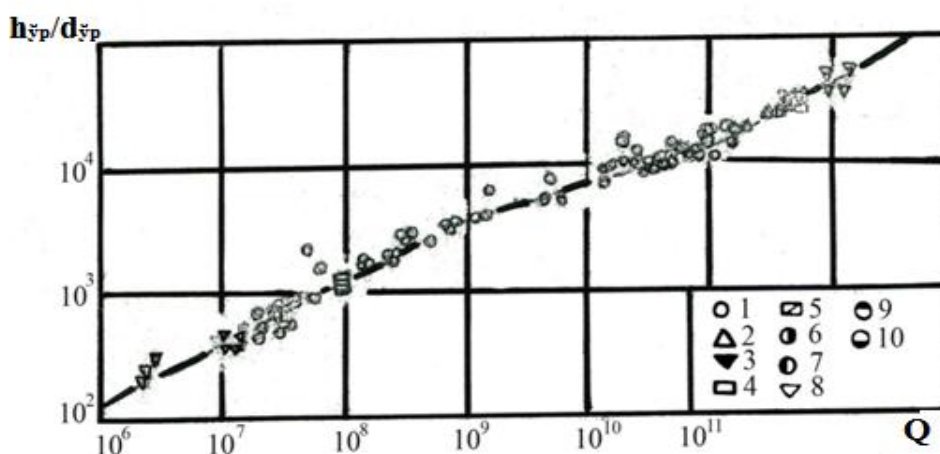
Турли грунтлардаги (боғланмаган, боғланган ва шўрланган) ювмаслик тезликлари бўйича ўтказилган тадқиқот натижаларини, таклиф этилган модификацияланган боғланишлар асосида ҳисобланган қийматларини таққосланганда ишончли натижалар беришини кўрсатди. Ҳисобланган ва тажриба қийматларининг фарқи 7-8% ни кўрсатди.

Олинган натижаларга асосланиб ҳамда ўзанларнинг параметрларини аниқлашга доир мавжуд боғланишлар таҳлил қилиниб, $Q = f(B/d_{yp})$ ва $Q = f(h_{yp}/d_{yp})$ графиклари қурилди (5; 6-расмлар).



5-расм. Ўзан нисбий энининг ўлчанган ва (42) боғланиш бўйича ҳисобланган ва ўлчанган қийматларини таққосланиши:

- 1-Ҳиндипокистон каналлари; 2-Қорақум канали; 3-Волга-Каспий канали;
4,8,10-лаборатория маълумотлари; 5-Амударё; 6-Таш-Сака; 7-Киз-Кеткен;
9- Белоруссия канали.



6-расм. Ўзан нисбий чуқурлигининг ўлчанган ва (43) боғланиш бўйича ҳисобланган ва ўлчанган қийматларини таққосланиши:

1-Ҳиндипокистон каналлари; 2-Қорақум канали; 3-Волга-Каспий канали; 4,8,10-лаборатория маълумотлари; 5-Амударё; 6-Таш-Сака; 7-Киз-Кеткен; 9- Белоруссия канали.

Бу $Q = f(B/d_{yp})$ графика (5-расм) асосан стационар оқим шароитида ишлайдиган мустаҳкам динамик ўзан сатҳининг кўндаланг энини ҳисоблаш учун қуйидаги боғланишлар таклиф этилди:

$$\begin{aligned} Q' \geq 10^{11} & \text{ бўлганда } B = 7,76 d_{yp} Q'^{0,440}; \\ 10^{10} \leq Q' < 10^{11} & \text{ бўлганда } B = 0,0023 d_{yp} Q'^{0,760}; \\ 10^9 \leq Q' < 10^{10} & \text{ бўлганда } B = 0,30 d_{yp} Q'^{0,550}; \\ Q' < 10^9 & \text{ бўлганда } B = 88 d_{yp} Q'^{0,275}. \end{aligned} \quad (42)$$

Шунингдек, $Q = f(h_{yp}/d_{yp})$ графика (6-расм) асосан стационар оқим шароитларидаги мустаҳкам динамик ўзан ўртача чуқурлигини ҳисоблаш учун қуйидаги боғланишлар таклиф этилди:

$$\begin{aligned} Q' < 10^{11} & \text{ бўлганда } h_{yp} = 0,04 d_{yp} Q'^{0,503}; \\ 10^9 \leq Q' < 10^{11} & \text{ бўлганда } h_{yp} = 10,4 d_{yp} Q'^{0,281}; \\ Q' < 10^9 & \text{ бўлганда } h_{yp} = 0,19 d_{yp} Q'^{0,475}. \end{aligned} \quad (43)$$

Бунда
$$Q' = \frac{Q}{d_{yp}^2 \sqrt{g d_{yp} (S-1)}}. \quad (44)$$

Туб остидаги чегаравий уюрмали қатламнинг шаклланиши тўғрисидаги ҳозирги замон асосий қарашлар негизида кичик таъсирланишлар назариясини қўллаб, туб ости рифелларини ўз ичига оладиган ўзан оқимининг Шези коэффицентини аниқлаш учун қуйидаги аналитик боғланиш ҳосил қилинди:

$$C = C' \left(1 + 178 \frac{h_{yp}^2}{L_{ep} \sqrt{L_{ep} h_{yp}}} \right)^{-1/2}, \quad (45)$$

бу ерда C' - донадор ғадир-будирликнинг Шези коэффицентини. Бу қуйидаги формула билан аниқланади :

$$\frac{C}{\sqrt{g}} = 2,5 \ell n \frac{4h_{yp}}{d_{yp}}. \quad (46)$$

Бунда h_{ep} ва L_{ep} - ўзан туб ости рифелларининг баландлиги ва узунлиги.

Шунингдек, бу ишда ўзан кўндаланг кесимининг динамик мустаҳкамлиги куйидаги тенглама асосида қараб чиқилган:

$$\left(\frac{h}{H_m}\right)^{2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{(dh/dy)^2}{\text{tg}^2 \varphi_0}}, \quad (47)$$

бу ерда α - даражали формуланинг даража кўрсаткичи бўлиб, тезликнинг максимумдан девор томон ўзгаришини кўрсатади. Муаллиф томондан (47) тенгламанинг ечими туб ости рифелларининг тузилишидаги оқим тезлигининг реалроқ тақсимланишига мос бўлган $\alpha=0,25$ қийматда жадвал кўринишида келтирилган. Бунинг учун (47) боғланишдаги φ_0 табиий қиялик бурчаги ўрнига унинг камайтирилган қиймати киритилади:

$$\varphi_g = \varphi_0 / 1,65, \quad (48)$$

бу ерда φ_g ва φ_0 - мос равишда грунтнинг динамик ва статик мустаҳкамлигидаги ички ишқаланиш бурчаги.

Олиб борилган тадқиқотлар асосида берилган сув ва оқизиклар сарфини ўтказадиган динамик мустаҳкам канал кўндаланг кесимини ҳисоблашнинг куйидаги боғланиши таклиф этилди:

$$\frac{h}{H_m} = 1 - \left(1 - \frac{3h_{yp}}{B} \frac{y}{H_m}\right)^2, \quad (49)$$

бу ерда B ва h_{yp} мос равишда (42) ва (43) боғланишлардан аниқланади, H_m максимал чуқурлик эса

$$H_m = 1,5h_{yp} \quad (50)$$

боғланишдан аниқланади.

(50) боғланишнинг лаборатория ва табиий дала шароитларида учун олинган маълумотлар асосида текширилиши ижобий натижаларни кўрсатди (7-расм). Бунда ўлчанган ва ҳисобланган қийматларнинг фарқи 5...10% ни ташкил этди.

Диссертациянинг “Грунтли йирик очик ўзанларнинг ностационар оқими шароитларида содир бўладиган деформацион жараёнларни прогнозлаш” номли бешинчи бобида каналлардаги туб ости рифелларининг ўлчамлари, оқизиклар транспорти ва кўндаланг кесим мустаҳкамлиги масалалари бўйича тадқиқот натижалари ва олинган ҳисобий боғланишлар келтирилган.

Бу ишда туб ости рифелларнинг узунлиги ва баландлиги турбулент ностационар чегаравий қатлам қалинлигига пропорционал бўлади деган илмий қарашдан фойдаланилди. Бундай қараш оқим чуқурлиги (бир йўналишли оқим ўзанида) ва ўзан рифели ўлчамларини корреляциянинг юқори даражада ўрнатилган аниқлиги билан боғлайди.

Ностационар турбулент чегаравий қатлам қалинлигини тадқиқотлаш учун бошланғич ифода сифатида Жонсон боғланиши қабул қилинди:

$$\delta = 0,23 \frac{u_{*m}}{\omega}. \quad (51)$$

Ностационар (тўлқин+оқим) оқим таъсиридаги олинган туб ости рифелларининг трансформацияси тадқиқот натижаларини таҳлил қиламиз. Олинган маълумотларнинг таҳлили, сиртки тўлқинлар таъсирида туб ости рифелларининг Δ баландлиги ва L узунликларининг ортиши сиртки тўлқинлар баландлиги ва узунликларига мос равишда боғлиқлигини кўрсатди. Бунга асосан шамол тўлқинлари таъсири остида стационар оқим режимидаги туб ости рифелларининг трансформациясини ҳисоби учун қуйидаги эмпирик боғланиш таклиф этилди:

$$L_b = L(1+0,18\lambda / h_{cp}) \quad , \quad (52)$$

$$\Delta_b = \Delta(1+10h_b / h_{cp}) \quad , \quad (53)$$

бу ерда L, Δ, L_b, Δ_b – мос равишда стационар ва ностационар оқимлардаги туб ости тўлқинларнинг узунликлари ва баландликлари.

Грунтли йирик каналларда стационар ва ностационар оқимлардаги муаллифнинг лаборатория ва ҳозирги вақтдаги мавжуд транспорт этиш имкониятлари тўғрисидаги тадқиқот маълумотларига кўра оқизиклар транспортининг ҳисоб усуллари ишлаб чиқилган. Оқизиклар сарфи учун энергетик формулаларни модификациялашда Ван-Райн боғланишидан фойдаланилган.

Стационар оқимда туб ости оқизикларининг (Q_s) солиштирма сарфи қуйидаги боғланишдан аниқланади:

$$Q = aB[(S-1)g]^{0,5} d_{\dot{y}p}^{1,5} [(u_{*0}^2 - u_{*kp}^2) / u_{*kp}^2]^{2,1} / D_*^{0,3}. \quad (54)$$

бу ерда $d_{\dot{y}p}$ - туб оқизикларнинг ўртача диаметри; u_{*0}, u_{*kp} - мос равишда стационар оқимнинг ва оқизиклар ҳаракати бошланишининг динамик тезликлари; S - грунтнинг нисбий зичлиги.

Бу (54) боғланишни тўлқинли ҳаракат учун қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$Q = aB[gd_{\dot{y}p}(S-1)]^{0,5} d_{\dot{y}p} D_*^{-0,3} (u_{*ekv}^2 / u_{*kp}^2)^{2,1}, \quad (55)$$

бу ерда a – эмпирик коэффициент, $a = 0,053$; u_{*kp}^2 - тўлқинли оқимда оқизиклар ҳаракатининг бошланишини динамик тезлиги:

$$u_{*kp}^2 = gd_{\dot{y}p}(S-1)\theta'_{kp}; \quad (56)$$

u_{*ekv} - умумий кўринишда тўлқинли оқимдаги динамик тезлик деб қараладиган эффектив динамик тезлик.

u_{*ekv} ифодани ҳосил қилиш учун В.И.Виноградова ва бошқаларнинг экспериментал маълумотларидан фойдаланилди. Бу маълумотлар кум ($d = 0,67$ мм) ётқизилган тўлқинли лотокда ювилиш тезлигидан катта бўлган туб ости максимал тезликларида олинган. Бу фақат тўлқинлар бўлган оқимда туб ости рифеллар кўринишидаги бир йўналишли оқизикларнинг туб ости

транспортини содир бўлишини таъминлайди. Ўтказилган таҳлил натижаларига кўра эквивалент динамик тезлик учун қуйидаги ифода ҳосил қилинди:

$$\left. \begin{aligned} u_{*ekv}^2 &= 0,068u_{*kp}^2 && \text{бўлганда } u_{*p}^2 \geq 2u_{*kp}^2 \\ u_{*ekv}^2 &= 0,568u_{*p}^2 - u_{*kp}^2 && \text{бўлганда } u_{*kp}^2 \leq 2u_{*p}^2 \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

Бу ерда шуни қайд этиш керакки, фақат тўлқинли оқим ҳолатида эмпирик коэффицентнинг қиймати $a = 0,053$ тенг эканлиги аниқланди.

Ностационар, яъни оқимга тўлқиннинг қўйилишидаги оқизиклар транспортини аниқлаш учун қуйидаги ифода таклиф этилди:

$$Q = aB\rho_s \left[(S-1)d_{yp}g \right]^{0,5} d_{yp} D_*^{-0,3} \left[(u_{*0}^2 / u_{*kp}^2) - (u_{*экс}^2 / u_{*kp}^2) \right]^{2,1}. \quad (58)$$

Шундай қилиб, тадқиқот натижаларининг таҳлили ностационар оқимдаги туб ости оқизиклар ҳисоби учун (55) ва (58) боғланишлардан фойдаланиш мумкинлигини кўрсатди. Фақат бунда лойқа оқимлар учун $a = 0,053$, тиниқ оқимлар учун эса $a = 0,0002$ қабул қилинади. Тиниқ оқимлар учун $a = 0,0002$ қиймат муаллиф томонидан ўтказилган тажрибалар асосида аниқланган.

Шамол тўлқинлари таъсиридаги ён томон қияликлари ётиқлашув жараёнининг миқдорий ҳисоби учун, (47) тенгламага табиий ён томон қиялик бурчагини ҳисобга олувчи янги катталиқ киритилади. Бу катталиқнинг ўлчамларини инобатга олиб, уни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\varphi_b = \left[tg^2 \varphi_g - ku_{*m}^2 / (vg)^{2/3} \right]^{0,5}, \quad (59)$$

бу ерда u_{*m} - шамол тўлқинларининг таъсиридаги оқим ўзанининг тубида содир бўладиган солиштирма тангенциал кучланишларнинг амплитудаси.

(47) тенгламани $\alpha = 0,25$ ҳамда $h = 0$ ва $y = 0$ чегаравий шартларда интеграллаб, қуйидаги тенгламага эга бўламиз:

$$h = h_{mb} \left[1 - \left(1 - \frac{\varphi_b}{2h_{mb}} y \right)^2 \right], \quad (60)$$

бу ерда h_{mb} - стационар оқимга тўлқинлар қўйилишидаги оқимнинг максимал баландлиги.

(60) тенгламани “ k ” коэффицентга нисбатан ечиб, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$k = \frac{(vg)^{2/3}}{U_{gm}} \left[tg^2 \varphi_g - \frac{4h_{mb}^2}{y^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{h}{h_{mb}}} \right)^2 \right] \quad (61)$$

Бунда $k = 0,27$ коэффицент муаллиф томонидан экспериментал йўл билан аниқланган. Натижада стационар оқимга тўлқинлар қўйилишидаги шароитдаги динамик мустаҳкам каналнинг кўндаланг кесимига эга бўламиз. Бунда (60) ифода қуйидаги кўринишни олади:

$$h = h_{mb} \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\sqrt{(6h_{yp}/B)^2 - (0,27u_{*m}^2 / (vg)^{2/3})}}{2h_{mb}} y \right]^2 \right\}. \quad (62)$$

Диссертациянинг “Грунтли ўзанлар деформацияларининг ҳисоби учун ишлаб чиқилган усулларнинг реал объектлар ва масалаларда

қўлланилиши бўйича тавсиялар“ номли олтинчи бобида назарий ва экспериментал жиҳатдан асосланган ҳисобий усулларни яратиш мақсадида ҳосил қилинган боғланишларнинг умумлаштирилиши келтирилган. Олинган тадқиқот натижалари турли регионларнинг сув объектларида қўлланилган, яъни Қорақум каналида (Туркменистон), “Қарши” ва “Миришкор” магистрал каналларида ҳамда “Д-2” очик коллеторида (Кашқадарё вилояти).

Стационар ва ностационар шароитларда ишлайдиган очик ўзанлардаги оқимнинг ювмаслик тезлиги, ишқаланиш параметри, туб ости рифелларининг шаклланиши, туб ости оқизиклар ҳаракатининг бошланиш чегараси ва оқизиклар транспорти ҳамда мустаҳкам кўндаланг кесимларнинг ҳисоблаш алгоритмлари таклиф этилган.

ХУЛОСА

“Стационар ва ностационар оқимларда деформацияланадиган йирик ўзанларни прогнозлаш” мавзусидаги докторлик (DSc) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Эксперимент маълумотларининг таҳлили шуни кўрсатадики, йўлдош оқимда генерацияланадиган тўлқинларнинг частоталари ошади, рўбару оқимда эса камаяди. Йўлдош оқимда тўлқинларнинг амплитуда ва узунликлари бир оз камаяди, рўбару оқимда эса тўлқинларнинг амплитуда ва узунликларини ошиши кузатилади. Шунингдек, рўбару оқимларда оқимсиз бўлган ҳолга қараганда шамол таъсирида содир бўладиган тўлқинларнинг узунлиги катта ва тезлиги кичик бўлади. Йўлдош оқимларда оқим бўлмаган ҳолга нисбатан тўлқин узунликлари кичик, тезлиги эса катта бўлиши аниқланди. Рўбару ва йўлдош оқимлар шароитида катта сув ўзанларда шамол тўлқинларининг генерациясини ва параметрларини аниқлаш моделлари ишлаб чиқилди. Бу моделлар шамол тўлқинларининг эффектив жадаллашиш узунлигини аниқлашнинг ишончли баҳолаш имкониятини беради.

2. Ностационар оқим шароитларида туб ости оқизиклар ҳаракатининг бошланиш жараёни етарлича ўрганилмаган. Ўтказилган натижаларининг таҳлилидан ва Шильдс усули асосида тўлқинли ва оқимга тўлқинлар қўйилишидаги оқимларда бир жинсли ва бир жинсли бўлмаган оқизиклар ҳаракатининг бошланишини аниқлашнинг ҳисоб усуллари ишлаб чиқилди. Ҳисоб усуллари бўйича олинган натижалар аниқлашнинг ишончли баҳолаш имкониятини беради.

3. Экспериментал тадқиқот натижалари таҳлилига кўра ностационар оқимдаги оқизиклар транспорти аниқлаш учун ишлатиладиган ишқаланиш параметрининг боғланиши ҳосил қилинди. Бу боғланиш бўйича олинган натижалар аниқлашнинг ишончли баҳолаш имконини беради.

4. Ҳозирги пайтда боғланмаган ва боғланган грунтларда оқимнинг ювмаслик тезликларини аниқлаш учун Ц.Е.Мирцхулава боғланишлари кўпроқ ишончли ва экспериментал асосланган ҳисобланади. Ўтказилган экспериментал тадқиқот натижаларининг таҳлилига асосан ва Ц.Е.Мирцхулава боғланишлари асосида, боғланмаган, боғланган ва шўрланган грунтларнинг ювмаслик

тезликларини аниқлаш учун канал трапеция шаклини ҳисобга оладиган боғланишлар таклиф этилди. Таклиф этилган ҳисобий усуллар “Боғланмаган, боғланган ва шўрланган грунтларда ётадиган каналлардаги сув оқимининг ювмаслик тезликларини ҳисоби бўйича тавсиялар” га киритилган. Натижада такомиллашган ҳисоб усуллари бўйича очик ўзанлардаги оқимнинг ювмаслик тезликларини аниқлашнинг ишончли баҳолаш имконини беради.

5. Муаллиф ва бошқа муаллифларнинг экспериментал тадқиқотлар натижаларининг таҳлилидан стационар шароитда ишлайдиган грунтли каналларнинг мустаҳкам морфометриясини, яъни энини ва чуқурлигини аниқлайдиган ҳисобий усуллар такомиллаштирилди. Натижада канал морфометриясини аниқлашнинг ишончли баҳолаш имконини беради.

6. Туб ости чегаравий уюрмали қатламнинг шаклланиши тўғрисидаги илмий қарашлар негизидаги кичик таъсирланишлар назариясидан фойдаланиб Шези коэффициентини аниқлайдиган аналитик боғланишлар ўрнатилди. Бу боғланишлар оқим ўзанида туб ости рифелларини ҳисобга оладиган Шези коэффициентини аниқлаш имкониятини яратди.

7. Бир йўналишли ва тўлқинли оқимларнинг ўхшашликларини ҳисобга олиб, тўлқинли оқимлар таъсирида содир бўлган туб ости рифелларининг узунлиги ва баландлиги чегаравий ностационар турбулент қатлам қалинлигига пропорционаллиги тўғрисидаги гипотезадан фойдаланиб, ностационар шароитларда ишлайдиган грунтли йирик ўзанлар туб ости рифелларининг параметрларини аниқлаш учун ҳисобий усуллар ишлаб чиқилди. Натижада йирик ўзанлар туб ости рифелларининг параметрларини аниқлаш имконияти яратилди.

8. Стационар ва ностационар оқимларда оқизиклар транспортини аниқлаш учун ўтказилган экспериментал тадқиқод маълумотларининг таҳлили асосида ностационар (тўлқинли, тўлқин+оқим) оқимлар шароитларидаги туб ости оқизиклар солиштирма сарфининг ҳисоблаш методи такомиллаштирилди.

Ностационар оқимларнинг лойқа ва тиниқ шароитларидаги оқизиклар солиштирма сарфининг транспортини аниқлаш методлари ишлаб чиқилди. Стационар ва ностационар оқимларда оқизиклар транспортини аниқлашнинг имконияти яратилди.

9. Режимли боғланишлар асосида стационар ва ностационар (тўлқин; тўлқин+оқим) шароитларда ишлайдиган грунтли йирик очик каналлар кўндаланг кесими гидродинамик мустаҳкамлигини аниқлаш учун морфометрик боғланишлар таклиф этилди. Бу боғланишлар асосида стационар ва ностационар (тўлқин; тўлқин+оқим) шароитларда ишлайдиган грунтли йирик очик каналлар кўндаланг кесими гидродинамик мустаҳкамлигини ҳисоблаш методи такомиллаштирилди. Грунтли йирик очик каналлар кўндаланг кесими гидродинамик мустаҳкамлигини аниқлашнинг имконияти яратилди.

10. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида олинган боғланишлар умумлаштиришлар, стационар ва ностационар оқим шароитларида ишлайдиган грунтли йирик каналлардаги содир бўладиган деформацияларни прогнозлашнинг гидравлик усуллари ишлаб чиқиш имконияти таклиф этилди ва улар «Рекомендации по гидравлическому расчету земляных каналов в

условиях поступления и перемещения наносов» (2013г, Аму–Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем) ва «Рекомендации по расчету неразмывающих скоростей водного потока в каналах, пролегающих в несвязных, связных и связных засоленных грунтах» (2013г, Аму–Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем) номли янги илмий тавсияларга киритилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 27.06.2017.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭШЕВ СОБИР САМАТОВИЧ

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРУЕМЫХ КРУПНЫХ ВОДОТОКОВ
ПРИ СТАЦИОНАРНОСТИ И НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ТЕЧЕНИЙ**

05.09.07- Гидравлика и инженерная гидрология

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

ТАШКЕНТ-2018

Тема докторской диссертации (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2018.2DSc/199.

Докторская диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.tiame.uz) Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" по адресу www.ziynet.uz.

Научный консультант:

Арифжанов Айбек Мухаммеджанович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Махмудов Эрназар Жумаевич
доктор технических наук, профессор

Кантаржи Измаил Григорьевич
(Российская Федерация)
доктор технических наук, профессора

Маликов Зафар Маматкулович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Защита диссертации состоится «22» июня 2018г. 14⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.27.06.2017.Т.10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по адресу: 100000, г.Ташкент, ул. Кары Ниязий, 39, тел. (+99871)-237-19-61, 237-22-09, факс: 237-54-79, e-mail: admin@WWW.tiame.uz.

С докторской диссертацией (DSc) можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (регистрационный номер...). Адрес: 100000 г.Ташкент, Кары Ниязий, 39, тел. (+99871)-237-22-67.

Автореферат диссертации размещен на веб-странице www.tiame.uz 2018года.
(протокол рассылки № 61 от 14 июня 2018г.)



Т.З.Султонов
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

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

Э.Ж.Махмудов
заместитель председателя
научного семинара при научном совете по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Уменьшение влияния негативных воздействий речных наносов на водохозяйственных объектах являются одним из важных экологических задач комплексного использования водных ресурсов в мире. В связи с этим, разработка прогнозирование деформаций в больших открытых водотоках в условиях стационарности и нестационарности водного потока имеет особое значение. По этим направлениям в развитых странах, в том числе США, Нидерландах, Германии, Франции, России, Японии, Китае, Южной Кореи и в других странах уделено особое внимание на разработку эффективных методов проектирования крупных открытых водотоков, а также предотвращении возникающих деформаций и обеспечение их надежной эксплуатации.

Особое внимание в мире уделяется целенаправленным научно-исследовательским работам, посвященным разработке методов прогнозирования деформационных процессов, внедрение надёжных и эффективных технологий в открытых руслах. В этой связи, одной из основных задач является разработка новых методов и технологий повышения пропускной способности с уменьшением деформационных процессов крупных открытых водотоков при стационарности и нестационарности течений с учетом параметров ламинарного подслоя и ветрового волнения.

В настоящее время в республике ведутся обширные мероприятия, направленные на создание новых методов гидравлического расчета, изучению факторов, влияющих на совершенствование рекомендаций, обеспечивающих эффективную эксплуатацию открытых водотоков, а также определение условий их внедрения. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 гг. указано о «...дальнейшем развитии мелиоративных и ирригационных объектов для увеличения уровня национальной экономики»¹. В решении данных задач важное значение имеет проведение научно-исследовательских работ, направленных на разработку рациональных методов проектирования и эффективной эксплуатации в период дефицита водных ресурсов на основе учета факторов возникающих деформационных процессов в работе открытых водотоков.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан № 4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 года», постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3286 от 25 сентября 2017 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов» и № ПП-3405 от 27 ноября 2017 года «О государственной программе развития ирригации и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель на период 2018-2019 годы».

¹Постановление Президента Республики Узбекистан ПФ -4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации².

В настоящее время по изучению основных закономерностей деформации водотоков в стационарных и нестационарных потоках ведутся научно-исследовательские работы в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе в Environmental & Water Resources Institute (США), Technical University of Dresden (Германия), Delft university of technology (Нидерланды), Association of Theoretical and applied Hydrauliks (Франция), Port and Harbor Reserch Institute (Япония), The university of Queensland (Австралия), в Московском Государственном строительном университете (РФ), в Российском Государственном аграрном университете (РФ), в Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Узбекистан).

В результате проведенных исследований в мире по разработке методов расчета деформаций в открытых водотоках были получены ряд научных результатов, в том числе: разработана методика расчета транспорта донных и взвешенных наносов (Американское общество инженеров и строителей, США); разработана методика расчета донных образований в волновом потоке (Порт Харборский исследовательский институт, США); разработана методика расчета некоторых сложных задач русловой гидравлики (Международный институт инженеров гидравлики и окружающей среды, Нидерланды); разработана методика расчета начала движения частиц донных наносов (Технический университет, Берлин, Германия); разработана методика расчета устойчивости поперечных сечений каналов (Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Узбекистан).

В мире по созданию методов расчета деформаций открытых русел при стационарности и нестационарности течений, по ряду приоритетных направлений, проводятся научные исследования, в том числе: разработка методов расчета по моделированию эффективной длины разгона ветровых волн и начала трогания донных и взвешенных наносов с учетом неоднородности наносов; установления связи для определения параметра трения в открытых руслах; разработка методов расчета параметров донных отложений; разработка методов расчета по определению транспорта донных и взвешенных наносов; разработка методов гидравлического расчета каналов устойчивого сечения в земляных руслах; обоснование гидравлических параметров канала с учетом нестационарности потока и свойств грунта русла канала.

² Обзор по теме диссертации выполнен на основе зарубежных <https://www.usa.gov/federal-agencies/bureau-of-reclamation>; www.edf.fr; www.tudelft.nl; <https://www.usa.gov/federal-agencies/mississippi-river-commission>; <https://www.enpc.fr/en/laboratories-research-saint-venant-hydraulics>; <https://uiowa.edu>; <https://www.colorado.edu>; <https://www.tudelft.nl/.../hydraulic.../laboratory-fluid-mecha>; <https://tu-dresden.de>; www.ngma.su; worldcat.org/identities; <https://www.universityofcalifornia.edu>; и других источников.

Степень изученности проблемы. В настоящее время для определения неразмывающих скоростей водного потока в разных грунтах авторами (В.А.Великанов, В.Н.Гончаров, Г.И.Шамов, И.И.Леви, В.С.Кнороз, И.Е.Егиазаров, Ц.Е.Мирцхулава, А.В.Магомедова, А.М.Мухамедов, В.С.Боровков, Х.З.Ишанов, М.Р.Бакиев, А.М.Арифжанов, Ю.М.Умаров, О.Я.Гловацкий др.) получены эмпирические формулы. Эти формулы получены на основе предельного равновесия частиц, с введением ряда дополнительных параметров для учета различных факторов, влияющих на размыв грунта и значения эмпирических коэффициентов.

Экспериментальные исследования по условиям предельного равновесия впервые проведены А. Шильдсом. В результате дальнейшего использования подхода Шильдса целым рядом различных авторов (И.В.Егиазаров, К.В.Гришанин, В.С.Кнороз, Е.И.Масс, И.Г.Кантаржи, В.К.Дебольский др.) были получены зависимости соответствующие графику Шильдса и не отличающиеся в значительной степени друг от друга. Уделено достаточно большое внимание исследованию устойчивости сечений каналов. Благодаря разработкам целого ряда исследователей (Алтунин В.С., Абальянц С.Х., Мухамедов А.М., Рабковой Е.К., Ржаницын Н.А., Ибад-Заде Ю.А., Бакиева М.Р., Махмудов Э.Ж., Бозорова Д.Р. и др.) в этой области для условий стационарного режима получены зависимости, которые находятся в хорошем соответствии с лабораторными и натурными данными.

В настоящее время в Республике, несмотря на многочисленные исследования в крупных открытых земляных водотоках, вопрос достоверного расчёта возможных деформаций в период взаимодействия нестационарного потока с руслом не всегда учитывается. Поэтому воздействие нестационарного потока увеличивает деформационные процессы, и приводит к уменьшению пропускной способности водотока. Поэтому при проектировании крупных ирригационных систем применение надежной методики расчета прогнозирования деформаций крупных открытых водотоков имеет важное значение. В связи с этим, в настоящее время исследование этой задачи во многом зависит от учета различного рода характеризующих факторов.

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ 5/2013 Каршинского инженерно-экономического института по теме «Разработка по повышению эффективности решения научно-технических задач гидротехнических сооружений и насосных станций» (2013-2017), 15/2017 «Изучение процессов в гидротехнических сооружениях магистральных каналов, условие заиливания в верхних бьефах и разработка рекомендаций по их предотвращению (на примере Миришкорского канала», ҚХА-7-071 «Разработка эффективных конструктивных параметров регулирующих сооружений речных наносов» (2012-2014) и Атех-2018-6 «Разработка технологии оценки эрозионных и аккумулятивных процессов в руслах с использованием геоинформационных систем (ГИС)» (2018-2020г.г.).

Целью исследования является усовершенствование метода расчета процесса деформаций в крупных открытых земляных водотоках при стационарности и нестационарности течений.

Задачи исследования:

определение кинематической структуры и деформационных процессов крупных земляных водотоков при стационарности и нестационарности течений;

разработка гидравлических моделей расчета эффективной длины разгона в условиях ограниченности разгона ветровых волн, начала трогания наносов при слабом нестационарном течении и неоднородности наносов;

установление связей зависимости по определению параметра трения в условиях нестационарного водного потока;

усовершенствование методов расчета по определению неразмывающих скоростей в разных грунтах;

установление связей зависимостей по определению размеров донных отложений крупных открытых водотоков в условиях нестационарности потока;

получение модифицированных зависимостей для расчета транспорта донных наносов в нестационарном (волна; волна+течение) течении и разработка методов расчета транспорта наносов в условиях осветленного и мутного нестационарного потоков;

разработка методов расчета морфометрических характеристик динамически устойчивых сечений крупных земляных каналов работающих в условиях стационарности и нестационарности водного потока;

разработка рекомендаций по прогнозированию деформаций крупных водотоков в условиях стационарности и нестационарности потока и их применение на водохозяйственных объектах.

Объект исследований: в качестве объектов исследований принят Каршинский магистральный канал, канал «Миришкор» и Каракумский канал, а также открытый коллектор Д-2 Кашкадарьинской области.

Предмет исследований: стационарные и нестационарные водные потоки, неразмывающие скорости разных грунтов, начало трогания донных наносов и параметры донных отложений, а также формирование динамически устойчивого сечения в открытых земляных водотоках.

Методы исследований. В процессе исследований были использованы расчеты деформаций водотоков, системный анализ, статистическая обработка экспериментальных результатов, а также методы математического и гидравлического моделирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны гидравлические модели расчета эффективной длины разгона ветровых волн при ограниченном разгоне на основе дифференциального уравнения сохранения волнового действия, трансформации условий начала трогания в нестационарном медленном течении и фракций неоднородного грунта в нестационарном потоке;

установлена связь зависимостей по определению параметра трения в условиях нестационарного водного потока, на основе обобщения результатов существующих исследований;

усовершенствованы методы расчета для определения неразмывающих скоростей водного потока в каналах пролегающих в разных грунтах при стационарности потока на основе условий предельного состояния устойчивости частиц грунта;

усовершенствованы методы определения размеров параметра донных отложений в открытых водотоках при нестационарности водного потока на основе гипотезы о пропорциональности параметров донных рифелей волнового генезиса толщине турбулентного пограничного слоя;

усовершенствованы методы расчета транспорта донных наносов в нестационарном (волна; волна+течение) течении на основе зависимости Ван-Рейна дающие надежные результаты расчета;

усовершенствованы методы расчета морфометрических характеристик динамически устойчивых русел больших земляных каналов, работающих в условиях стационарности и нестационарности водного потока на основе уравнения устойчивости сечений С.Х.Абальянца;

разработаны научно-обоснованные рекомендации по прогнозированию деформаций крупных земляных водотоков в условиях стационарности и нестационарности потока.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

разработаны гидравлические модели расчета эффективной длины разгона ветровых волн при ограниченном разгоне на основе дифференциального уравнения сохранения волнового действия, трансформации условий начала трогания в нестационарном медленном течении и фракций неоднородного грунта в нестационарном потоке;

установлена связь зависимостей по определению параметра трения в условиях нестационарного водного потока,

усовершенствованы методы расчета для определения неразмывающих скоростей в каналах, пролегающих в разных грунтах при стационарности потока.

усовершенствованы методы определения размеров параметра донных отложений в открытых водотоках при нестационарности водного потока.

разработаны методы расчета транспорта донных наносов, в условиях осветленного и мутного нестационарного потока;

усовершенствованы методы расчета морфометрических характеристик динамически устойчивых русел больших земляных каналов, работающих в условиях стационарности и нестационарности водного потока;

разработаны новые методы расчетов и оценки надежности по прогнозированию процессов деформаций крупных земляных водотоков в условиях стационарности и нестационарности потока.

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается использованием общих законов физики и апробированных математических способов; проверкой адекватности

предложенных методов расчета деформаций полученными данными в лабораторных и натуральных условиях; сопоставлением расчетных данных с измеренными данными автора, а также привлечением данных других исследователей.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в совершенствовании разработки методов расчета неразмывающихся скоростей водного потока в разных грунтах, ширины и глубины водного потока в гидродинамических устойчивых сечениях, коэффициента (учитывающий донные отложения) Шези и гидродинамической устойчивости поперечных сечений в условиях стационарного потока, а также совершенствовании гидравлической модели расчета эффективной длины разгона, трансформации условий начала трогания фракций неоднородного грунта, параметра трения, транспорта донных наносов, морфометрических характеристик динамически устойчивых русел больших земляных каналов в условиях нестационарного потока.

Практическая значимость результатов исследований заключается в достижении экономической эффективности за счет уменьшения возникающих деформаций, повышения пропускной и транспортирующей способности потока, в достижении сокращения строительных и эксплуатационных расходов за счет учета мутности, нестационарности потока, неоднородности грунтов, а также других факторов обеспечения гидравлической эффективности и эксплуатационной надёжности открытых водотоков в земляном русле.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследований усовершенствованные методы расчета прогнозирования деформаций больших водотоков внедрены при стационарности и нестационарности течений:

внедрены результаты методов расчета процесса деформаций водотоков в канале «Миришкор» Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве сельского и водного хозяйства Узбекистана (Справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-224 от 11.04.2018 года). В результате создана возможность повышения пропускной способности оросительных каналов в земляном русле на 4-7 %;

внедрены результаты методов расчета процесса деформаций водотоков в Каршинском магистральном канале Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве сельского и водного хозяйства Узбекистана. (Справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-224 от 11.04.2018 года). В результате создана возможность повышения пропускной способности оросительных каналов в земляном русле на 5-8 %;

внедрены результаты методов расчета по определению неразмывающихся скоростей в открытом коллекторе Д-2 Каршинского района Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве сельского и водного хозяйства Узбекистана (Справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-224 от 11.04.2018 года). В

результате создана возможность повышения пропускной способности оросительных каналов в земляном русле на 6-9 %;

внедрены результаты при проектировании каналов в связных засоленных грунтах Сырдарьинской и Джизакской областях в проектах института АО «Гидропроект» и при расчетах деформаций русел подводящих и отводящих каналов Шурбулакского водохранилища в проекте АО «УзГИП» при Министерстве сельского и водного хозяйства Узбекистана (Справка Министерства сельского и водного хозяйства №02/30-224 от 11.04.2018 года). В результате проектных работ создана возможность уменьшения деформационных процессов и повышения эксплуатационной эффективности на 22%.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования апробированы на 3 международных и 14 республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 58 научных работ. Из них 2 монографии, 1 патент, 16 научных статей, в том числе 14 в республиканских, 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 198 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована необходимость и важность проведенных исследований в Узбекистане и мире, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследований, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, раскрыты научная новизна и практические результаты исследований. Приведены теоретическая и практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертационной работы **«Анализ изученности проблемы деформаций больших водотоков в стационарных и нестационарных условиях водного потока»** приводится аналитический анализ теоретических и практических работ ученых по исследованию общих деформаций открытых водотоков.

В настоящее время при моделировании устойчивости на размыв используется два подхода: методы неразмывающих скоростей и метод влекущей (тангенциальных напряжений или донные динамические скорости) силы. Экспериментальные исследования предельной влекущей силы потока впервые были проведены Шильдсом. Он связывает критическое состояние частицы наносов данного диаметра с безразмерным коэффициентом относительного

воздействия. В дальнейшем усовершенствованные модели авторами этого метода нашли своё отражение в нескольких работах.

В качестве результатов этих исследований задач русловой гидравлики открытых водотоков является транспорт донных и взвешенных наносов. К этому можно отнести научные исследования М.А.Великанова, Т.Г.Войнич-Сяножецкого, В.Н.Гончарова, К.В.Гришина, В.К.Дебольского, Г.В.Железнякова, Н.С.Знаменской, И.Ф.Карасева, И.И.Леви, Е.И.Масса, А.В.Магомедовой, М.А.Михалева, Б.В.Снищенко, М.Р.Бакиева, В.С.Боровко, А.М.Арифжанова, О.Я.Гловацкого, R.A.Bagnold, L.C. Van-Rijn, R.A. Englund, Ackers-White, M.S. Yalin.

Как выше изложено, несмотря на имеющийся существующий ряд разработок в этом направлении возникает необходимость усовершенствования метода расчетов с учетом ряда факторов характеризующих процесс деформаций.

На основе выше приведенным анализам отмечены цель и задачи исследований.

Во второй главе «**Теоретическое обоснование процесса деформаций в открытых водотоках в условиях стационарности и нестационарности потока**» приводятся теоретические результаты исследований вопросов кинематики нестационарных течений и влияние их деформаций крупных водотоков.

Уравнению сохранения волнового действия можно записать применительно к крупным водотокам в виде:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \bar{r} \frac{\partial N}{\partial \bar{r}} + \bar{k} \frac{\partial N}{\partial \bar{k}} = Q_{ucm}, \quad (1)$$

где:

$$N(\bar{r}, \bar{k}, t) = S(\bar{r}, \bar{k}, t) / \omega_r, \quad (2)$$

- спектральная плотность волнового действия, $S(\bar{r}, \bar{k}, t)$ - пространственный амплитудный спектр волн; ω_r - частота, соответствующая спектральной компоненте $\bar{k}(k_x, k_y)$ в точке $\bar{r}(x, y)$ в момент времени t в системе отсчета, движущейся со скоростью течения $\bar{u}(\bar{r}, t)$.

В одномерном случае уравнение (1) упрощается следующим образом:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial x}{\partial t} \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{\partial k}{\partial t} \frac{\partial N}{\partial k} = Q_{ucm} \quad (3)$$

Характеристики уравнения (2-3):

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \frac{\partial \omega}{\partial k} = C_{ga}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial k}{\partial t} = \frac{\partial \omega}{\partial x} = 0$$

где C_{ga} - абсолютная групповая скорость, $C_{ga} = C_{gr} + u$. В соответствии с (3) и (4) условие на характеристиках имеет вид:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + C_{ga} \frac{\partial N}{\partial x} = Q_{ucm} \quad (5)$$

В установившемся режиме, при достижении достаточного времени волновое действие перестает зависеть от времени, а является только функцией разбега. При этом, уравнение (5) принимает совсем простой вид:

$$C_{ga} \frac{\partial N}{\partial x} = Q_{ucm}. \quad (6)$$

Следовательно, используя метод характеристик и разделяя в уравнении (6) переменные, можно решение уравнения (3) записать в следующем неявном виде:

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{Q_{ucm}} = \int_{x_0}^x \frac{dx}{C_{ga}}, \quad (7)$$

Из (7) следует, что следующее преобразование координаты (при $x_0=0$) имеет вид

$$\frac{x}{C_{ga}} = \frac{X}{C_{g0}} \text{ или } \frac{X}{x} = \frac{C_{g0}}{C_{ga}}, \quad (8)$$

где X - эффективная длина разгона; $C_{g0}(x)$ - групповая скорость на неподвижной воде, дает на расстоянии разбега x на течении величину волнового действия $N(x)$, равную $N_0(X)$ - величине волнового действия на длину разбега X на неподвижной воде.

Таким образом, соотношение (8) определяет эффективную длину разгона для ветровых волн на течении.

Разработанная модель подтверждена натурными измерениями, выполненными на Каракумском канале, а также данными измерений САНИИРИ на нескольких Центрально-Азиатских каналах.

В работе рассматривается процесс начало движения донных наносов при совместном действии ветровых волн и течений.

Двухмерная граничная задача для концентрации взвешенных наносов по глубине потока $c(z,t)$ для волн на слабом течении формулируется следующим образом:

$$\frac{\partial c}{\partial t} - w \frac{\partial c}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial z} \left(\varepsilon \frac{\partial c}{\partial z} \right) = 0, \quad (9)$$

$$-\varepsilon \frac{\partial c}{\partial z} = p(t), \quad z = 0, \quad (10)$$

$$c \rightarrow 0, \quad z \rightarrow \infty,$$

$$c(z, t+T) = c(z, t), \quad (11)$$

где z - вертикальная координата, вертикальная ось направлена вверх от уровня дна; t - время; T - период волн; w - гидравлическая крупность частиц; ε - коэффициент диффузии частиц; $p(t)$ - «pickup» функция. В такой постановке граничное условие на придонной границе z_0 представляется:

$$c(z_0, t) = c_0(t) \quad (12)$$

и задается функцией $p(t)$.

Параметризация функции $p(t)$ предлагается в следующем виде:

$$p(t) = \left[1 + \left(\frac{\pi/6}{|\theta(t) - \theta_{cr}|} \right)^4 \right]^{-1/4}, \quad (13)$$

где $|\theta|, \theta_{cr}$ - амплитуда числа Шильдса и его значение, соответствующее началу взвешивания наносов, соответственно. Традиционное определение числа Шильдса для однонаправленного потока:

$$\theta = \frac{u_*^2}{(S-1)gd}, \quad (14)$$

где u_* - динамическая скорость; $S = \rho_s / \rho$; ρ_s, ρ - плотность материала наносов и воды, соответственно; g - ускорение силы тяжести; d - диаметр частиц наносов. В (13) предполагается, что динамическая скорость зависит от фазы волны, соответственно параметр Шильдса также становится функцией фазы волны или времени.

На основе выше приведенных рассмотрим определение придонного касательного напряжения для волн на слабом течении.

Скорость донного трения для течения, u_{*c} определяется через безразмерный коэффициент Шези (C_h) следующим образом:

$$u_{*c}^2 = \left(\frac{U_c}{C_h} \right)^2, \quad (15)$$

где u_c - средняя по глубине скорость течения.

Для волновых синусоидальных компонентов динамическая скорость определяется следующим образом:

$$u_{*w}^2 = \frac{\xi_w}{2} \left[u_b \sin \left(\frac{2\pi t}{T} \right) \right]^2, \quad (16)$$

где ξ_w - волновой коэффициент трения; u_c - амплитуда относительной волновой скорости на верхней границе придонного пограничного слоя; t - время; T - период волн.

Для волн, распространяющихся на течении под углом α к направлению течения, квадрат суммарной скорости определяется как векторная сумма скоростей течения и волн:

$$u_{wc}^2(t) = \left(u_c + u_b \sin \frac{2\pi t}{T} \cos \alpha \right)^2 + \left(u_b \sin \frac{2\pi t}{T} \sin \alpha \right)^2 \quad (17)$$

В частности, для попутных волн и течения $\alpha=0$ и (2.17) переписывается в виде:

$$u_{wc}^2(t) = u_c^2 + 2u_c u_b \sin \frac{2\pi t}{T} + \left(u_b \sin \frac{2\pi t}{T} \right)^2 \quad (18)$$

Применение в (18) коэффициентов трения, относящихся отдельно к однонаправленному течению - (15) и к волновому потоку - (16), позволяет получить выражение для зависящей от времени динамической скорости под волнами на течении. Эта динамическая скорость представляется, таким образом, как:

$$u_{*wc}^2(t) = \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2 + \sqrt{2\xi_w} \frac{u_c}{C_h} u_b \sin \frac{2\pi t}{T} + \frac{\xi_w}{2} u_b^2 \sin^2 \frac{2\pi t}{T} \quad (19)$$

Вычисляя из (19) среднее за волновой период придонное касательное напряжение, получаем:

$$\tau_{*wc} = \rho u_{*wc}^2 = \rho \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2 + \rho \frac{\xi_w}{2} \frac{u_b^2}{2} \quad (20)$$

Выражение (20) для эффективного придонного касательного напряжения сравнивалось с результатами экспериментов по началу взвешивания наносов под волнами и течением. В результате таких сравнений была установлена необходимость введения эмпирического коэффициента W_{wc} , оценивающего роль волновой части суммарной динамической скорости, в виде:

$$u_{*wc}^2 = \left(\frac{u_c}{C_h} \right)^2 + W_{wc}^2 \frac{\xi_w}{2} \frac{u_b^2}{2} \quad (21)$$

Значение эмпирического коэффициента W_{wc} определяется на основе экспериментальных исследований.

По результатам опытов для начала трогания наносов была получена рекомендация в диапазоне опытов $5,75 \leq d_* \leq 104,20$:

$$W_{wc}^2 = 0,65 \operatorname{th}(0,0392d_*) + 0,06 \quad (22)$$

Неоднородность донных наносов в русле существенно влияет на характеристики переноса наносов. По сравнению с расчетом для однородных наносов перенос неоднородных донных наносов волнами и течением может быть существенно больше, а неоднородных взвешенных существенно меньше.

В этой работе развивается подход Шильдса, основанной на трансформации классической критической кривой Шильдса для однородных наносов (рис.1. кривая 1).

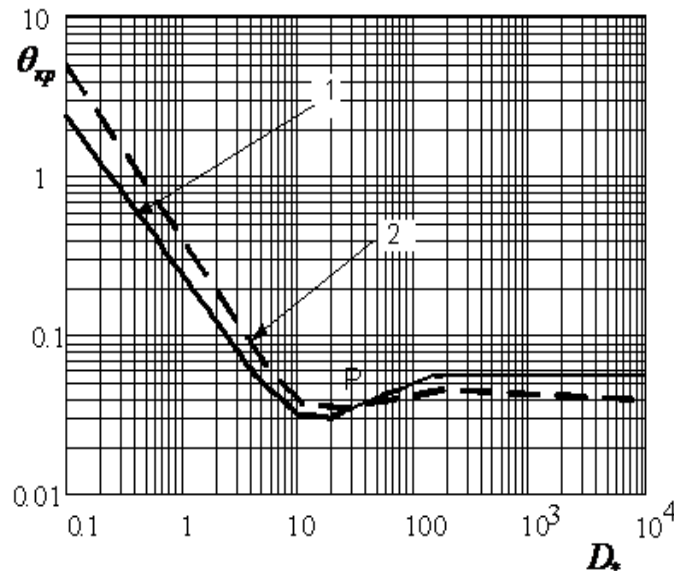


Рис.1. Графики начала движения наносов: 1 – Кривая Шильдса для однородных наносов; 2 – кривая Шильдса для неоднородных наносов

В смеси фракций значение параметра Шильдса в пороговых условиях для каждой отдельной фракции имеет вид:

$$\theta_{критi} = \tau_{критi} / (\gamma_s - \gamma) D_i, \quad (23)$$

где $\tau_{критi}$ - критическое напряжение для i -й фракции в смеси.

Параметр Шильдса для i -й фракции в неоднородной смеси $\theta_{крmi}$ можно представить как произведение параметра Шильдса для однородных наносов того же размера частиц на коэффициент неоднородности $\varepsilon_{крi}$:

$$\theta_{крmi} = \varepsilon_{крi} \cdot \theta_{крi}. \quad (24)$$

Пороговые условия в смеси наносов также могут быть представлены в графике $\theta_{кр} - D_*$ - трансформированной кривой Шильдса (рис.1, кривая 2), которая пересекается с кривой Шильдса для однородных наносов (рис.1, кривая 1) в точке $P \equiv (D_{*U}, \theta_{крU}) \equiv (D_{*U}, \theta_{крmU})$, как показано на рис.1.

Степень трансформации кривой Шильдса для неоднородных наносов от кривой Шильдса для однородных наносов зависит от степени неоднородности смеси наносов.

В результате проведенных экспериментальных исследований предлагается следующая зависимость учитывающая неоднородность содержания потоков:

$$\varepsilon_i = \frac{\theta_{крmi}}{\theta_{крi}} \left(\frac{D_{*i}}{D_{*U}} \right)^{-b}, \quad (25)$$

где b - показатель степени, учитывающий неоднородности i - фракций.

Обобщаются существующие данные с целью получения зависимости для расчёта параметра трения в волновых потоках.

В нестационарном случае, когда движение имеет колебательный (осциллирующий) характер, и необходим учёт возникающих при больших числах Рейнольдса турбулентных пульсаций, можно написать следующие уравнения:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} v_* \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (26)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (27)$$

Граничные условия:

$$u = w = 0 \text{ при } z = z_0; \quad u = v(x, t) \text{ при } z = z_0 + \delta, \quad (28)$$

где v_* - кинематический коэффициент турбулентной вязкости; $z_0 = \kappa / 30$ уровень нулевых скоростей; κ - высота эквивалентной шероховатости по Никурадзе; δ - толщина пограничного подслоя.

$v(x, t)$ скорость невязкого внешнего течения, связанная с давлением в пограничном слое определяется соотношением:

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} \quad (29)$$

Объединяя (26) и (29) получаем основную систему уравнений, описывающую движение в нестационарном пограничном турбулентном слое:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} v_* \frac{\partial u}{\partial z}, \quad (30)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (31)$$

В большинстве случаев, учитывая незначительные вертикальные размеры пограничного слоя и малую роль вблизи дна нелинейных членов, система (30)-(31) приводится к виду:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} v_* \frac{\partial u}{\partial z} \quad (32)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (33)$$

На основе начальных и предельных условий (32) максимальная динамическая скорость волнового течения определяется следующей зависимостью:

$$u_{*b} = 0,02 \sqrt{\xi u_b^2}; \quad (34)$$

u_b - орбитальная скорость волнового потока определяется по формуле

$$u_b = h_b \pi / \tau \cdot sh(2\pi h_{cp} / \lambda). \quad (35)$$

С привлечением полученных данных исследований Е.И.Масса, И.Г.Кантаржи, И.К.Никитина и др. построена зависимость $\xi = f(\alpha / \kappa)$, представленная на рис.2, которая выгодно на наш взгляд, отличается от полученных ранее аналитических связей. Здесь

$$\xi = 2u_{*b}^2 / u_b^2; \quad (36)$$

$$\alpha = u_b / \omega; \quad \omega = 2\pi / \tau; \quad \kappa = 2,5d_{cp}.$$

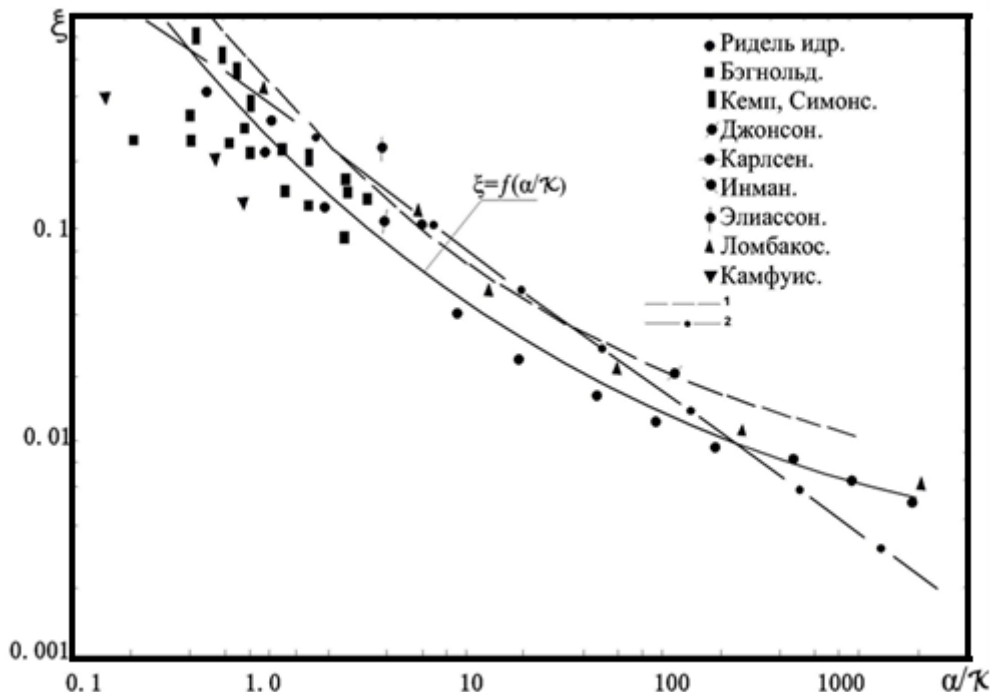


Рис.2. График связи $\xi = f(\alpha / \kappa)$. 1 – связь Jonsson J.O., 2 – связь Kajiura .

Для этого использовались результаты лабораторных исследований Е.И.Масса. В качестве основы анализа была принята зависимость связи Шильдса

$$\theta'_{кр} = f(D) \quad (37)$$

Здесь

$$\theta'_{кр} = u_{*b}^2 / (S-1)gd_{cp}; \quad (38)$$

$D_* = D[(s-1)g/v^2]^{1/3}$; u_{*b} - максимальная динамическая скорость в волновом потоке рассчитывается по зависимости (38) полученным автором.

В результате проведенного анализа построена $\theta = f(D_*)$ кривая (рис.3) подобная кривой Шильдса для определения начала движения донных наносов в условиях волнового потока.

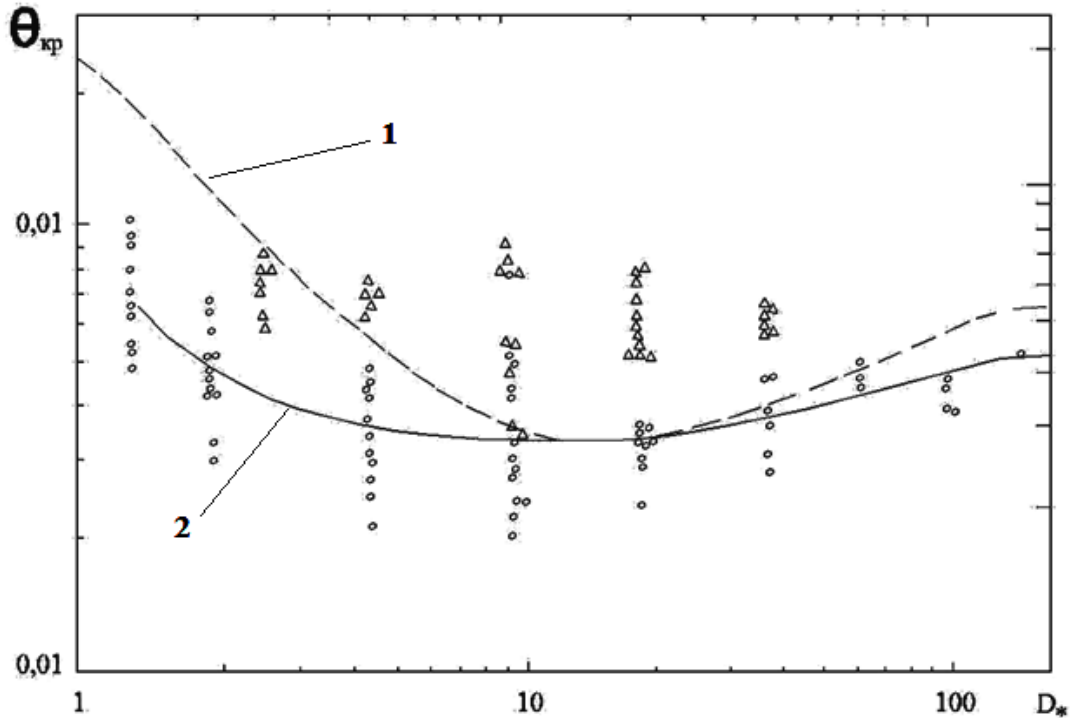


Рис.3. График зависимости $Q = fct(D_*)$ начала трогания наносов стационарного (1-линия) и нестационарного (2-линия) движения

Сравнение полученной кривой с кривой Шильдса показывает (рис.3), что в общем случае в волновом потоке начало движения донных наносов наступает при меньших тангенциальных напряжениях, чем в однонаправленном потоке.

В третьей главе «Исследование деформационных процессов больших земляных водотоков» приводится описание лабораторных установок, методика проведения и обработка экспериментальных исследований.

Лабораторные эксперименты проводились в лабораториях «Методов гидравлических исследований» Центрального научно-исследовательского института транспортного строительства РФ (ЦНИИС) и Каршинского инженерно-экономического института.

Экспериментальные исследования проводились с целью изучения следующих проблем: установления неразмывающих скоростей потока в различных (несвязных, связных и засоленных) грунтах; установления начала трогания донных наносов, определение расхода транспорта наносов и размеров рифелей донных отложений; исследование деформаций дна и откосов каналов

при стационарных и нестационарных условиях водного потока. Периоды волн в опытах изменялись от 0,67 с до 1,12 с.

Экспериментальные исследования по установлению неразмывающих скоростей водного потока проводились на модели трапециевидального канала. На откосах и на дне канала были устроены гнезда для металлических кассет и в центральной части дна канала. В кассетах укладывались исследуемые грунты. На этой модели проводились экспериментальные исследования для установления неразмывающих скоростей водного потока в несвязных, связных и засоленных грунтах.

Приготовление грунтов к экспериментальным исследованиям воспроизводилось по методам Ц.Е.Мирцхулавы, которые приняты в качестве нормативного порядка этого направления.

До и после каждого опыта, устанавливались физико-механические показатели исследуемых грунтов.

Исследование процесса деформаций были сопоставлены с натурными данными исследований Каршинского магистрального канала, Каракумского канала, канала «Миришкор» и открытого коллектора Д-2 пролегающего в Каршинском районе дали положительные результаты.

В четвертой главе **«Исследование деформационных процессов больших земляных каналов в условиях стационарности водного потока»** представлены результаты проведенных экспериментальных исследований по оценке влияния стационарных течений на расчет деформаций земляных каналов.

Пользуясь существующими методами произведены экспериментальные исследования по определению неразмывающих скоростей стационарного потока для несвязных, связных и засоленных грунтов.

Получены следующие расчетные формулы для определения неразмывающих скоростей водного потока дна и откосов канала:

В несвязных грунтах

$$g_n = \left(\lg \frac{8,8h}{d_{cp}} \right) \sqrt{\frac{2m_1}{0,44 \cdot \eta \rho n_1} [g(\rho_s - \rho)d_{cp} + 2C_{y1}^H K_1]}; \quad (39)$$

В связных грунтах

$$g_H = \left(\lg \frac{8 \cdot 8h}{d} \right) \sqrt{\frac{2m_2}{2,6 \rho n_1} [g(\rho_s - \rho)d + 1,25 \cdot \phi C_{y2}^H K_2]}. \quad (40)$$

По исследованиям обосновано, что для несвязного грунта значение коэффициента η для дна $\eta = 1,41$ и для откоса $\eta = 1,52$, а для связных грунтов значение коэффициента ϕ для дна $\phi = 2,6$ и для откоса $\phi = 2,7$.

При прохождении водного потока над засоленными грунтами, соли выщелачиваются и их части уносятся водным потоком. При этом связь между агрегатами грунтов разрушается и начинается процесс размыва раньше, чем у незасоленного грунта.

Проведенными исследованиями усовершенствованы существующие методы расчета по определению неразмывающих скоростей водного потока в засоленных грунтах.

В результате зависимости определения неразмывающих скоростей водного потока в связных грунтах напишем для засоленного грунта в следующем виде:

$$g_H = \left(\lg \frac{8 \cdot 8h}{d} \right) \sqrt{\frac{2m_2}{2,6\rho n_1} [g(\rho_s - \rho)d + \psi C_{y2}^H K_2]}, \quad (41)$$

где ψ - параметр зависящий от засоленности грунта, который принимается по зависимости $\psi = f(\zeta)$ (рис.4).

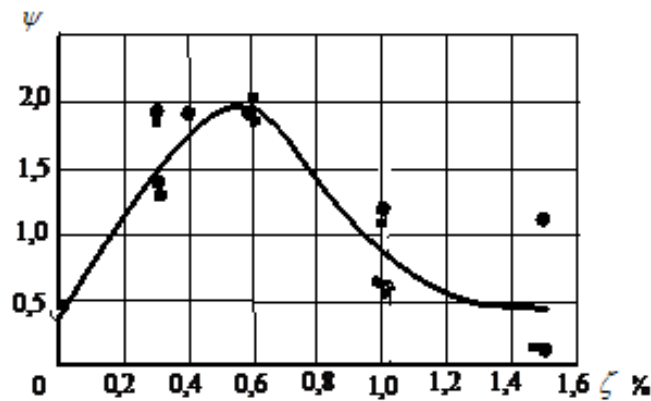


Рис.4. График зависимости $\psi = f(\zeta)$

Сопоставление результатов проведенных экспериментальных исследований по неразмывающим скоростям в разных (несвязанных, связанных и засоленных) грунтах с вычисленными значениями, предлагаемыми модифицированными зависимостями дают достоверные результаты. Значение расчетных и экспериментальных значений показали погрешность 7-8% .

На основе полученных результатов и из анализа существующих режимных зависимостей построены (рис.5-6) графики зависимостей $Q = f(B/d_{cp})$ и $Q = f(h_{cp}/d_{cp})$.

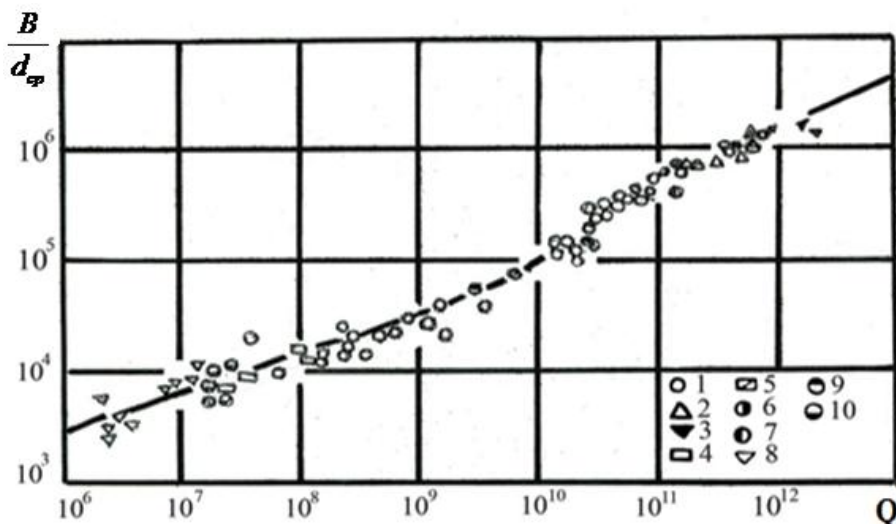


Рис.5. Сопоставления измеренных и вычисленных по (42) значений относительной ширины русла:

1-индопакистанские каналы; 2-Каракумский канал; 3-Волго-Каспийский канал; 4,8,10-лабораторные данные; 5-Амударья; 6-Таш-Сака; 7-Кыз-Кеткен; 9-реки Белоруссии.

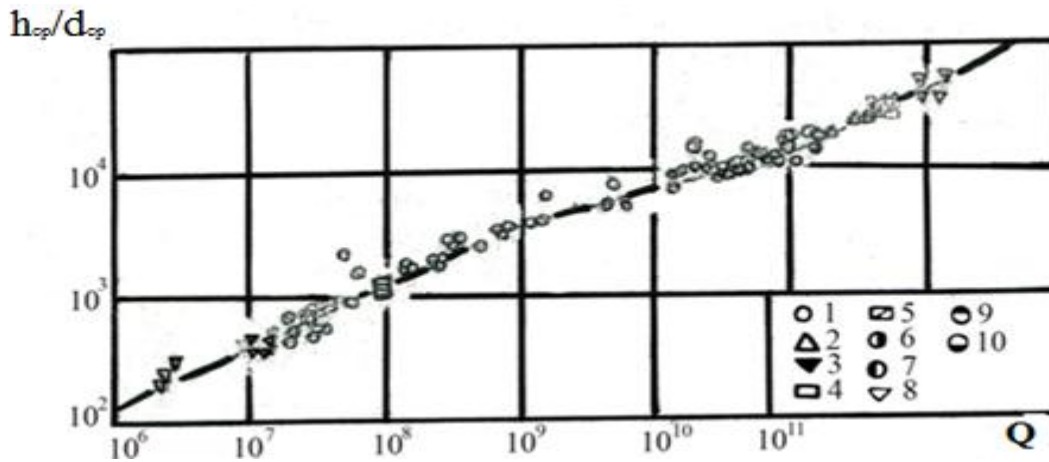


Рис. 6. Сопоставление измеренных и вычисленных по (43) значений относительной средней глубины русла:

1-индопакистанские каналы; 2-Каракумский канал; 3-Волго-Каспийский канал; 4,8,10-лабораторные данные; 5-Амударья; 6-Таш-Сака; 7-Кыз-Кеткен; 9-реки Белоруссии.

На основе графика $Q = f(B/d_{cp})$ предложены следующие зависимости для расчёта ширины по верху динамически устойчивого русла, работающего в условиях стационарности потока:

$$\begin{aligned}
 B &= 7,76 d_{cp} Q^{0,440} && \text{при } Q' \geq 10^{11}; \\
 B &= 0,0023 d_{cp} Q^{0,760} && \text{при } 10^{10} \leq Q' < 10^{11}; \\
 B &= 0,30 d_{cp} Q^{0,550} && \text{при } 10^9 \leq Q' < 10^{10}; \\
 B &= 88 d_{cp} Q^{0,275} && \text{при } Q' < 10^9.
 \end{aligned} \tag{42}$$

А также на основе графика $Q = f(h_{yp}/d_{yp})$ средние глубины динамически устойчивого русла, работающего в условиях стационарности потока:

$$\begin{aligned}
 h_{cp} &= 0,04 d_{cp} Q^{0,503} && \text{при } Q' < 10^{11}; \\
 h_{cp} &= 10,4 d_{cp} Q^{0,281} && \text{при } 10^9 \leq Q' < 10^{11}; \\
 h_{cp} &= 0,19 d_{cp} Q^{0,475} && \text{при } Q' < 10^9.
 \end{aligned} \tag{43}$$

Здесь

$$Q' = \frac{Q}{d_{cp}^2 \sqrt{g d_{cp} (S-1)}} \tag{44}$$

В результате использования теории малых возмущений на базе основных современных представлений о формировании придонного пограничного вихревого слоя получена аналитическая зависимость для расчёта коэффициента Шези в русловом потоке при наличии на его дне донных гряд:

$$C = C' \left(1 + 178 \frac{h_{cp}^2}{L_{cp} \sqrt{L_{cp} h_{cp}}} \right)^{-1/2} \tag{45}$$

где C' —коэффициент Шези зернистой шероховатости, определяемой по формуле

$$\frac{C'}{\sqrt{g}} = 2,5 \ln \frac{4 h_{cp}}{d_{cp}}. \tag{46}$$

Здесь h_{cp} и L_{cp} —высота и длина русловых микроформ.

А также в этой работе рассмотрен вопрос динамической устойчивости поперечных сечений водотоков, на основе следующего уравнения:

$$\left(\frac{h}{h_m}\right)^{2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{(dh/dy)^2}{tg^2\varphi_0}} \quad (47)$$

где α – показатель степени в степенной формуле показывает изменения скорости от максимума к стенке. Автором приводится решение в табличном виде (47) при $\alpha=0,25$, соответствующее наиболее реальному распределению скоростей течений при рифельном строении дна.

Для этого в (47) вводится вместо угла естественного откоса (φ_0) его уменьшенное значение:

$$\varphi_g = \frac{\varphi_0}{1,65} \quad (48)$$

где φ_g и φ_0 – углы внутреннего трения грунта при динамической и статической устойчивостях.

На основе проведенных исследований предложена зависимость для расчета поперечного профиля дна динамически устойчивого канала, пропускающего заданное количество воды и наносов:

$$\frac{h}{H_m} = 1 - \left(1 - \frac{3h_{cp}}{B} \frac{y}{H_m}\right)^2, \quad (49)$$

где B и h_{cp} определяются по изложенным ранее зависимостям (42-43), а выражение для расчёта максимальной глубины канала определяется по зависимости

$$H_m = 1,5h_{yp}. \quad (50)$$

Проверка зависимости (50) для лабораторных и натуральных условий дают положительные результаты. При этом погрешность вычисленных и измеренных значений составляет 5...10%.

В пятой главе диссертации **«Прогнозирование ожидаемых деформационных процессов больших земляных водотоков в условиях нестационарности водного потока»** приводятся результаты исследований и полученные расчетные зависимости транспорта наносов, параметра донных рифелей и устойчивости поперечных сечений каналов.

Введем предположение о пропорциональности длины и высоты донных рифелей волнового генезиса в толщине турбулентного нестационарного пограничного слоя. Это предположение связывается с установленным фактом высокой степени корреляции между размерами русловых гряд и глубиной потока (при однонаправленности течения в русле).

В качестве исходного выражения для толщины нестационарного турбулентного пограничного слоя была выбрана зависимость Джонсона:

$$\delta = 0,23 \frac{u_{*m}}{\omega}, \quad (51)$$

где δ – толщина нестационарного турбулентного пограничного слоя.

Анализируются полученные результаты экспериментальных исследований трансформации в русловом потоке донных форм под действием нестационарного (течение + волна) потока. Из экспериментов установлено, что под действием поверхностных волн наблюдается увеличение Δ высоты и L длины русловых форм в зависимости, соответственно, от высоты и длины поверхностных волн. На этой основе предложена эмпирическая зависимость для расчета трансформации донных образований под действием ветрового волнения в виде:

$$L_b = L(1 + 0,18\lambda / h_{cp}), \quad (52)$$

$$\Delta_b = \Delta(1 + 10h_b / h_{cp}), \quad (53)$$

где L, Δ, L_b, Δ_b - длина и высота донных волн, соответственно, в русловом потоке и при наложении на него поверхностных волн; h_0 - средняя глубина потока.

Разработаны методы расчета транспорта донных наносов на анализе данных лабораторных исследований и анализа современных представлений о транспортирующей способности стационарных и нестационарных потоков в больших земляных каналах. При модификации энергетических формул для расхода наносов была использована зависимость Ван-Райна.

Расход удельных наносов (q_s) в стационарном потоке определяется по следующей зависимости :

$$Q = aB[(S-1)g]^{0,5} d_{cp}^{1,5} [(u_{*0}^2 - u_{*kp}^2) / u_{*kp}^2]^{2,1} / D_*^{0,3}, \quad (54)$$

где d_{cp} - средний диаметр донных наносов; u_{*0}, u_{*kp} - соответственно динамические скорости руслового потока и начала движения донных наносов; g - ускорение свободного падения; S - относительная плотность донного грунта.

Для расчета удельных наносов в условиях волнового потока зависимости (54) можно написать в следующем виде:

$$Q = aB[gd_{cp}(S-1)]^{0,5} d_{cp} D_*^{-0,3} (u_{*ekv}^2 / u_{*kp}^2)^{2,1}, \quad (55)$$

где a - некоторый эмпирический коэффициент равный $a = 0,053$; u_{*kp}^2 - критическая динамическая скорость начала движения донных наносов в волновом потоке, которая определяется в соответствии с ранее предложенной зависимостью:

$$u_{*kp}^2 = gd_{cp}(S-1)\theta'_{kp} \quad (56)$$

Для получения выражения u_{*ekv} использовались экспериментальные данные В.И.Виноградовой и др., полученные в волновом лотке с песчаным ложем ($d = 0,67$ мм) при максимальных придонных скоростях, превышающих неразмывающие значения. Это обеспечило возникновение в «чисто» волновом потоке однонаправленного транспорта донных наносов, который осуществлялся в виде движения донных рифелей. В результате проведенного анализа получено выражение для эквивалентной динамической скорости:

$$\left. \begin{aligned} u_{*ekv}^2 &= 0,068u_{*kp}^2 & \text{при } u_{*p}^2 &\geq 2u_{*kp}^2 \\ u_{*ekv}^2 &= 0,568u_{*p}^2 - u_{*kp}^2 & \text{при } u_{*p}^2 &\leq 2u_{*kp}^2 \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

Для расчета транспорта донных наносов при наложении волн на течение зависимость (54) была приведена к виду:

$$Q = aB\rho_s [(S-1)d_{cp}g]^{0,5} d_{cp}D_*^{-0,3} \left[(u_{*0}^2 / u_{*kp}^2) - (u_{*экг}^2 / u_{*kp}^2) \right]^{2,1} \quad (58)$$

Таким образом, проведенный в работе анализ позволил предложить расчет донных наносов при нестационарном (волна + течение) течении по формулам (55) и (58). Только здесь принимаются коэффициенты для осветленных потоков $a = 0,0002$ и для мутного потока $a = 0,053$.

Для количественного учета процесса выполаживания береговых откосов под действием ветровых волн в уравнение (47) вводится новая величина угла естественного откоса, которая может быть записана с учетом размерности в виде:

$$\varphi_b = \left[tg^2\varphi_g - ku_{*m}^2 / (vg)^{2/3} \right]^{0,5}, \quad (59)$$

где u_{*m} - амплитуда удельных тангенциальных напряжений, возникающих на дне руслового потока под действием ветровых волн.

Предварительно проинтегрируем уравнение (47) при $\alpha = 0,25$ и граничном условии $h = 0$ при $y = 0$. После несложных операций имеем:

$$h = h_{mb} \left[1 - \left(1 - \frac{\varphi_b}{2h_{mb}} y \right)^2 \right], \quad (60)$$

где h_{mb} - максимальная глубина канала при наложении волн на стоковое течение.

Решая (60) относительно искомого коэффициента k , получим:

$$k = \frac{(vg)^{2/3}}{U_{gm}} \left[tg^2\varphi_g - \frac{4h_{mb}^2}{y^2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{h}{h_{mb}}} \right)^2 \right]. \quad (61)$$

Коэффициент $k = 0,27$ уточнялся экспериментальным путем. В результате имеем поперечный профиль для динамически устойчивого канала в условиях ветрового волнения, т.е. выражение (60) принимает окончательный вид:

$$h = h_{mb} \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\sqrt{(6h_{cp}/B)^2 - (0,27u_{*m}^2 / (vg)^{2/3})}}{2h_{mb}} y \right]^2 \right\}. \quad (62)$$

В шестой главе диссертации **“Рекомендации по применению разработанных методов для расчета деформаций земляных водотоков на реальных объектах и задачах”** приведены обобщения полученных зависимостей с целью создания разработки теоретически и экспериментальнообоснованных методов расчета. Полученные результаты исследований были применены в водных объектах в Каракумском канале (Туркменистан), Каршинском магистральном канале и канале «Миришкор», а также в открытом коллекторе Д-2 Кашкадарьинской области.

Предлагаются алгоритмы расчетов по определению параметра трения, образованию донных рифелей, начала движения донных наносов, транспорта

наносов и устойчивости поперечных сечений водотоков работающих при стационарности и нестационарности течений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации на тему “Прогнозирование деформаций крупных водотоков при стационарности и нестационарности течений” представлены следующие выводы:

1. Анализ экспериментальных исследований показывает, что на попутном течении частота генерируемых волн возрастает, а на встречном уменьшается. На попутном течении, как длина, так и амплитуда волн несколько уменьшается, на встречном течении наблюдается возрастание, как длины, так и амплитуды. А также, на встречных течениях образуются ветровые волны, длин которых больше, а скорость меньше по сравнению с аналогичными условиями без течения. На попутных течениях длина волн меньше, а скорость больше по сравнению с отсутствием течения. Усовершенствована математическая модель определения генерации и параметров ветровых волн в условиях попутного и встречного течений. Это модель дает возможность оценки определения эффективной длины разгона для ветровых волн на течение.

2. Критические условия начала движения донных наносов для нестационарного движения изучены недостаточно. В результате анализа экспериментальных исследований и на основе метода Шильдса разработаны методы расчета определения начала движения однородных и неоднородных наносов в нестационарном (волновой, волна+течение) течении. Результаты по методам расчета дают надежные оценки определения.

3. В результате анализа экспериментальных исследований получены зависимости параметра трения для определения транспорта наносов в нестационарном потоке. Эти зависимости дают надежные оценки определения.

4. В настоящее время расчетные зависимости Мирцхулавы для определения неразмывающих скоростей водного потока в несвязных и связных грунтах, считаются наиболее достоверными и экспериментально обоснованными. На основе анализа результатов проведенных лабораторных исследований совершенствован метод расчета неразмывающих скоростей водного потока в несвязных, связных и засоленных грунтах с учетом формы трапеции сечения канала. Предлагаемая методика расчета включена в «Рекомендации по расчету неразмывающих скоростей водного потока в каналах, пролегающих в несвязных, связных и засоленных грунтах». Результаты по методу расчета дают надежные оценки определения неразмывающих скоростей водного потока в разных грунтах.

5. В результате экспериментальных исследований с привлечением опубликованных материалов других авторов получены формулы для определения устойчивости морфометрии, т.е. ширины и глубины земляных каналов работающих в условиях стационарности водного потока. Результаты по методам расчета дают надежные оценки определения ширины и глубины земляных каналов.

6. В результате использования теории малых возмущений на базе основных современных представлений о формировании придонного пограничного вихревого слоя и анализа экспериментальных исследований получена аналитическая зависимость для расчёта коэффициента Шези в русловом потоке при наличии на его дне донных гряд. Результаты по методам расчета дают надежные оценки определения коэффициента Шези в русловом потоке при наличии на его дне донных отложений.

7. Используя аналогию между однонаправленным и волновым потоками и введя предположение о пропорциональности длины и высоты донных рифелей волнового генезиса, толщине турбулентного нестационарного пограничного слоя, получены эмпирические зависимости для определения размеров донных рифелей в нестационарных потоках. Полученные результаты позволяют обосновать параметры донных отложений в открытых водотоках при нестационарности потока.

8. В результате анализа проведенных лабораторных исследований получены зависимости для расчета транспорта донных наносов в нестационарных потоках. На основе этих зависимостей усовершенствованы методы расчетов по транспортирующей способности потока в нестационарном режиме в условиях осветленного и мутного потока. Результаты по методам расчета дают надежные оценки определения транспорта наносов, в условиях осветленного и мутного нестационарного потока.

9. В результате анализа проведенных экспериментальных исследований усовершенствованы методы расчета по определению форм поперечных сечений динамически устойчивых русел земляных каналов, работающих в условиях стационарности и нестационарности (волна; волна+течение) водного потока. В результате создается возможность взаимосвязи формирования параметров русла и потока в динамически устойчивых сечениях каналов.

10. Обобщение зависимостей, полученных в ходе проведенных исследований, позволило предложить гидравлическую метод прогноз деформаций больших земляных каналов в стационарных и нестационарных условиях водного потока, и они включены в «Рекомендации по гидравлическому расчету земляных каналов в условиях поступления и перемещения наносов» (2013г, Аму–Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем) и «Рекомендации по расчету неразмывающих скоростей водного потока в каналах, пролегающих в несвязных, связных и засоленных грунтах» (2013г, Аму–Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем).

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc 27.06.2017.T.10.02AT TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND
AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

KARSHI ENGINEERING-ECONOMIC INSTITUTE

ESHEV SOBIR SAMATOVICH

**FORECASTING OF DEFORMABLE LARGE WATERCOURSES WITH
STATIONARITY AND NONSTATIONARITY OF THE FLOW**

05.09.07- Hydraulics and Engineering Hydrology

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OFDISSERTATION (DSc) ON TECHNICAL
SCIENCES**

TASHKENT-2018

The topic of the doctoral dissertation (DSc) is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under No. B2018.2DSc/199

The doctoral dissertation was carried out at the Karchi Engineering Economical Institute. The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website (www.tiame.uz), Information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Arifjanov Aybek Muxamedjanovich
doctor of technical science, professor

Official reviewers:

Maxmudov Ernazar Jumayevich
doctor of technical science, professor

Khantarji Izmail Grigorevich (Russian Federation)
doctor of technical science, professor

Malikov Zafar Mamatqulovich
doctor of technical science

Leading organization:

Tashkent architectural building institute

Defense of the thesis will be held « 22 » June 2018 14⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council DSc.27.06.2017.T.10.02 at the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers at the address: 100000, Tashkent, st. Kary Niyoziy, 39, tel. (+99871) -237-19-61, 237-22-09, fax: 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.

Doctoral dissertation can be reviewed in the Information and Resource Center of the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (registration No. 18). Address: 100000, Tashkent, Kary Niyoziy, 39, tel. (+99871) -237-19-45.

The thesis abstract was sent out « _____ » 2018.
(protocol of distribution No. _____ from « _____ » 2018)



T.Z.Sultanov
Chairman of the Scientific Council for Awarding degrees,
doctor of technical sciences

A.A. Yangiev
Scientific Secretary of the Scientific Council for the awarding degrees,
doctor of technical sciences,

E.J.Mahmudov
Chairman of the scientific seminar with scientific
Council for awarding academic degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor.

INTRODUCTION (abstract of the DSc thesis)

The aim of the research work is to study and develop the basic laws of the deformation process (erosion, forms of bottom sediments, sediment transport and stability of cross – sections) of large surface watercourses with stationary and nonstationarity (wind and ship waves) water flow and development of their prediction.

The objects of research are large earth channels (including “Karshi” main channel, “Mirishkor” channel, “Karakum” channel) and open collectors (D-2 open collector).

The scientific novelty of the research is as follows:

mathematical models for calculation of effective length of dispersal and transformation of conditions of the beginning of touching of fractions of inhomogeneous soil in non-stationary (wave+current) flow and also the beginning of the movement of bottom sediments in non-stationary (wave) flow are improved.

proposed for stationary flow modified according to formula-based C. E. Mirtskhoulava to calculate nerazmennaya trapezoidally velocities in the channels, which is incoherent, coherent and saline soils.

the results of experimental studies of the author and with the involvement of the results of studies of other researchers using the method of dimensions obtained dependences to determine the roughness, taking into account the parameters of bottom riffles, the depth and width of open watercourses.

according to the results of experimental studies, the dependences for determining the parameters of riffles in open watercourses under nonstationary conditions (wave + current) flow are proposed.

dependency-based van Reina received modified according to the definition of sediment transport in unsteady (wave; wave+current) currents, and developed methods of calculation of carrying capacity of unsteady flows in terms of the bleached and muddy streams.

on the basis of dependence of S. H. Abalyants and the conducted laboratory experiments of the author for the form of the bed of limit equilibrium, the method of calculation of morphometric characteristics of dynamically stable channels of large earth channels operating in the conditions of stationarity and nonstationarity of the water flow is developed. General regularities of deformations of large earth channels at stationarity and nonstationarity of flows are described.

developed evidence-based recommendations on the prediction of deformations of large watercourses in the conditions of stationarity and nonstationarity of the flow;

Implementation of research results. Results of researches are used in the following hydraulic engineering objects of regions:

The results of methods for calculating the process of deformation of watercourses in the “Mirishkor” channel of the Amu – Kashkadarya basin management of irrigation systems under the Ministry of Agriculture and Water Resources of Uzbekistan are introduced.

As a result, it was possible to increase the throughput capacity of irrigation canals in the earthen channel by 4 – 7%.

for calculations of deformations in the Karshi main canal, main canal "Mirishkor" and the open manifold D-2 when the Amu-Kashkadarya river basin management of irrigation systems;

at the Institute of JSC "Hydroproject" (help No. from 2018 of the Ministry of agriculture and water resources of the Republic of Uzbekistan) and OJSC "Axuv-Zarafshan irrigation" (reference) in the design and operation of earthen canals and open reservoirs.

when performing calculations on the deformation of the channels in the channel "Mirishkor" (act 11.04.2018) and the Karshi main canal (11.04.2018). Application of the proposed calculations saves 15-20% of capital investments;

when performing calculations on the establishment of permissible water flow velocities in the open collector D-2 in the Karshi district of Kashkadarya region (11.04.2018). According to the results of research for the operation of open collectors saves 5-8 of capital investments;

implemented research results in the "guidelines for the calculation nerazmennaya velocity of the water flow in the channels, which is incoherent, coherent and cohesive saline soils" (Protocol is of 11.04.2018 №5 Amu-Kashkadarya basin management of irrigation systems) and the "guidelines for the hydraulic calculation of the earthen channels in the conditions of entry and movement of sediment" (the Protocol is from 11.04.2018 №7 of the Amu-Kashkadarya basin management of irrigation systems).

The volume and structure of the dissertation. The thesis consists of an introduction, six chapters, conclusion, list of literature, appendices. The volume of the thesis is 198 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Эшев С.С. Расчет деформаций больших земляных каналов в условиях стационарности водного потока. Монография. Ташкент, «Fan va texnologiyalar», 2017. - 164 с.
2. Эшев С.С. Расчет деформируемых больших земляных каналов в условиях нестационарности водного потока. Монография. Ташкент, «Vogis-nashriyot», 2018.- 168 с.
3. Эшев С.С., Мирзаев А. Размывающая способность водного потока в каналах. //журнал «Сельское хозяйство Узбекистана», № 12-90. Ташкент, 1990г. –с 12-13. (05.00.00; №8).
4. Эшев С.С. Расчет начала движения донных наносов в волновом потоке. // «Агро илм» научное приложение журнала «Сельское хозяйство Узбекистана», № 4, Ташкент, 2011, , - с. 52-54.(05.00.00; №3)
5. Эшев С.С. О расчете наносов при проектировании ирригационных земляных каналов. // журнал «Сельское хозяйство Узбекистана», №11, Ташкент, 2011. с.39-40.–С.(05.00.00; №8)
6. Эшев С.С. Исследование параметров донных рифелей и транспорта наносов в больших земляных каналах в условиях волнового потока. // журнал «Проблемы механики», №2, Ташкент, 2011.- С.54-58.(05.00.00; №6).
7. Эшев С.С., Рахматов М.И., Нурова О.С. Исследование неразмывающих скоростей потока в трапециадальных каналах, пролегающих в несвязных грунтах. // «Агро илм» научное приложение журнала «Сельское хозяйство Узбекистана», Ташкент, №3, 2011. - с.58-59.(05.00.00; №3).
8. Эшев С.С., Махмудова Д.Э., Курбанов А. К вопросу параметре трения в пограничном слое нестационарного турбулентного потока. // журнал «Проблемы механики», №3-4, Ташкент, 2011. - с.105-107.(05.00.00; №6).
9. Эшев С.С. Деформации откосов больших каналов в земляном русле под действием поверхностных волн. // журнал «Мелиорация и водное хозяйство» (РФ), №6, Москва, 2011. - с.26-28.(05.00.00; №51).
10. Эшев С.С., Рахматов М.И. Волновые скорости и влияния на них течения. // журнал «Вестник ТашГТУ», №3-4, Ташкент, 2011. - с.68-71.(05.00.00; №16).
11. Эшев С.С. Расчет движения донных и взвешенных наносов в водотоках с учетом воздействий поверхностных волн и течений. // журнал «Проблемы механики», №1, Ташкент, 2012. - с.51-57.(05.00.00; №6).
12. Эшев С.С., Султонов Н.Н. Допускаемая скорость в каналах пролегающих в связных засоленных грунтах.// «Агро илм» научное приложение журнала «Сельское хозяйство Узбекистана», № 1(21), Ташкент, 2012. - с.57-58.(05.00.00; №3).

13. Эшев С.С., Каримов Ё.Л., Хамраев Б.Ш. К вопросу физико-механических характеристик грунтов, пролегающих в ложе водотоков. // журнал «Горный вестник Узбекистана», Навоий, №1(52), 2013. - с.57-59. (05.00.00; №7).
14. Эшев С.С., Махмудов И.Э., Мурадов Н.К. О тепловом режиме в верхних слоях зоны аэрации при орошении сельскохозяйственных культур. // журнал «Проблемы механики», №1, Ташкент, 2013. - С.(05.00.00; №6).
15. Эшев С.С., Каримов Ё.Л., Юлдашев Т.Р. Исследования физико-механических показателей связных грунтов слагающих ложа водотоков. // журнал «Горный вестник Узбекистана», №2(53), Навоий, 2013. - с.88-90.(05.00.00; №7).
16. Эшев С.С., У.А.Садиев. Деформация береговых откосов земляных каналов под действием поверхностных волн. // журнал «Вестник ТашГТУ», №17, Ташкент, 2013. - с.157-161.(05.00.00; №16).
17. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Гайимназаров И.Х. Расчет параметров ветровых волн в больших каналах. // журнал «Горный вестник Узбекистана», №4(59), Навоий, 2014. с.121-124.(05.00.00; №7).
18. Eshev S.S. Deformation of coastal escarpment of earth channels under the action of surface waves. // European science review, № 9–10, Vienna, 2017. – P. 144-147(05.00.00; №3).

II бўлим (II часть; II part)

19. Эшев С.С. Исследование неразрывающихся скоростей водного потока в каналах, сложенных связными засоленными грунтами. В сб.: гидравлика мелиоративных каналов, коллекторов, сооружений и трубопроводов. М., изд-во МГМИ, 1989.
20. Эшев С.С., Бекмурадов В.С. Лабораторные исследования неразрывающихся скоростей потока в несвязных грунтах. В сб.: Проблемы мелиорации и водного хозяйства в Туркменистане. Труды Туркменского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (САНИИРИ). Ташкент, 1989, с. 62-69.
21. Эшев С.С. Начало движения донных наносов в волновом потоке. Всб.: гидравлические расчеты элементов гидромелиоративных систем Средней Азии. Труды ТИИИМСХ, Ташкент, 1990.
22. Эшев С.С. Проектирование земляных каналов по методу неразрывающихся скоростей водного потока. // журнал «Архитектура и строительство Узбекистана», №6, Ташкент, 2011. - С.44-45.
23. Эшев С.С. Расчет транспорта наносов при проектировании земляных каналов. // журнал «Архитектура и строительство Узбекистана», №1, Ташкент, 2012. - с.44-45.
24. Эшев С.С., Мурадов Н.К. К определению параметров донных рифелей в больших земляных каналах в условиях волнового потока. // журнал «Природообустройства». №1, Москва, 2012. - с.65-68.

25. Эшев С.С., Узаков Г.Н., Хужакулов С.М. О параметре трения в пограничном слое нестационарного турбулентного потока. Молодой ученый. г.Чита. РФ. №5(28), 2011.с.98-101.
26. Эшев С.С. Лабораторное исследование размеров донных рифелей в неукрепленных каналах в условиях смешанного потока. Приволжский научный вестник. г.Ижевск. РФ. №1(5), 2012. с.20-24.
27. Эшев С.С. Рахимов Б.Б., Султонов Н.Н. Исследование размывающих скоростей водного потока для несвязного грунта на дне и на откосе каналов. Приволжский научный вестник. г.Ижевск. РФ. №4(8), 2012. с.30-35.
28. Эшев С.С., Махмудов И.Э., Авлакулов М. Современное состояние орошаемых земель в Узбекистане и возможные пути их улучшения. Научно-теоретический и практический журнал “Оралдык ғылым жаршысы” №26(14) , 2013. с. 110-115.
29. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Файимназаров И.Х. Экспериментальное исследование транспорта донных наносов в каналах в условиях нестационарности потока насыщенными наносами. Приволжский научный вестник. г.Ижевск. РФ. №6(34)-2014, с.149-152.
30. Эшев С.С., Жонқобилов У.У. Формула для расчета размеров воздушно-гидравлического колпака с демпфирующим сопротивлением. Приволжский научный вестник. г.Ижевск (РФ). №5-2(45), 2015. с.97-102.
31. Эшев С.С., Назаров О.О., Рахимов А.Р. Расчет заложений откосов трапециевидального канала, сложенных из несвязного грунта. Научный журнал. Г.Москва. РФ. №2(3), 2016. с.36-39.
32. Эшев С.С., Хўжакулов Р., Кувватов У.Ж. О надежности гидромелиоративных систем в Кашкадарьинской области республики Узбекистан. Новый университет. Серия «Технические науки». г. Йошкар-Ола РФ. №2 (48). 2016. с.36-39.
33. Эшев С.С., Хазратов А.Н. К вопросу моделирование нарушенной структуры связных грунтов в лабораторных условиях. Инновационное развитие. г.Пермь, РФ. №5(5), 2016. с.25-29.
34. Эшев С.С., Хазратов А.Н. Расчет волн на течении в больших водотоках при ограниченном разгоне. Молодой ученый. Казань. № 5(139)/2017. с.66-72.
35. Эшев С.С., Холбоев Б.Б. Лабораторные исследования по установлению физико-механических показателей связных грунтов, слагающих ложе водотоков. Вестник Гулистанского Государственного Университета. №1, 2011. с.35-40.
36. Эшев С.С., Холбоев Б.М. Лабораторные опыты по определению физико-механических характеристик засоленных связных грунтов, прилегающих в ложе каналов. Вестник Гулистанского Государственного Университета. №2, 2011. с.35-39.
37. Эшев С.С. Рахматов М.И. Экспериментальное исследование размывающих скоростей водного потока для несвязного грунта на дне и на откосе каналов. Инновацион технологиялар. №2, Карши, 2011.с.26-30.
38. Эшев С.С. Расчет генерации ветровых волн в больших каналах. Инновацион технологиялар. №3, Карши, 2011.с.29-34.

39. Эшев С.С. Транспорт донных наносов в земляных водотоках при воздействии волнового потока. Инновацион технологиялар. №4, Қарши, 2011.с.15-20.

40. Эшев С.С. Начало движения донных наносов в водотоках с учетом воздействия поверхностных волн и течения. Инновацион технологиялар.№1, Қарши,2012.с.38-43.

41. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Саидов И.Э. К вопросу определения параметровветровых волн в крупных каналах. В сборнике статей Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы эффективного управления водного хозяйства в условиях глобализации». Ташкент, 2017. – С.175-180.

42. Эшев С.С. К расчету нестационарных течений водного потока. Сборник статей XI Международной научно-практической конференция «Российская наука в современном мире» 30 сентября 2017, Москва. – с. 67-70.

43. Эшев С.С., Мещеряков В.С., Абдель Р.М., Хассан М. Особенности работы мостовых переходов в нижних бьефах плотин. Тезиси докладов Международной конференции «Гидравлика дорожных водопропускных сооружений». Саратов, 1995. 80-84 б.

44. Эшев С.С., Махмудов И.Э. Научно-технические меры по формированиюустойчивого водозабора из трансграничной р.Амударья в сложившейся экстремальной водохозяйственной обстановке на южных регионах республики Узбекистан. «Ўзбекистон республикасининг жанубий худудида сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммо ва ечимлари». Республика илмий-амалий анжумани.2016 йил 11-12 март. Қарши. 16-21 б..

45. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Бобоқулов Ф. Лабораторное исследование транспорта донных наносов в водотоках при смешанном потоке насыщенными наносами. «Ўзбекистон республикасининг жанубий худудида сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммо ва ечимлари». Республика илмий-амалий анжумани.2016 йил 11-12 март.Қарши.56-59 б.

46. Эшев С.С., Очилов А.О. Катта каналлардаги сувнинг аралаш оқимида наносларнинг ҳаракати. Республика жанубий худуди агросаноат мажмуининг долзарб масалалари Қарши, 1993. 62-64 б.

47. Эшев С.С., Шарипов С.Д., Номозов Б.Ю. Исследование силы сцепления связных и засоленных грунтов. «Ёқилғи энергетика ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари». Республика илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. Қарши, 2002й, декабрь. 175-178 б.

48. Эшев С.С. Модель пограничного слоя в нестационарном потоке.Ўзбекистон Республикаси Жанубий минтақасида ишлаб чиқаришни механика фани ютуқлари ва ечимлари билан ўзаро интеграциялашувининг ҳолати материаллари тўплами. Академик Х.А.Рахматулин хотирасига бағишланган Республика илмий-амалий ва услубий конференцияси. Қарши 2003 й. 31-33 б.

49. Эшев С.С., Рахматов М.И. Современное состояние вопроса о размывающей способности потока.Ўзбекистон жанубида ер ва сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш муаммолари.

Республика илмий-амалий конференцияси мақолалар тўплами. Қарши 2004 й, 10-11 декабр 44-45 б.

50. Эшев С.С., Рахматов М.И. Транспорт наносов в земляных каналах в нестационарных условиях. «Замонавий илм-фан ва технологияларнинг энг муҳим муаммолари» Республика илмий – амалий конференцияси тезислари тўплами Жиззах 2004. 116-119 б.

51. Эшев С.С., Рахматов М.И. Структура донного рельефа деформируемых каналов в условиях волновых течений. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений» посвященный к 60-летию факультета «Строительство и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений» (22-23 ноябрь 2006 г.), Ташкент. 110-112 б.

52. Эшев С.С., Рахматов М.И., Мурадов Н. Некоторые дополнительные критерии физического моделирования деформаций в земляных каналах. «Ўзбекистон жанубида сувдан ва сув иншоотларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш» мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси маърузалар тўплами. Қарши. ҚМИИ, 2008 й. 120—123 б.

53. Эшев С.С., Авлакулов М.А., Рахматов М.И., Муродов Н.Қ. Исследование физико-механических свойств нарушенной структуры связных грунтов в лабораторных условиях. «Ер-сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини оширишда замонавий технологияларни қўллаш муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани. 2011 йил 9-10 декабр. 99-102 б.

54. Эшев С.С., Рахматов М.И., Муродов Н.Қ. Исследование размывающих скоростей водного потока для несвязного грунта. Гидротехника иншоотларининг самарадорлигини, ишончилигини ва хавфсизлигини ошириш. Республика илмий-амалий анжумани. 2012 йил 13-14 сентябрь. 285-288 б.

55. Эшев С.С. Генерация ветровых волн в больших каналах. Гидротехника иншоотларининг самарадорлигини, ишончилигини ва хавфсизлигини ошириш. Республика илмий-амалий анжумани. 2012 йил 13-14 сентябрь. 288-293 б.

56. Эшев С.С., Саидов И.Э., Қувватов У.Ж. Моделирование связных грунтов в лабораторных условиях. «Ўзбекистон республикасининг жанубий худудида сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммо ва ечимлари». Республика илмий-амалий анжумани. 2016 йил 11-12 март. Қарши. 65-67 б.

57. Эшев С.С., Назаров О.О. К расчету крупных земляных каналов. «Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини етиштириш, сақлаш ва дастлабки қайта ишлашнинг қишлоқ хўжалиги, экология ва табиий ресурслардан самарали фойдаланишни ривожлантиришдаги ўрни». Республика илмий анжумани мақолалари тўплами. 2017 йил 14-15 апрель. Қарши. 492-494 б.

58. Эшев С.С., Хазратов А.Н., Норчаев А.Ж. О динамической устойчивости водотоков. «Суғорма деҳқончиликда сув ва ер ресурсларидан оқилона фойдаланишнинг экологик муаммолари». Республика илмий анжумани мақолалари тўплами. 2018 йил 24-25 ноябрь. Тошкент. 295-298 б.

Автореферат «FAN va TECHNOLOGIYALAR» тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (23.05.2018 й.).

Босишга рухсат этилди: 01.06.2018 йил
Бичими 60x45 ¹/₈, «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 4. Адади: 100. Буюртма: № 136 .

ТТЕСИ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шохжаҳон кўчўчаси, 5-уй.

