

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
ХЎЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc. 03/30.12.2019. Т.10.02 РАҶАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ  
ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**

---

**ЛАТИПОВ ШАҲБОЗ АЛИШЕР ЎҒЛИ**

**БОҒЛАНМАГАН ГРУНТЛИ КАНАЛЛАРДА КРИТИК ТЕЗЛИКЛАР  
ҲИСОБИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2020**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация  
автореферати мундарижаси**

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

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

**Латипов Шахбоз Алишер ўғли**

Боғланмаган грунти каналларда критик тезликлар хисобини такомиллаштириш.....	3
---	---

**Латипов Шахбоз Алишер угли**

Усовершенствование расчета критических скоростей каналов в несвязных грунтах.....	23
--	----

**Latipov Shakhboz Alisher ugli**

Improving the calculation of the critical speeds of channels in incoherent soils.....	41
--	----

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ List of published works.....	45
---	----

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХҮЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc. 03/30.12.2019. Т.10.02 РАҶАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ  
ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ**

---

**ЛАТИПОВ ШАҲБОЗ АЛИШЕР ЎҒЛИ**

**БОГЛАНМАГАН ГРУНТЛИ КАНАЛЛАРДА КРИТИК ТЕЗЛИКЛАР  
ҲИСОБИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PHD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2020**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.PhD/T1688 рақам билан рўйхатта олинган.

Диссертация Қарши мухандислик-иктиносидёт институтида бажарилган

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-сахифада ([www.tiiame.uz](http://www.tiiame.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталаida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Эшев Собир Саматович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Махмудов Илхомжон Эрнатарович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Шаазизов Фарруҳ Шоакбарович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент архитектура-курилиш институти**

Диссертация химояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институти хузуридаги DSc.03/30.12.2019 Т 10 02 рақами илмий кенгашининг «8 йилдан 21 й соат 16:00 даги мажлисida бўлиб ўтади. Манзил 100000, Тошкент ш., Кори Ниёзий кўчаси, 39 уй, Тел: (+99871)-237-19-61, 237-22-09, факс (+99871) 237-54-79 e-mail: [admin@tiiame.uz](mailto:admin@tiiame.uz)

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (153 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил 100000, Тошкент ш., Кори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел: (+99871) 237-19-45. e-mail: [admin@tiiame.uz](mailto:admin@tiiame.uz)

Диссертация автореферати 2020 йил 25 йилдан 12 даги № 1688 рақамни реестр баённомаси )



**Т.З.Султанов**

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

**А.А.Янгиев**

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

**Д.Р.Базаров**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш хузуридаги Илмий  
семинар раиси, т.ф.д., профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда турли иқтисодиёт тармоқларида фойдаланиш учун дарё гидроузелларидан олинадиган сувнинг сифатини баҳолайдиган мезонлардан бири, каналларда чўқадиган дарё оқизиқларининг миқдори ҳисобланади. Кўриладиган мазкур муаммога оид кўп сонли илмий манбалари бўлишига қарамасдан, ҳозирги вақтда оқизиқларнинг очиқ ўзанлардаги ҳаракати, уларнинг кинематик ва динамик параметрларини тадқиқот масаласига катта аҳамият берилмоқда. Қопламасиз лойиҳаланиладиган ва эксплуатация қилинадиган каналларда оқимнинг ювмайдиган тезликлари ва оқизиқлар сарфини аниқлашнинг ҳисоб усулларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилган. Бу борада, АҚШ, Германия, Нидерландия, Франция, Россия, Хитой, Узбекистан ва бошқа мамлакатларда кўндаланг ва бўйлама деформацияларга олиб келувчи турли омилларни ҳисобга олган ҳолда грунтли каналларни лойиҳалаш, қуриш ва ишончли эксплуатация қилиш учун самарали ҳисоб усулларини ишлаб чиқишига алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда грунтли каналардаги деформациялар ва бу салбий оқибатларнинг олдини олишга йўналтирилган мақсадли илмий-тадқиқот ишларига алоҳида эътибор берилмоқда. Бу борада, бугунги куннинг муаммоли масалалардан бири бўлиб, деформацияланадиган каналлардаги сув оқимининг транспорт қилиш қобилиятини оширишнинг технологияларини ва янги усулларини ишлаб чиқиш, ўзан деформациясига таъсир қиладиган турли омилларни ҳисобга олиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ҳозир республикада грунтли ирригация каналларини лойиҳалаш ва самарали эксплуатациясини таъминлашга доир кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан “...миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш учун мелиорация ва ирригация объектлари тармоқларини ривожлантириш”<sup>1</sup> вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан сув ресурслари тақчиллиги даврида грунтли ирригация тизимларининг гидротехника иншоотларини ишлашида рўй берадиган шикастланиш, ишдан чиқиш ва аварияларни шунингдек, деформацион-кучланишли ҳолатларни ҳисобга олиб лойиҳалаш ва фойдаланишининг самарали услубларини ишлаб чиқишига қаратилган илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш 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

<sup>1</sup> 2017 йил 7 февралдаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги фармони

такомиллаштириш бўйича чора-тадбирлари тўғрисида”ги ва 2017 йил 27 ноябрдаги ПҚ-3405 сонли “2018-2019 йилларда ирригацияни ривожлантириш ва сугориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш Давлат дастури тўғрисида»ги Қарорлари ва Вазирлар Маҳкамасининг 2014 йил 21 январдаги 13-сон “2014-2015 йилларда ва истиқболда 2020 йилгача сувларни Ўзбекистон Республикаси сув оқимлари бўйлаб барқарор ва хавфсиз ўтказиб юбориш дастурини тасдиқлаш тўғрисидаги” Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қиласди.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг V.«Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-мухит муҳофазаси» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Очиқ сув ўзанларида содир бўладиган деформацион жараёнлар тадқиқотларига оид қатор олимлар томонидан изланишлар олиб борилган. Ўзан жараёнларининг назарий ва экспериментал тадқиқотлари билан С.Х.Абалъянц, С.Т.Алтунин, И.И.Леви, М.А.Великанов, В.Н.Гончаров, И.В.Егизаров, И.Ф.Карасев, В.М.Маккавеев, Г.И.Шамов, А.Н.Гостунский, Н.А.Ржаницын, Г.В.Железняков, А.В.Караушев, В.Кнороз, Н.В.Гришанин, К.И.Россинский, Н.А.Михайлов, Ц.Е.Мирцхулава, Ю.А.Ибадзаде, Х.Ш.Шапиро, В.С.Лапшенков, Х.А.Ирмуҳамедов, Б.Е.Тузов, М.Р.Бакиев, А.М.Арифжанов, А.Шильдс, Р.Бэгнольд, Ван-Рейн, Ackers-White, Meyer-Peter, Г.Эйнштейн, П.Томсон ва бошқа олимлар шуғулланишган.

Республикамиз очиқ каналларда оқизиқларни транспорт қилиш қобилияти бўйича анчагина илмий ютуқларга эришилган. Деформацияланадиган сув ўзанларининг гидравлик ҳисоблари бўйича С.Х.Абалъянц, В.С.Алтунин, Ц.Е.Мирцхулава, Е.К.Рабкова, Н.А.Ржаницын, А.М.Мухамедов, К.Ш.Латипов, Р.М.Каримов, Э.Ж.Махмудов, А.М.Арифжанов, Д.Р.Базаров, С.С.Эшев, А.М.Фатхуллаев Х.Х.Исаков, Х.Х.Ишанов ва бошқа олимларнинг ишлари мавжуд бўлиб, ҳозирги кунда улардан бир қатор лойиҳаларда кенг кўламда фойдаланилмоқда.

Ҳозирги вақтда республикамида грунтли ирригацион каналларнинг деформациялари бўйича қатор бажарилган тадқиқотлар мавжуд, лекин улар ўзаннинг деформациясига таъсир қиласдиған ҳамма омилларни тўлиқ қамраб олмаган. Очиқ грунтли каналлардаги оқимнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар транспорти ҳисоб усусларини такомиллаштириш каби муаммолар етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Қарши муҳандислик-иктисодиёт институти илмий-

тадқиқот ишлари режасининг 5/2016 - “Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларининг илмий-техник масалалари ечимининг самарасини ошириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқариш” (2016-2019 й.й.) ва Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти 56/19 “Сув хўжалиги объектларини лойиҳалашда такомиллашган ҳисобларни қўллаш” хўжалик шартномаси мавзуларидағи лойиҳалар доирасида бажарилган (2019-2020)

**Тадқиқотнинг мақсади** деформацияланадиган грунтли каналларда оқимнинг критик тезликларини ва оқизиқлар сарфини ҳисоблаш усувларини такомиллаштиришдан иборат.

**Тадқиқот вазифалари:**

ўзанлардаги оқимнинг критик (ювмаслик) тезликлари ва оқизиқлар сарфини аниқлашнинг мавжуд бўлган ҳисоб усувлари таҳлили;

ён томон ётқизилишининг ҳар хил қиялиқ коэффициентларида каналлардаги оқимнинг ювмаслик тезликларини ва оқизиқлар сарфларини лаборатория шароитида тадқиқотлаш;

боғланмаган грунтли каналларда оқимнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар сарфларини гидравлик моделини такомиллаштириш;

боғланмаган грунтли каналларда оқимнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар сарфларини ҳисоб усувларини такомиллаштириш;

боғланмаган грунтли каналларда оқим ювмаслик тезликлари, туб ости ва муаллақ оқизиқларнинг сарфларини ҳисоблари бўйича тавсиялар ишлаб чиқиши.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Қашқадарё вилояти худудидаги “Карши магистрал” ва “Миришкор” каналлари қабул қилинди.

**Тадқиқот предметини** сув оқимининг кинематик характеристикаси, боғланмаган грунтли каналлардаги сув оқимининг ювмаслик тезликлари, туб ости ва муаллақ оқизиқлар ҳаракати ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усувлари.** Тадқиқот жараёнида экспериментал тадқиқот натижаларини статистик усули, оқимнинг ҳаракатини ифодаловчи гидродинамиканинг тенгламаларидан фойдаланилди.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қўйидагилардан иборат:

боғланмаган грунтли каналлarda оқимнинг ювмаслик тезликларini ҳисоблаш усули қиялиқ коэффициентининг ҳар хил қийматларини инобатга олиб такомиллаштирилган;

каналларда ўзан туби оқизиқлар сарфини ҳисоблаш усули қиялиқ коэффициентининг ҳар хил қийматларини инобатга олиб такомиллаштирилган;

каналларда қиялиқ коэффициентини ўзгарувчанлигини инобатга олиб муаллақ оқизиқлар сарфини ҳисоблаш усули такомиллаштирилган;

оқимнинг критик тезликлари ва оқизиқ сарфларини ҳисобга олиб боғланмаган грунтли каналларнинг морфологик боғланишларини аниқлаш асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:**  
ён томон қиялиқ коэффициентларини инобатга олган ҳолда боғланмаган грунтли каналлар сув оқимининг ювмаслик тезликларини аниқлаш учун ҳисоб усули ишлаб чиқилган;  
боғланмаган грунтли каналларнинг ён томон қиялиқ коэффициентларини ҳисобга олган ҳолда туб ости ва муаллақ оқизиқлар сарфларини аниқлашнинг гидравлик модели такомиллаштирилган;  
ён томон қиялиқ коэффициентларини ҳисобга олган ҳолда боғланмаган грунтли каналларнинг оқимидағи муаллақ оқизиқлар концентрациясини аниқлаш учун боғланиш олинган;  
боғланмаган грунтли каналларнинг ён томон қиялиқ коэффициентларни ҳисобга олган ҳолда сув оқимининг ювмаслик тезликларини аниқлаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги синовдан ўтган математик усуллар ва физиканинг умум қабул қилинган қонунларидан фойдаланилганлиги; деформацияларни ҳисоблаш бўйича тавсия этилган услубларнинг лаборатория ва дала шароитида олинган маълумотлар билан мос келганлиги; ҳисобланган маълумотларнинг бошқа тадқиқотчиларнинг маълумотларига кўра таққосланганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ён томон қиялиқ коэффициентлари хар хил бўлган боғланмаган грунтли каналлар сув оқимларининг критик тезликларини, туб ости ва муаллақ оқизиқларнинг сарфини аниқлашни ҳамда муаллақ оқизиқлар концентрациясини аниқлашнинг ҳисоб усулларини такомиллаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти боғланмаган грунтли каналларнинг гидравлик самарадорлиги ва эксплуатацион ишончлилигини таъминлашда, содир бўладиган деформацияларнинг камайиши ҳисобига иқтисодий самарадорликка эришилганлиги, сув ўtkазиш имкониятининг ортишига, лойқалиги, ҳамда бошқа омилларни ҳисобга олган ҳолда қурилиш ва эксплуатацион харажатларни камайтиришга эришилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Боғланмаган грунтли каналларда оқим ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар сарфларининг ҳисобини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

боғланмаган грунтли каналларда оқимнинг ювмаслик тезликларини ҳисоблаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли Миришкор каналида жорий қилинган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 26 августдаги

04/20-2466-сон маълумотномаси). Натижада каналнинг сув ўтказиш қобилияти оқизиклар транспорти ҳисоби усулларининг кўлланиши асосида 5-6 % га ошириш имкони яратилган;

грунтли каналларда ўзан туби оқизиклар сарфини ҳисоблаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли Миришкор каналида жорий қилинган. (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 26 августдаги 04/20-2466-сон маълумотномаси). Натижада каналларда лойқа босиш жараёнини баҳолашга имкон берган.

оқимнинг критик тезликлари ва оқизик сарфларини ҳисобга олиб боғланмаган грунтли каналларнинг морфологик боғланишларини Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги “Гидропроект” АЖ ва “УЗГИП” АЖ лойиҳалаш институтларида каналларни лойиҳалашда фойдаланилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 26 августдаги 04/20-2466-сон маълумотномаси). Лойиҳалаш ишлари натижасида каналларнинг деформацион жараёнларининг камайишига ва фойдаланиш самарадорлигининг 10-15% га ошириш имконияти яратилди.

**Тадқиқот натижаларининг аппробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари ҳалқаро, республика ва институт миқёсидаги анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, жумладан 2 та ҳалқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича 21 та илмий ишлар чоп этилган. Шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, шу жумладан 2 та мақола республика ва 2 та мақола хорижий журналларда нашр қилинган. Шунингдек, 3 та мақола Skopus базасидаги журналларда, 2 та мақола юқори импакт факторли журналларда чоп этилган ва ЭҲМ дастури учун гувоҳнома олинган.

**Тадқиқот ҳажми ва тузилиши.** Диссертация иши кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ишининг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмida диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, ишнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Бажарилган тадқиқотларнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган. Олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, назарий ва амалий зарурияти баён этилган. Шунингдек, натижаларининг жорий

қилиниши, ишнинг аprobацияси ва нашр этилган ишлар ҳамда диссертациянинг тузилиши бўйича қисқа маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Каналлардаги оқимнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар транспорти ҳисоб усулларини таҳлили” деб номланган биринчи бобида очик ўзан умумий деформацияларини ўрганиш бўйича олимларнинг назарий ва амалий ишларининг аналитик таҳлили келтирилган.

Диссертацияда очик грунти каналларни мавжуд классификациялари ва уларни лойиҳалаш бўйича асосий талаблар ва уларни амалиётда фойдаланиш имкониятлари баён этилган.

Хозирги вақтда очик каналларнинг мустаҳкамлигини баҳолаш учун қатор усуллардан фойдаланилади: жумладан оқим ювмаслик тезликлари ва туб остидаги грунт заррачаларини чиқарувчи (тангенциал кучланишлар) кучлар. Алоҳида боғланмаган грунтларда канал ўзанидаги жараёнларни баҳолашда оқизиқларнинг муаллақ ва туб чўкиндиларни инобатга олиш

Бу йўналишлар бўйича бир қатор ишланмалар бўлишига қарамай, оқим ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар транспортини ифодаловчи қатор омилларни инобатга оладиган ҳисоб усулларини такомиллаштириш зарурияти пайдо бўлади. Соҳа буйича бажарилган тадқиқот таҳлили асосида тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинди.

Диссертациянинг “Экспериментал тадқиқотларни ўтказиш услублари ва қурилмалари” деб номланган иккинчи бобида лаборатория қурилмаларининг тузилиши, экспериментал тадқиқотларнинг ўтказиш кетма-кетлиги ва олинган маълумотларни қайта ишлаш услублари келтирилган.

Лаборатория тадқиқотлари Қарши мұхандислик иқтисодиёти институтининг лабораториясида ўтказилган.

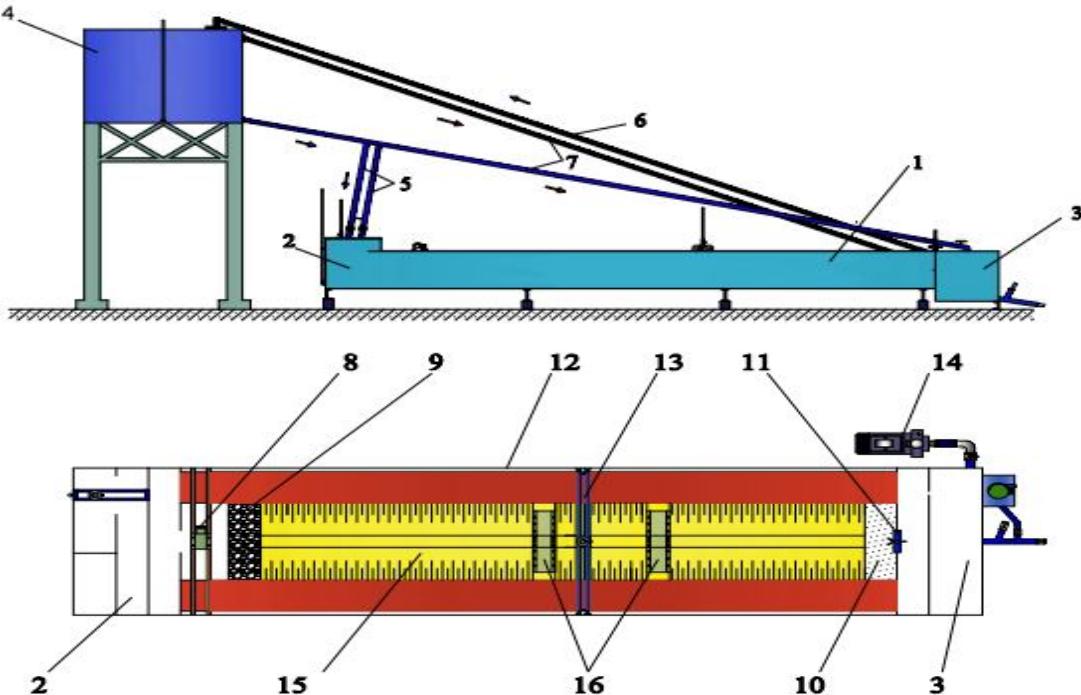
Экспериментал тадқиқотлар ён томон қияликлари ҳар хил бўлган боғланмаган грунти трапецеидаль каналлардаги оқимнинг ювмаслик тезликларини, туб ости ва муаллақ оқизиқларини ҳамда оқизиқлар концентрациясини аниқлаш мақсадида ўтказилди.

Бу бобда тадқиқотланаётган жараённинг гидравлик моделлаштириш усули ифодаланган. Каналдаги текис ҳаракатни моделлаштириш жараёни оғирлик (Фруд сони) ва ишқаланиш (Рейнольдс сони) кучларини моделлаштирилишини таъминлайдиган ( $Fr = idem; C = idem; i = idem$ ) уч шартни қаноатлантирилишидан келиб чиқади.

Сув оқимининг ювилиш тезликларини ўрнатишнинг эксперименталь тадқиқотлари металли гидравлик лотокда ўтказилди. Бу лоток ичидаги (1,2 расмлар) қўйидаги ўлчамларга эга бўлган (15) ёғочдан ясалган трапецеидаль каналнинг модели ясалди: узунлиги - 11,5 м; туб эни - 0,15 м; ён томон қияликлари – 2,0; 2,5; 3,0; 3,5.

Канал моделининг туви ( $0,15 \times 0,15 \times 0,10$  м) ва ён томон қияликларида ( $0,33 \times 0,15 \times 0,10$ ) тажриба ўтказиладиган грунт тўлдирилган металл қутиларни жойлаштириш учун маҳсус тирқишилар қолдирилди. Бу моделда каналнинг туви ва турли ён томон қияликларида сув оқимининг ювмаслик тезликларини

Үрнатиш учун бир қатор тажрибалар олиб борилди (2-расм) ва бунда грунт сиртининг 2 мм қалинликдаги қатлами түлиқ ювилса, тажриба тутатилган деб хисобланди (3-расм).



**1-расм. Гидравлик лотокнинг схемаси:**

1-лоток; 2-лотокнинг бош қисми; 3-пастки резервуар; 4-юқори резервуар; 5-сув олиб келувчи құвур; 6-напорли құвур; 7-сув ташловчи құвурлар; 8-чамбарак; 9-терилған тош; 10-оқизиқтар тушадиган жойи; 11-затвор; 12-металл релслар; 13-аравача; 14-насослар; 15-махтадан ясалған трапецеидаль каналнинг модели; 16- грунт намунаси солинадиган металл құтилар;



**2-расм. Трапецеидаль каналнинг модели:**  
1 – ёғоч канал; 2 – металл құтилар



**3-расм. Бөгланмаган грунтнинг ювилиши**

Оқимнинг чуқурлиги лазерли сув ўлчагич ва шпитценмасштаб, оқимнинг вертикал тезликлари сув тезлигини ўлчайдиган “ИСВ 01” микровертушка ёрдамида ўлчанди.

Трапецеидаль каналларда оқизиқлар транспорти бўйича экспериментал тадқиқотлар гидравлик лотокда ўтказилди. Бу муаммони ўрганиш учун ён томони қияликлари  $m = 2; 2,5; 3; 3,5$  бўлган боғланмаган грунтли каналлар моделларида тажрибалар ўтказилди. Боғланмаган грунтли каналлардаги туб ости ва муаллақ оқизиқларнинг транспортини ўрганиш мақсадида бир неча тажрибалар ўтказилди.

Турли ён томон қиялиқдаги каналларнинг модели лоток устида юрадиган аравачага бириктирилган металл “планировщик” ёрдамида амалга оширилди (4-расм). Канал моделининг охирида оқизиқларни тутиб қоладиган махсус ховузча ясалган.

Сув оқимида лойқани ҳосил қилиш учун канал моделидан олдинда махсус қурилма, яъни майда грунтни оқимга лойқалатиб берувчи қурилма жойлаштирилди (5-расм).

Туб ости оқизиқларини аниқлаш бўйича лаборатория тадқиқотларини ўтказиш мобайнида, бир вақтнинг ўзида оқим лойқалиги ҳам тадқиқотланди.

Қашқадарё вилоятидаги “Миришкор” каналининг сув ўтказиш қобилиятига юқорида кўрсатилган омилларнинг таъсирини баҳолаш мақсадида дала шароитида, яъни Миришкор каналининг ПК 245 ва ПК 720 участкаларида тадқиқотлар олиб борилди.



**4-расм. Боғланмаган грунтли трапецеидаль канал модели**



**5-расм. Оқимни лойқалатгич қурилма.**

Муаллақ оқизиқлар лойқалигини ўлчашда ГР-16 штангасида ўрнатиладиган батометр-бутилка ва Молчанов батометрларидан фойдаланилди. Тезлик вертикалларининг белгиланган нуқталарида ( $0,2h$  ва  $0,8h$ ) чуқурликда батометр ёрдамида лойқа сувнинг намунаси олинди.

Канал трассаси асосан қумли грунта ётади. ПК 245 (6-расм) ва ПК 720 (7-расм) пикетларидан олинган қумли грунт намуналарининг фракцион таркиби Қашқадарё вилоят қурилишда регионал текшириш инспекциясининг синаш лабораториясида аниқланди.

Ювилишга нисбатан грунт заррачаларининг мустаҳкамлигига оқимдаги майда заррачалар ва коллоид заррачаларнинг бўлиши анча таъсир қиласи.

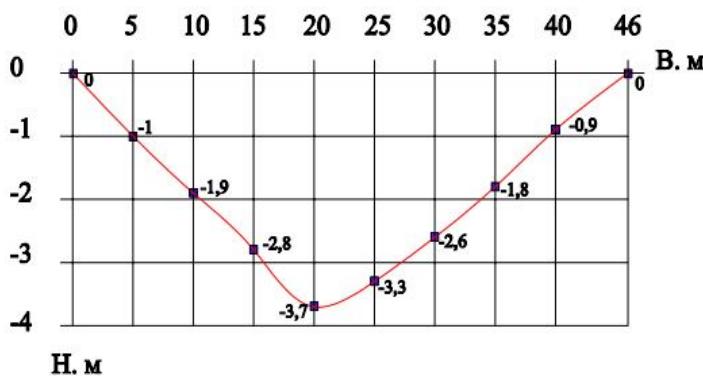
Маълумки, оқимдаги майда заррачалар туб ости кольматациясига олиб келади ва бу ҳолат туб ости грунт заррачаларининг бир-бирига нисбатан боғланишини содир этади, бунинг натижасида улар катта тезликларда ювиладилар.

### 1-жадвал

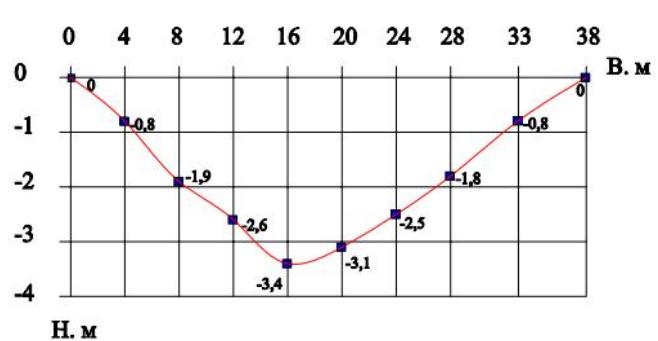
#### Миришкор каналининг лойқалигини тадқиқотлаш бўйича олинган маълумотлар (2018 й., июль)

№	Намуна олинган жойи	$h, \text{м}$	Лойқалик, г/л		
			Ўнг қирғоқ	Марказ	Чап қирғоқ
1	ПК 657+50 КМК бош қисмида	0,72	1,021	1,036	1,025
		1,46	1,018	1,032	1,021
		2,20	1,016	1,031	1,019
		2,93	1,012	1,026	1,015
		3,66	1,009	1,024	1,017
2	ПК 245	0,74	1,011	1,014	1,012
		1,49	1,007	1,012	1,011
		2,32	1,005	1,009	1,011
		2,98	1,002	1,009	1,009
		3,72	1,002	1,007	1,009
3	ПК 720	0,68	1,010	1,016	0,985
		1,36	1,007	1,014	0,979
		2,04	1,005	1,011	0,972
		2,72	1,003	1,009	0,969
		3,4	1,002	1,008	0,965

Натурада ўтказилган тадқиқот натижаларининг таҳлилига кўра йиллар давомида сарфнинг ўзгарувчанлиги биринчи навбатда деформацион жараёнларининг фаоллашувига олиб келадиган канал турли гидравлик параметрларининг бўлишида содир бўлади (6-7-расмлар).



6-расм. Миришкор каналнинг ПК 245 пикетидаги кўндаланг кесими.



7-расм. Миришкор каналнинг ПК 720 пикетидаги кўндаланг кесими.

Диссертациянинг “Боғланмаган грунтли каналлардаги оқимнинг ювмаслик ва оқизиқлар сарфларини ҳисоблаш усулларини тақомиллаштириш” номли учинчи бобида стационар оқимнинг грунтли канал деформацияларига таъсирини баҳолаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқот натижаларининг таҳлили келтирилган.

Бир жинсли боғланмаган грунтлардаги оқимнинг ювмаслик тезликларини ҳисоби учун грунт заррачаларининг таҳлилига асосланган Ц.Е.Мирцхулава ишланмалари асос қилиб олинди.

Лаборатория шароитларидаги тадқиқотларда боғланмаган грунт сифатида диамерлари  $d \leq 0,315\text{мм}$ ;  $0,315 < d \leq 0,63\text{мм}$ ;  $0,63 < d \leq 1,25\text{мм}$ ;  $1,25 < d \leq 2,5\text{ мм}$ ;  $2,5 < d \leq 5,0\text{ мм}$  бўлган қумлар ишлатилди.

Оқимнинг ювиш тезлиги аниқланиб ҳамда

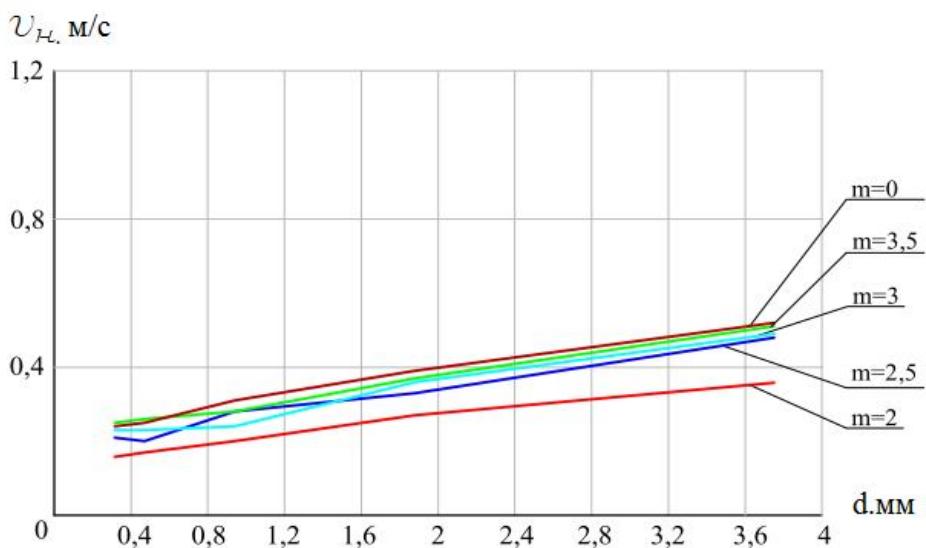
$$\vartheta_p = \sqrt{2}\vartheta_h \quad (1)$$

эканлигини инобатга олиб, бундан оқим ювмаслик тезлиги ҳисобланди:

$$\vartheta_h = \frac{\vartheta_p}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

бу ерда:  $\vartheta_p$ -каналдаги ювилиш тезлиги;  $\vartheta_h$ -каналдаги ювилмайдиган тезлик.

Тажрибалардан моделда ишлатиладиган грунтнинг ўртача диаметри кичиклашиши билан оқимнинг ювмаслик тезликлари қийматларининг ҳам камайиши кузатилди (8-расм).

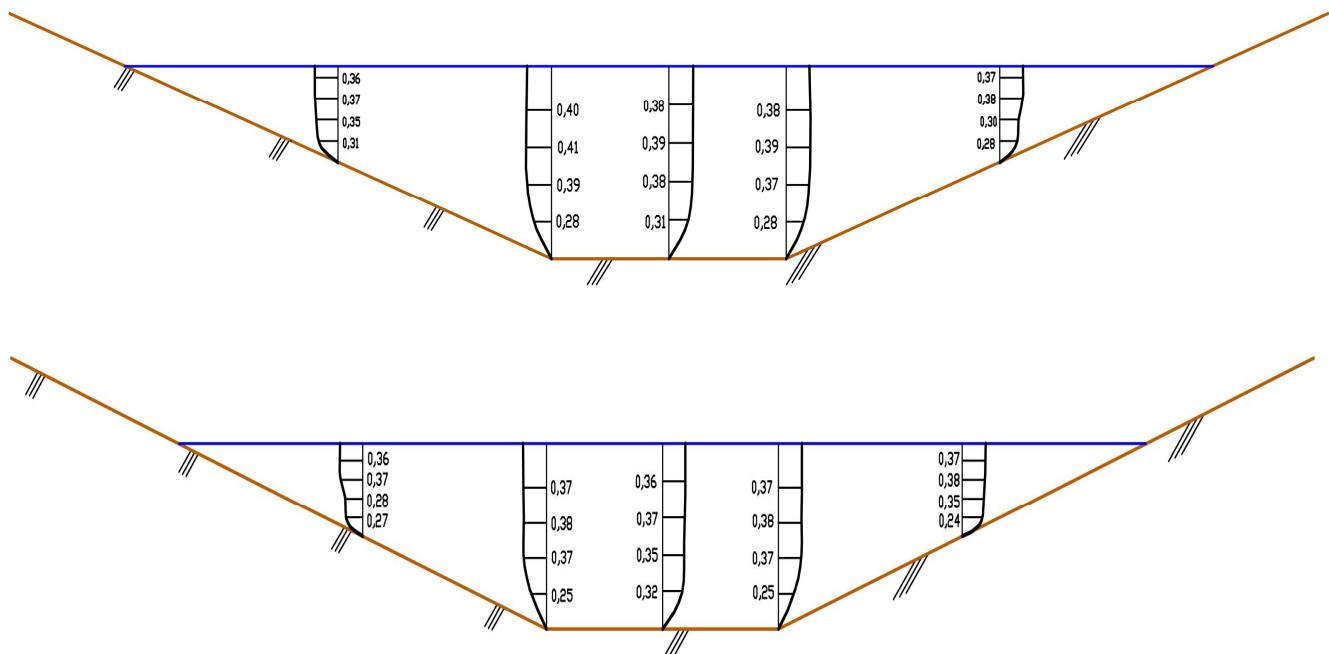


**8-расм.** Канал туб ости ва ён томон қияликларидағи оқимнинг ювмаслик тезликлари билан боғланмаган грунт заррачаларининг ўлчамларини боғланиш графиклари.

8-расмда курилган графиклар бир-биридан ён томон қиялиқларининг ҳар хиллиги билан фарқланади.

Тажриба маълумотларининг натижаларига қўра оқим чуқурлиги бўйича тезлик тақсимланишининг эпюраси қурилган (9-расм).

Эпюралардан оқимнинг турли режимларида оқим чуқурлиги бўйича тезлик ўзгариши характерининг сақланиши қўринади. Ҳамма экспериментларда ўзаннинг туб остида оқим ювмаслик тезлигининг кичик қийматлари кузатилди. Оқим сиртининг  $0,6h$  чуқурлигига сув ҳаракати тезлигининг катта қийматлари кузатилди.



**9-расм. Сув оқимининг чуқурлиги бўйича тезликнинг тақсимланиши**

Ўтказилган тажрибаларда канал кенглиги бўйича  $\vartheta$  тезлик ва  $\tau$  уринма кучланишларнинг энг катта ўзгаришлари шакл чизилишидаги тез ўзгарувчан зоналарда, яъни туб ости ва ён томон қиялиги туташган бурчакли зонада ва эркин сатҳ билан қирғоқ туташган зоналарда кузатилди.

Экспериментал тадқиқот маълумотларини қайта ишлаб, ўтказилган тадқиқот шароитларида, яъни турли ён томон қияликларда ётқизилган каналлар учун қуйидаги коэффициентлар аниқланди:

$$\left. \begin{array}{lll} m=0 & \text{бўлганда} & K_0 = 0,93 \\ m=2 & \text{бўлганда} & K = 0,76; \\ m=2,5 & \text{бўлганда} & K = 0,78; \\ m=3,0 & \text{бўлганда} & K = 0,83; \\ m=3,5 & \text{бўлганда} & K = 0,88; \end{array} \right\} \quad (3)$$

бу ерда:  $K_0$  ва  $K$ - мос равища канал туби ва ён томон қияликларини хисобга олувчи коэффициентлар.

Ўтказилган тадқиқот натижаларига кўра канал туби учун ( $m=0$  бўлганда)  $K_0$  коэффициентнинг ўртача қиймати  $K_0 = 0,93$  тенг эканлиги топилди ва уни кейинги ўринларда  $K_0 = 0,93$  деб қабул қилиш мумкин.

Бу йўналишдаги изланишларни ривожлантириб, канал қиялиги коэффициентларининг ўзгаришини трапеция каналидаги ювилмаслик жараёнларига таъсирини инобатга олиб қуидаги ифодалар тавсия этилди:

туб ости учун:

$$g_{adm} = K_0 \left( \lg \frac{8,8h}{d_m} \right) \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (4)$$

$$g_{\Delta adm} = 1,25 K_0 \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (5)$$

турли ён томон қияликлари учун

$$g_{adm} = K \left( \lg \frac{8,8h}{d_m} \right) \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (6)$$

$$g_{\Delta adm} = 1,25 K \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (7)$$

Олиб борилган тадқиқот натижаларининг таҳлили асосида  $K / K_0$  ва ўзан параметрлари  $B / \chi$  нисбатлар ўртасида қуидаги боғланиш мавжудлиги аниқланди:

$$\frac{K}{K_0} = f\left(\frac{B}{\chi}\right),$$

бу ерда:  $B$  - ўзан сув сатҳи эни;  $\chi$  - намланиш периметри.

Олинган тажриба натижалари математик статистика услубларидан фойдаланиб таҳлил этилди (Корреляция коэффициенти  $R^2 = 0,96x^{0,25}$ ) ва натижада қуидаги ифода ҳосил қилинди:

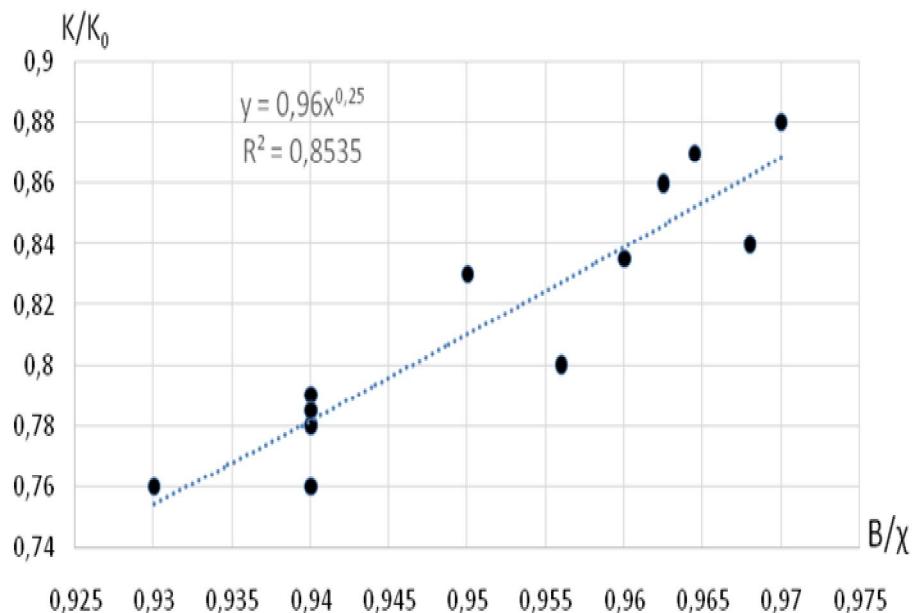
$$\frac{K}{K_0} = 0,96 \left( \frac{B}{\chi} \right)^{0,25} \quad (8)$$

Таҳлил натижаларидан (10-расм)  $K / K_0$  нисбатнинг ортиши билан  $B / \chi$  нисбатнинг ҳам ортиши кўзатилди.

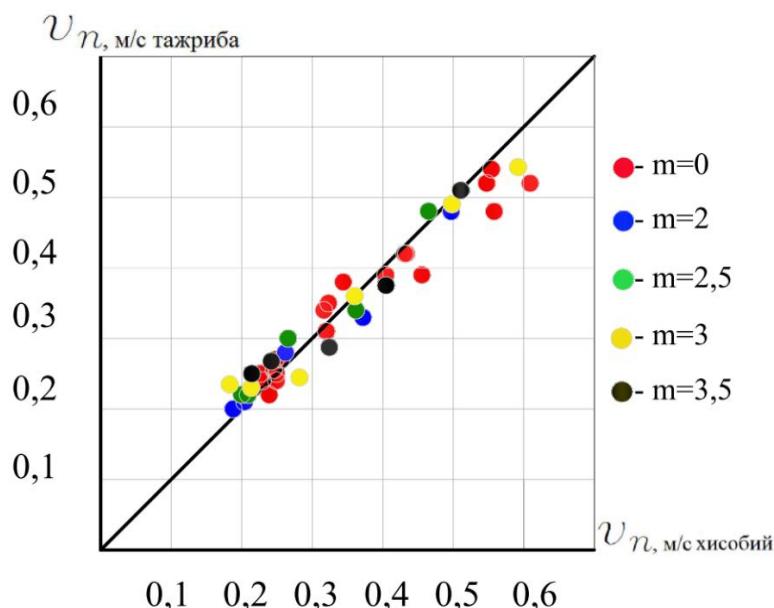
Такомиллашибирлигтан (4) формулага кўра ҳисобланган оқим ювилмаслик тезликларининг қийматларини бир қатор бошқа муаллифлар формулалари бўйича ҳисобланган қийматлар билан тақослаш қониқарли натижаларни берди.

(4, 5, 6, 7) формулалар бүйича хисобланган оқим ювмаслик тезликларининг қийматлари тажрибада олинган маълумотларнинг қийматлари билан қониқарли натижаларни, яъни улар ўртасидаги фарқлар 10-15 % ни кўрсатади (11-расм).

Тадқиқотларнинг кейинги босқичида боғланмаган грунтли трапецеидаль каналлардаги оқизиқларнинг транспорт қилиш жараёнини ўрганиш қараб чиқилди. Оқимнинг транспорт қилиш ҳисоби учун умумий оқизиқларни тубости ва муаллақ оқизиқларга ажратилади.



10-расм.  $\frac{K}{K_0} = f\left(\frac{B}{\chi}\right)$  боғланиш графиги



11-расм. Экспериментал тажриба маълумотларининг (4, 5, 6, 7) формулалар билан хисобланган қийматларининг таққосланиши

Оқизиқлар транспортини ҳисоби учун Ван-Рейн усули танланди, бу усул анча самарали ва текширилган бўлиб саналгани учун ҳисоб усулининг асоси сифатида қабул қилинди. Оқизиқлар сарфини аниқлаш боғланиши жуда кенг канал шароитлари учун олинган. Бу усулни оқим гидравликасига анча таъсир этадиган трапецеидаль канал шароитлари учун ҳам қўллаш мумкин.

Юқоридагиларни назарда тутиб, ён томон қияликлари  $m=2; 2,5; 3,0; 3,5$  бўлган трапецеидаль канал шароитларида Ван-Рейн методи асосида туб ости оқизиқлар транспортининг ҳисоб усулини такомиллаштириш масаласи қараб чиқилди.

Трапецеидаль каналлардаги оқимнинг транспорт қилиш жараёнига канал сув сатхининг энини намланиш периметрига нисбати  $\chi/B$  таъсир кўрсатади деб қаралди. Унда трапецеидаль канал ён томонининг қиялиги ҳисобга олинади.

Олинган экспериментал маълумотларни қайта ишлаш жараёнида туб ости оқизиқлар ҳисоби учун  $\chi/B$  нисбатни ҳисобга олиш зарурияти тўғрисидаги фараз тўғри эканлиги исботланди.

$\chi/B$  нисбатни инобатга олиб, трапецеидаль канал шароитларида солиштирма туб ости оқизиқларни аниқлаш учун қўйидаги боғланиш олинди:

$$q_{my\delta} = 0,053 \chi / B [(S - 1)g]^{0,5} d_{\delta p}^{1,5} T^{2,1} / D_*^{0,3}. \quad (9)$$

бу ерда:  $S$  – оқизиқларнинг нисбий зичлиги ( $\rho_c / \rho_e$ );  $g$  - эркин тушиш тезланиши,  $m/c^2$ ;  $v$ -кинематик қовушоқлик коэффициенти,  $m^2/c$ ;

$$D_* = d_{cp} \left[ \frac{(S - 1)g}{v^2} \right]^{1/3} \quad (10)$$

$$T = \frac{(u'_*)^2 - (u'_{*kp})^2}{(u'_{*kp})^2}, \quad (11)$$

бу ерда:  $u'_*$  - боғланмаган ғадир-будирлик динамик тезлиги;  $u'_{*kp}$  - Шильдс графиги бўйича аниқланадиган оқизиқлар ҳаракатининг бошланиши динамик тезлиги.

(9) формула бўйича ҳисобланган қийматларнинг экспериментал маълумотлар, Ван-Рейн, Хансен ва Аккерс-Уайт формулаларга кўра ҳисобланган қийматларнинг такқосланиши улар ўртасидаги яқинликни кўрсатди ва ишончли натижаларни берди (12-расм).

Ўзан оқимларида музаллақ оқизиқлар сарфини аниқлаш бўйича кўп катор боғланишлар орасида Ван-Рейн боғланиши ўзига хос ўринга эга.

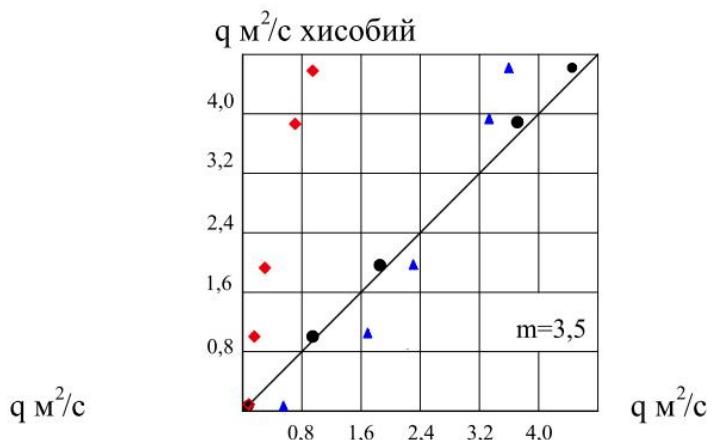
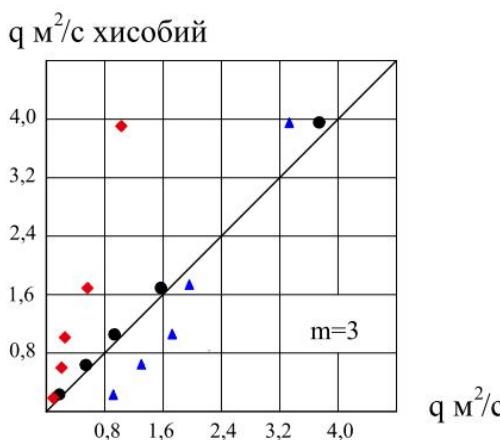
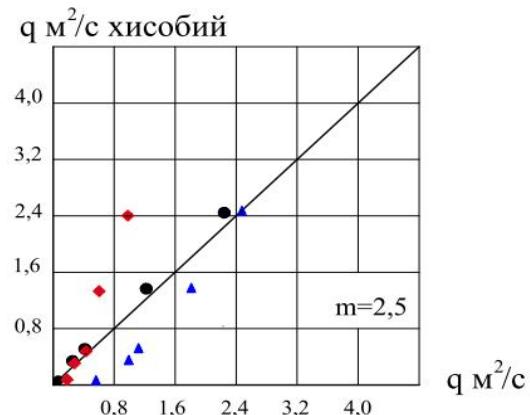
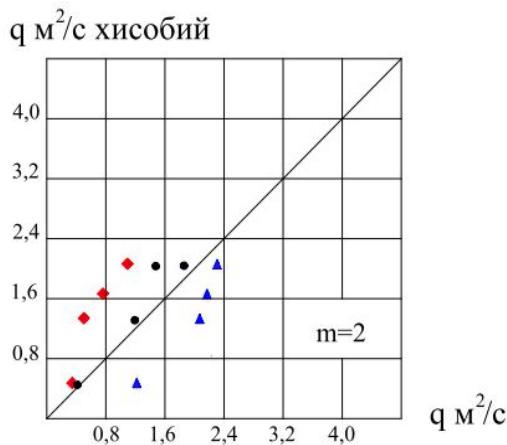
Ван-Рейннинг мualлақ оқизиқларни аниқлаш формуласи қуйидаги күришишга эга:

$$q_{myal} = F u_{\bar{y}p} h_{\bar{y}p} C_a \quad (12)$$

бу ерда:  $C_a$  - мualлақ оқизиқлар концентрацияси;  $F$  - мualлақ оқизиқлар транспорти параметри, бунда:

$$F = \frac{\left(\frac{a}{h_{\bar{y}p}}\right) - \left(\frac{a}{h_{\bar{y}p}}\right)^{1,2}}{\left(1 - \frac{a}{h_{\bar{y}p}}\right)^z} ; \quad z' = \frac{w_{myal}}{\beta \aleph u_*} + \varphi \quad (13)$$

бу ерда:  $\aleph$ - карман домийси;  $u_*$  - динамик тезлик;  $a$  -хисобий сатх.  $z$  -мualлақлык параметри.



**12-расм. (9) формулага кўра ҳисобланган қийматларнинг қуйидаги мualлифларнинг формулалари бўйича ҳисобланган қийматлари билан таққослаш:**

● -Van-Reyn      ♦ - Akkerse-Yait      ▲ - Энгелунд-Хансен

Муаллақ оқизиқлар сарфига оқим лойқалигининг таъсирини аниклаштириш мақсадида лаборатория ва натураларда тажрибалар ўтказилди, уларнинг ўтказиш услублари диссертациянинг 2-бобида батафсил баён этилган.

Тўғри бурчакли металл лоток ичида ён томон қияликлари  $m=2,0; 2,5; 3,0; 3,5$  бўлган қумли ( $d = 0,67...2.0 \text{ mm}$ ) трапецея канали моделининг белгиланган створ чуқурликлари нуқталаридан лойқалик намуналари олинди.

Солишириш натижаси лаборатория маълумотларининг мавжуд формулалари бўйича ҳисобланган қийматлардан катта эканлигини кўрсатди. Бунинг сабаби, Ван-Рейн тажрибалари тўғри бурчакли кенг ўзанларда ўтказилган, тажрибаларда эса трапецея шаклдаги каналларда ўтказилган. Трапецея каналларнинг гидравликаси тўғри бурчакли каналлардагидан анча фарқ қиласди.

Буни назарда тутиб, туб ости оқизиқлар сарфини аниклашдагидек, муаллақ оқизиқлар концетрациясига ҳам  $\chi / B$  нисбатни ҳисобга олиш керак экан. Ван-Рейн муаллақ оқизиқлар концентрациясини аниклайдиган боғланишга ушбу нисбатни киритиб ва у қуидаги кўринишда ёзилади:

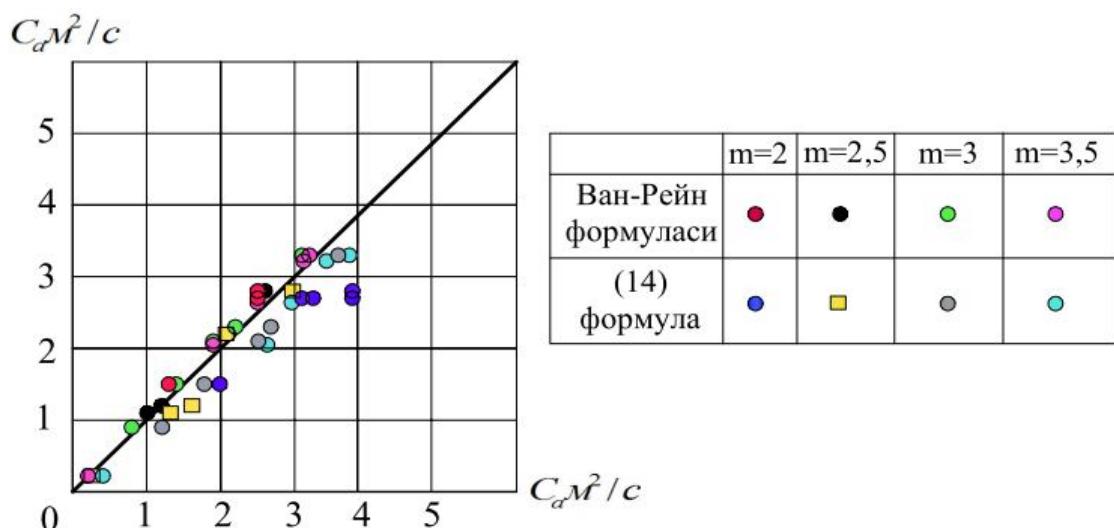
$$C_a = 0,015 \chi / B \frac{d_{50}}{a} \frac{T^{1,5}}{D_*^{0,3}} \quad (14)$$

бу ерда:  $T$ -ўлчамсиз коэффициент сувнинг динамик тезликлари бўйича;  $D_*$ - ўлчамсиз коэффициент қаттиқ заррачалар учун.

Тавсия этилган (14) формула бўйича ҳисобланган қийматлар билан лаборатория тажриба маълумотлари ва Ван-Рейн формуласи қийматларининг солиширилиши ишончли натижаларни кўрсатди (13-расм).

Диссертациянинг **“Боғланмаган грунтли трапецеидаль каналларнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлари транспортини ҳисоблариiga доир тавсиялар”** номли тўртинчи бобида назарий ва экспериментал жиҳатдан асосланган ҳисобий усулларни яратиш мақсадида ҳосил қилинган боғланишларнинг умумлаштирилиши келтирилган. Олинган тадқиқот натижалари “Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси“ тизимидағи “Миришкор” магистрал каналида жорий этилди.

Боғланмаган грунтли трапецеидаль каналлардаги оқимнинг ювмаслик тезликлари, оқизиқлар сарфи ва оқизиқлар концентрацияларининг такомиллашган ҳисоб усуллари таклиф этилган. Бу юқорида келтирилган такомиллашган ҳисоблаш усуллари асосидан тавсиялар ишлаб чиқилган.



**13-расм. Тавсия этилган формуланинг қиёсий таҳлили**

Диссертацияда олдинги бобларда хосил қилинган боғланишларни муаллифнинг назарий ва экспериментал тадқиқот натижалари билан тасдиқланган ҳамда ҳисоб алгоритмларини ўзига мужассам этган такомиллашган ҳисоб усулларини тавсия қилиш мақсадиди келтирилган.

Ҳисобнинг ҳамма схемалари нисбий эни  $(B/h) < 10$  бўлган трапецеидал каналлар учун ўринли бўлади.

## ХУЛОСА

“Боғланмаган грунтли каналларда критик тезликлар ҳисобини такомиллаштириш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қўйидаги хulosалар тақдим этилди.

1. Олиб борилган назарий ва экспреминтал тадқиқотлар таҳлилидан каналлар қиялигининг ўзан морфометрик кўрсатгичларига таъсири мавжудлиги аниқланди. Турли тезликларда лойиҳаланиладиган каналларда ўзан ён томони қияликларида тезлик ва тангенциал кучланишларнинг тақсимланишини ўрнатиш муҳим аҳамиятга эканлиги асосланди.

2. Боғланмаган грунтли каналлардаги сув оқимининг ювмаслик тезликлари учун Ц.Е.Мирцхулаванинг ҳисобий боғланишлари ҳар хил қиялик коэффициентларини ҳисобга олиб такомиллаштирилган.

3. Боғланмаган грунтли каналларнинг ҳар хил қиялик коэффициентларида оқизиқ транспорти бўйича ўтказилган лаборатория тадқиқотлари натижасида туб ости оқизикларнинг сарфини ҳисоблаш усули такомиллаштирилган

4. Боғланмаган грунтли каналларнинг ҳар хил қиялик коэффициентларида лаборатория ва дала шароитидаги тадқиқотлар натижасида муаллақ оқизикларнинг сарфини ҳисоблаш усули такомиллаштирилган.

5. Оқимнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар транспорти бўйича бажарилган тахлил ва эксперимент натижаларини қайта ишлаш асосида канал ишончли иш режимини таъминлайдиган морфометрик боғланишлар олинган

6. Ўтказилган экспериментал тадқиқот натижалари, олинган боғланишлар асосида боғланмаган грунтли трапецеидаль каналлардаги оқим ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар транспортининг ҳисоблаш усули такомиллаштирилди. Бу эса каналларнинг деформацияларини прогнозлаш имконини берди.

7. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида боғланмаган грунтли каналлардаги оқимнинг ювмаслик тезликлари ва оқизиқлар гидравлик ҳисоблари бўйича тавсиялар Аму-Қашқадарё ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли каналларда фойдаланишга топширилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ  
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА**

---

**КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ЛАТИПОВ ШАХБОЗ АЛИШЕР УГЛИ**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА КРИТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ  
КАНАЛОВ В НЕСВЯЗНЫХ ГРУНТАХ**

**05.09.07- Гидравлика и инженерная гидрология**

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

**Ташкент – 2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.4.PhD/T1688

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (речом)) размещен на веб-странице по адресу ([www.tiame.uz](http://www.tiame.uz)) и на Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" по адресу ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz))

Научный руководитель:

Эшев Собир Саматович

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Махмудов Илхомжон Эризарович

доктор технических наук, профессор

Шаазизов Фаррух Шоакбарович

кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский Архитектурно-строительный институт

Защита диссертации состоится «8 января 2021 г 16<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по адресу: 100000, г.Ташкент, ул. Кары-Ниязий д.39  
Тел: (+99871)-237-19-61, 237-22-09, факс: (+99871) 237-54-79. e-mail: admin@tiame.uz

С докторской диссертацией (PhD) можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (зарегистрировано №53). Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары-Ниязий д.39. Тел. (+99871)-237-19-45  
e-mail: admin@tiame.uz

Автореферат диссертации разослан  
(протокол рассылки № 2 от «12 января 2020 года)



Т.З.Султанов

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

А.А.Янгиев

Учёный секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

Д.Р.Базаров

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

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире одним из критериев оценки качества воды, забираемой из речных гидроузлов для использования в различных отраслях экономики, является количество донных наносов, впадаемых в канал. Несмотря на имеющиеся в большом количестве научных исследований по рассматриваемой проблеме, в настоящее время большое значение придается движению наносов в открытых руслах, исследованиям кинематических и динамических их параметров. Особое внимание уделяется совершенствованию способов расчета расхода наносов и неразмывающей скорости потока в необлицованных проектируемых и эксплуатируемых каналах. В этой связи в США, Германии, Нидерландах, Франции, России, Китае, Узбекистане и других странах особое внимание уделяется разработке эффективных методов расчета проектирования, строительства и надежной эксплуатации грунтовых каналов с учетом различных факторов, приводящих к возникновению поперечных и продольных деформаций.

Особое внимание в мире уделяется целенаправленным научно-исследовательским работам, направленным на изучение деформации грунтовых каналов и предотвращению этих негативных последствий. В этой связи, на сегодняшний день, одной из проблемных задач является разработка новых методов и технологий повышения транспортирующей способности водного потока в деформируемых каналах, учет различных факторов, влияющих на деформацию русла.

В настоящее время в республике ведутся обширные мероприятия по проектированию и эффективной эксплуатации ирригационных грунтовых каналов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы намечены задачи в том числе, “развитие мелиорации и ирригационных объектов, для повышения конкурентоспособности национальной экономики”.<sup>2</sup> Решение данных задач, в период дефицита, в том числе одной важных задач является проведение научно-исследовательских работ, направленных на разработку рациональных методов проектирования и эффективной эксплуатации, на основе учета водных ресурсов возникающих повреждений, отказов и аварий, а также напряженно-деформационных процессов в работе гидротехнических сооружений грунтовых ирригационных систем.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № 4947 “О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан” и Постановлении Президента от 25 сентября 2017 года № ПП-3286 “О мерах по дальнейшему

---

<sup>2</sup> 2017 йил 7 февралдаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947-сонли “Ўзбекистон республикасини янада ривожлантириш бўйича харакатлар стратегияси тўғрисида”ги фармони

совершенствованию системы охраны водных объектов” и № ПП-3405 от 27 ноября 2017 г. “О Государственной программе развития ирригации и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель на 2018-2019 годы”, Постановлении Кабинета Министров от 21 января 2014 года № 13 “Об утверждении Программы по стабилизированному и безопасному пропуску вод по водотокам Республики Узбекистан на 2014-2015 годы и на перспективу до 2020 года” и других нормативно-правовых документов, имеющих отношение к данной деятельности.

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

**Степень изученности проблемы.** Исследования, посвященные деформационным процессам, возникающим в русле открытых водотоков, рассмотрены в работах ряда ученых. Теоретическими и экспериментальными исследованиями русловых процессов занимались С.Х.Абальянц, С.Т.Алтунин, И.И.Леви, М.А.Великанов, В.Н.Гончаров, И.В.Егизаров, И.Ф.Карасев, В.М.Маккавеев, Г.И.Шамов, А.Н.Гостунский, Н.А.Ржаницын, Г.В.Железняков, А.В.Караушев, В.Кнороз, Н.В.Гришанин, К.И.Россинский, Н.А.Михайлов, Аккерс-Уайт, Ц.Е.Мирцхулава, Ю.А.Ибадзаде, Х.Ш.Шапиро, В.С.Лапшенков, Х.А.Ирмухамедов, Б.Е.Тузов, М.Р.Бакиев, А.М.Арифжанов, А.Шильдс, Р.Бэгнольд, Ван-Рейн, Мейер-Петер, Г.Эйнштейн, П.Томсон и др.

В Республике достигнуты значительные научные достижения по изучению транспортирующей способности наносов в открытых каналах. По гидравлическому расчету деформируемых русел отмечены работы С.Х.Абальянца, В.С.Алтунина, Ц.Е.Мирцхулава, Е.К.Рабковой, А.М.Мухамедова, К.Ш.Латипова, Р.М.Каримова, Э.Ж.Махмудова, А.М.Арифжанова, Д.Р.Базарова, С.С.Эшева, А.М.Фатхуллаева, Х.Х.Исакова, Х.Х.Ишанова и др, которые в настоящее время широко применяются в ряде проектов.

В настоящее время в республике существует ряд выполненных исследований по деформации грунтовых ирригационных каналов, но они не полностью охватывают все факторы, влияющие на их деформацию. В недостаточной степени изучены процессы совершенствования расчета транспорта наносов и неразмывающей скорости потока в открытых грунтовых каналах

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Каршинского инженерно-экономического института по теме 5/2016 – “Разработка рекомендаций по повышению эффективности решения научно-технических задач гидротехнических

сооружений и насосных станций” (2016-2019) и хозяйственного договора 56/19 “Применение усовершенствованных расчетов при проектировании водохозяйственных объектов” (2019-2020).

**Цель исследования** состоит в совершенствовании методов расчета критических скоростей и расхода наносов в деформируемых грунтовых каналах.

**Задачи исследования:**

анализ существующих методов расчета критических (неразмывающих) скоростей и расхода наносов в руслах;

лабораторные исследования неразмывающих скоростей и расхода наносов потока в каналах с различными заложениями откосов;

совершенствование гидравлической модели неразмывающих скоростей и расхода наносов каналов в несвязных грунтах;

совершенствование методов расчета неразмывающих скоростей и расхода наносов каналов в несвязных грунтах;

разработка рекомендаций по расчету неразмывающих скоростей каналов и расхода донных и взвешенных наносов в несвязных грунтах;

**Объектом исследования выбраны** каналы «Миришкор» и Каршинский магистральный канал на территории Кашкадаргинской области

**Предмет исследования:** кинематическая структура потока, неразмывающие скорости каналов в несвязных грунтах, транспорт донных и взвешенных наносов.

**Методы исследования.** В процессе исследования использованы метод статистического расчёта результатов экспериментальных исследований, уравнения гидродинамики, выражающих движение потока.

**Научная новизна исследования состоит в следующем:**

усовершенствован метод расчета неразмывающих скоростей в каналах с несвязным грунтом при различных значениях коэффициента заложения откосов;

усовершенствован метод расчета расхода донных наносов в русле каналов с учетом различных значений коэффициентов заложения откосов;

усовершенствован метод расчета расхода взвешенных наносов с учетом изменчивости коэффициентов заложения откосов каналов;

обосновано определение морфологических связей с учетом критической скорости и расхода наносов каналов в несвязных грунтах.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

разработан метод расчета неразмывающих скоростей потока воды в несвязных грунтах с учетом коэффициента заложения боковых откосов;

усовершенствована гидравлическая модель определения расхода донных и взвешенных наносов с учетом коэффициентов заложения откосов каналов в несвязных грунтах;

получена зависимость для определения концентрации взвешенных наносов каналов в несвязных грунтах с учётом коэффициента заложения откосов канала;

разработаны рекомендации по определению неразмывающих скоростей каналов в несвязных грунтах с учетом коэффициента заложения откосов;

разработаны рекомендации для расчёта расхода донных и взвешенных наносов каналов в несвязных грунтах с учетом коэффициента заложения откосов.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность результатов исследования подтверждается использованием общепринятых законов физики и апробированных математических методов; соответствием предложенных методов расчета деформаций с данными, полученными в лабораторных и натурных условиях; сопоставлением расчетных данных с натурными данными, а также данными других исследователей.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании методов расчета критических скоростей потока воды и расхода донных и взвешенных наносов, в определении концентрации взвешенных наносов каналов в несвязных грунтах с различными заложениями откосов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в обеспечении гидравлической эффективности и эксплуатационной надёжности каналов в несвязных грунтах, в достижении экономической эффективности за счет уменьшения возникающих деформаций, повышения пропускной и транспортирующей способности потока, а также с учётом других факторов, в достижении сокращения строительных и эксплуатационных расходов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов по совершенствованию расчета неразмывающих скоростей потока и расхода наносов каналов в несвязных грунтах:

метод расчёта неразмывающих скоростей каналов в несвязных грунтах внедрен в канале «Миришкор» (справка № 04/20-2466 от 26 августа 2020 года.Министерства водного хозяйства) в составе Аму-Кашкадаргинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве водного хозяйства. В результате создана возможность повышения пропускной способности на 5-6%, на основе использования метода расчета транспорта наносов;

метод расчета расхода донных наносов в русле грунтовых каналов внедрен в канале Миришкор в составе Аму-Кашкадаргинского бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве водного хозяйства (справка № 04/20-2466 от 26 августа 2020 года.Министерства водного хозяйства) В результате создана возможность оценки процесса заилиения в каналах;

морфологические зависимости в несвязных грунтах каналов с учетом расхода наносов и критических скоростей потока использованы при проектировании каналов проектными институтами по АО “УЗГИП” и “Гидропроект” при Министерстве водного хозяйства (справка № 04/20-2466 от 26 августа 2020 года. Министерства водного хозяйства) В результате, при проектировании каналов уменьшен деформационный процесс в и создана возможность повышения эффективности на 10-15 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данных исследований были обсуждены и одобрены в международных, республиканских и институтских конференциях, в том числе 2 статьи в международных и 7 статей в республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 21 научных работ. Из них, 1 монография, 4 статьи в научных изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 2 статьи в зарубежных и 2 статьи в республиканских журналах. А также, опубликованы 3 статьи в журналах, зарегистрированных на базе Scopus, 2 статьи в журналах с высокими импакт факторами и получено свидетельство для программы ЭВМ.

**Структура и объём работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертационной работы составляет 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, объект и предмет исследований. Указано соответствие выполненных исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследований. Обоснована достоверность полученных результатов, изложены научная и практическая необходимость. А также приведены краткие сведения о внедрении результатов, апробация работы и опубликованных работ, также по структуре диссертации.

В первой главе диссертации “**Анализ методов расчета неразмывающих скоростей и транспорта наносов в каналах**” приведен аналитический анализ теоретических и практических работ ученых по изучению общих деформаций в открытых руслах.

В диссертации приводятся существующие классификации и основные требования к проектированию открытых грунтовых каналов и изложена возможность применения их на практике

В настоящее время для оценки устойчивости открытых каналов применяют ряд методов: в том числе методов следующие методы: неразмывающие скорости и влекущая (тангенциальные напряжения) сила.

При оценке процессов в русле каналов в частности в несвязных грунтах изложена надобность учёта донных и взвешенных наносов.

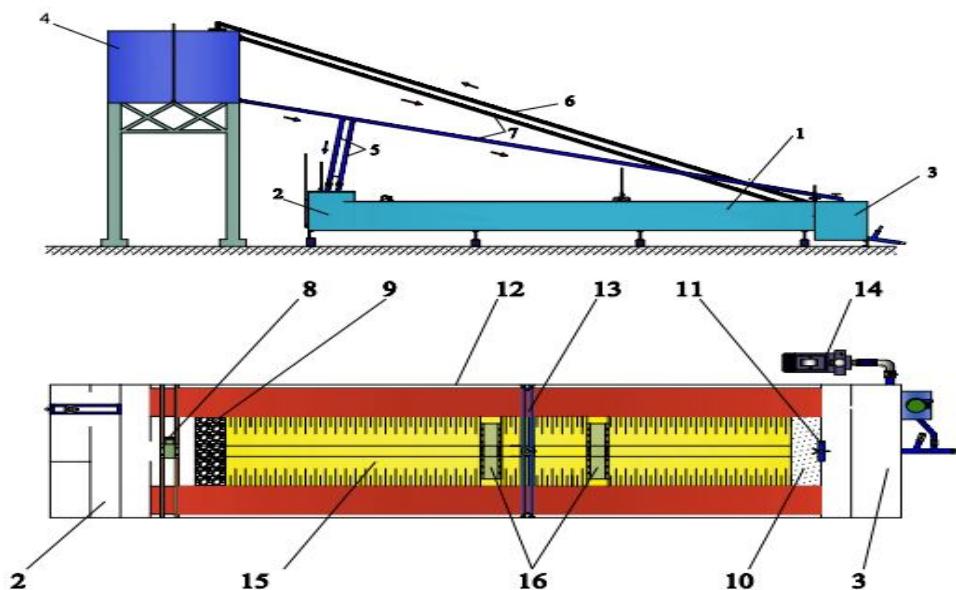
Несмотря на ряд разработок в этих направлениях возникает необходимость совершенствования методов расчета с учетом ряда факторов характеризующих неразмывающие скорости и транспорт наносов. На основе анализа выполненных исследований в этой области намечены цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации “**Установки и методы проведения экспериментальных исследований** приведены описание лабораторных установок, последовательность проведения и обработка результатов экспериментальных исследований.

Лабораторные исследования проводились в лаборатории Каршинского инженерно-экономического института.

Экспериментальные исследования проведены с целью определения неразмывающих скоростей, расхода донных и взвешенных наносов и концентрации наносов трапецидальных каналов в несвязных грунтах с различными откосами.

В этой главе описывается методика гидравлического моделирования исследуемых процессов. Процесс моделирования равномерного движения в каналах проводится исходя из обеспечения трех условий ( $Fr = idem; C = idem; i = idem$ ), которые включают моделирование силы тяжести (по числу Фруда) и силы трения (по числу Рейнольдса).



**Рис.1. Схема гидравлического лотка:**

1-лоток, 2-головная часть лотка, 3-нижний резервуар, 4-верхний резервуар, 5-подводящий трубопровод, 6-напорный трубопровод, 7-сбросные трубопроводы, 8-решётка, 9-каменная наброска, 10-улавливающий «карман», 11-затвор, 12-металлические рельсы, 13-тележка, 14-насосы, 15-модель деревянного трапецидального канала, 16-металлические коробки для грунта

Экспериментальные исследования по установлению размывающих скоростей потока воды проводились в металлическом гидравлическом лотке. В лотке располагалась модель деревянного трапецидального канала (15) со следующими размерами (рис.1, 2): длина - 11,5 м; ширина по дну - 0,15 м; боковые откосы  $m = 2; 2,5; 3; 3,5$ .

На боковых откосах и на дне модели канала устроены гнезда для размещения металлических кассет – 16 с размерами 0,33; 0,15; 0,10 м на откосе и 0,15; 0,15; 0,10 м в центральной части дна канала. В кассетах укладывались исследуемые грунты. В этой модели проводились экспериментальные исследования для установления неразмывающих скоростей потока воды при различных боковых откосах (рис.2) и эксперимент считался законченным, когда с поверхности грунта полностью вымывался выступающий слой толщиной грунта в 2 мм (рис. 3).



**Рис.2.Модель трапецидального канала:**

1- деревянный канал; 2 - съемные  
металлические коробки



**Рис.3. Размыв несвязного  
грунта**

Глубина потока измерялась лазерным измерителем и шпиртцем с шаблоном, скорости по вертикали потока измерялись с помощью измерителя скорости воды (микровертушкой) «ИСВ 01».

Экспериментальные исследования по транспорту наносов в трапецидальных каналах проводились также в гидравлическом лотке. С целью изучения этой проблемы проведены эксперименты в каналах в несвязных грунтах с боковыми откосами  $m = 2; 2,5; 3; 3,5$ . В целях изучения транспорта взвешенных и донных наносов в каналах с несвязными грунтами проведены несколько экспериментов

Модель канала с различными боковыми откосами выполнялась с помощью металлического планировщика, монтируемого на передвижной тележке (рис. 4). В конце модели канала расположен специальный «карман» для улавливания поступающих наносов.

Для осуществления мутности потока воды в передней части модели канала монтировалась специальная установка, в качестве смесителя грунта (рис.5).

При проведении лабораторных исследований по определению донных наносов, одновременно исследовали также мутность потока.

Были проведены натурные исследования с целью оценки влияния выше перечисленных факторов на пропускную способность на участках ПК 245 и ПК 720 канала «Миришкор» Кашкадаргинской области.



**Рис.4. Модель трапецидального канала из несвязного грунта**



**Рис.5. Установка смеситель**

#### **Полученные данные по исследованию мутности канала Миришкор (июль, 2018 г.)**

**Таблица-1.**

№	Место взятия проб	$h$ , м	Мутность, г/л		
			Правый берег	Центр	Левый берег
1	ПК 657+50 головной части КМК	0,72	1,021	1,036	1,025
		1,46	1,018	1,032	1,021
		2,20	1,016	1,031	1,019
		2,93	1,012	1,026	1,015
		3,66	1,009	1,024	1,017
2	ПК 245	0,74	1,011	1,014	1,012
		1,49	1,007	1,012	1,011
		2,32	1,005	1,009	1,011
		2,98	1,002	1,009	1,009
		3,72	1,002	1,007	1,009
3	ПК 720	0,68	1,010	1,016	0,985
		1,36	1,007	1,014	0,979
		2,04	1,005	1,011	0,972
		2,72	1,003	1,009	0,969
		3,4	1,002	1,008	0,965

При измерении мутности взвешенных наносов использованы батометр-бутилка, установленная на штанге ГР-16 и батометр Молчанова. Взяты пробы мутности воды с помощью батометра на глубинах ( $0,2h$  и  $0,8h$ ) в

намеченных точках вертикалей скорости. Трасса канала в основном лежит в песчаных грунтах. Фракционный состав проб песчаных грунтов, взятых с пикетов ПК 245 и ПК 720, определен в испытательной лаборатории регионально проверочной инспекции строительства Кашкадарьинского вилоята

На устойчивость частиц грунта к размыву заметное влияние оказывает присутствие в потоке мелких и коллоидных частиц. Известно, что присутствие в потоке мелких частиц приводит к колматации дна, вследствие чего донные грунтовые частицы приобретают связность, в результате этого они размываются при более высоких скоростях.

По результатам анализа проведенных натурных исследований в течении лет изменчивость расхода происходит при разных гидравлических параметрах канала, которые, в свою очередь, приводят к активизации деформационных процессов (рис.6, 7).

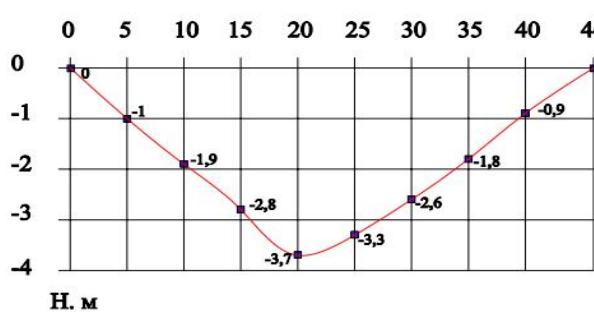


Рис.6. Поперечное сечение канала Миришкор на ПК 245

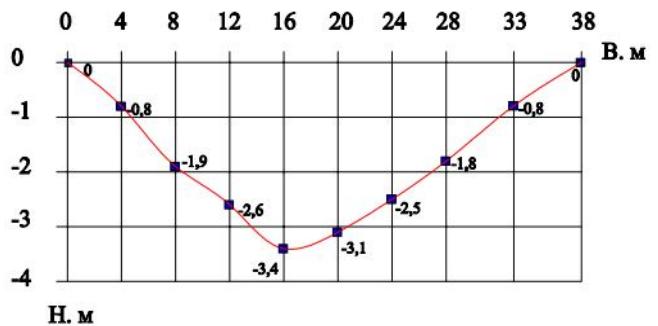


Рис.7. Поперечное сечение канала Миришкор на ПК 720

В третьей главе диссертации **Совершенствование методов гидравлического расчета расхода наносов и неразмываемости потока каналов в несвязных грунтах** приведены результаты проведенных экспериментальных исследований по оценке влияния стационарного потока на деформацию грунтовых трапецидальных каналов.

Для расчета неразмывающей скорости потока в несвязных однородных грунтах выбраны как основа разработки Ц.Е.Мирзхулова.

Для исследования в лабораторных условиях в качестве несвязного грунта использован песок с диаметрами  $d \leq 0,315\text{мм}$ ;  $0,315 < d \leq 0,63\text{мм}$ ;  $0,63 < d \leq 1,25\text{мм}$ ;  $1,25 < d \leq 2,5\text{ мм}$ ;  $2,5 < d \leq 5,0\text{ мм}$ .

Определив размывающую скорость потока и учитывая следующее, имеем:

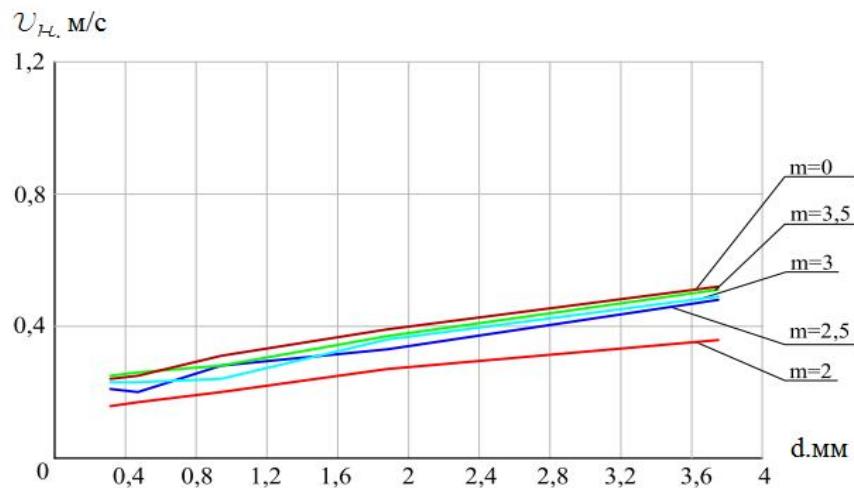
$$\vartheta_p = \sqrt{2}\vartheta_n, \quad (1)$$

далее определены неразмывающие скорости потока

$$\vartheta_n = \frac{\vartheta_p}{\sqrt{2}}. \quad (2)$$

где:  $\vartheta_p$ -размывающие скорости в канале;  $\vartheta_n$ -неразмывающие скорости в канале.

Опытами установлено, что с уменьшением среднего диаметра используемого в модели грунта, значение неразмывающей скорости уменьшается (рис.8.)

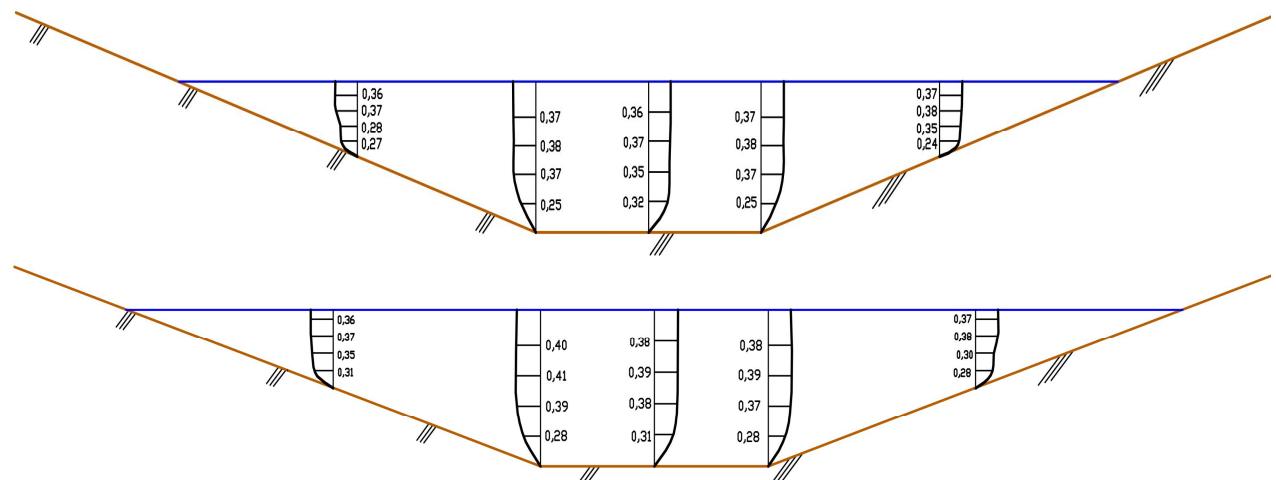


**Рис.8. График зависимости неразмывающих скоростей потока на дне и боковых откосах канала от размера частиц несвязного грунта**

Построенные графики на 8 отличаются между собой разновидностью боковых откосов.

По результатам опытных данных построены эпюры распределения скоростей по глубине потока (рис.9).

Из этих эпюр видно, что при различных режимах потока характер изменения скорости по глубине потока сохраняется. Во всех экспериментах наименьшая неразмывающая скорость потока наблюдалась на дне русла. На глубине  $0,6h$  от поверхности потока скорость движения воды имеет наибольшее значение.



**Рис.9. Распределение скоростей по глубине водного потока**

В проведенных опытах наблюдалось, что наибольшие изменения скорости  $\vartheta$  и касательных напряжений  $\tau$  по ширине канала должны быть в области резких изменений в очертании формы, т.е. в угловой области

сопряжения дна и крутого откоса откоса с береговой зоной со свободной поверхностью.

После обработки опытных данных в условиях проведенного эксперимента, т.е. для различных заложениях откосов канала получены следующие корректировочные коэффициенты:

$$\left. \begin{array}{ll} \text{при } m = 0 & K_0 = 0.93 \\ \text{при } m = 2 & K = 0.76; \\ \text{при } m = 2.5 & K = 0.78; \\ \text{при } m = 3 & K = 0.83; \\ \text{при } m = 3.5 & K = 0.88; \end{array} \right\} \quad (3)$$

где:  $K_0$  и  $K$  - соответственно корректировочные коэффициенты учитывающие дно и боковые откосы канала.

По результатом проведенных исследований для дна канала найден среднее значение коэффициента равным  $K_0 = 0,93$  и его можно в дальнейшем принимать  $K_0 = 0,93$ .

Развивая исследования в этом направлении изменение коэффициента откоса канала, с учетом влияния неразмывающей скорости трапецидального канала, рекомендованы следующие выражения:

для дна:

$$g_{adm} = K_0 \left( \lg \frac{8,8h}{d_m} \right) \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (4)$$

$$g_{\Delta adm} = 1,25 K_0 \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (5)$$

для различных боковых откосов:

$$g_{adm} = K \left( \lg \frac{8,8h}{d_m} \right) \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (6)$$

$$g_{\Delta adm} = 1,25 K \sqrt{\frac{\gamma_c [g(\rho - \rho_\omega) d_m + 2C_{yn} k_c]}{0,22 \rho_\omega \gamma_g}}; \quad (7)$$

На основе анализа проведенных исследований определена следующая взаимосвязь между параметрами  $K / K_0$  и соотношением параметров русла  $B / \chi$  (рис.10):

$$\frac{K}{K_0} = f \left( \frac{B}{\chi} \right),$$

где:  $B$  – ширина канала по верху;  $\chi$  - смоченный периметр.

Сделан анализ полученных опытных данных с применением методов статистики (коэффициент корреляции  $R^2 = 0,96x^{0,25}$ ) и в результате получена следующая зависимость:

$$\frac{K}{K_0} = 0,96 \left( \frac{B}{\chi} \right)^{0,25} \quad (8)$$

Из рис.10 видно, с нарастанием соотношения  $K / K_0$  увеличивается и соотношение  $B / \chi$ .

Сравнение вычисленных значений неразмывающих скоростей потока по усовершенствованной формулой (4) с вычисленными значениями по формулам ряда других авторов дают удовлетворительные результаты.

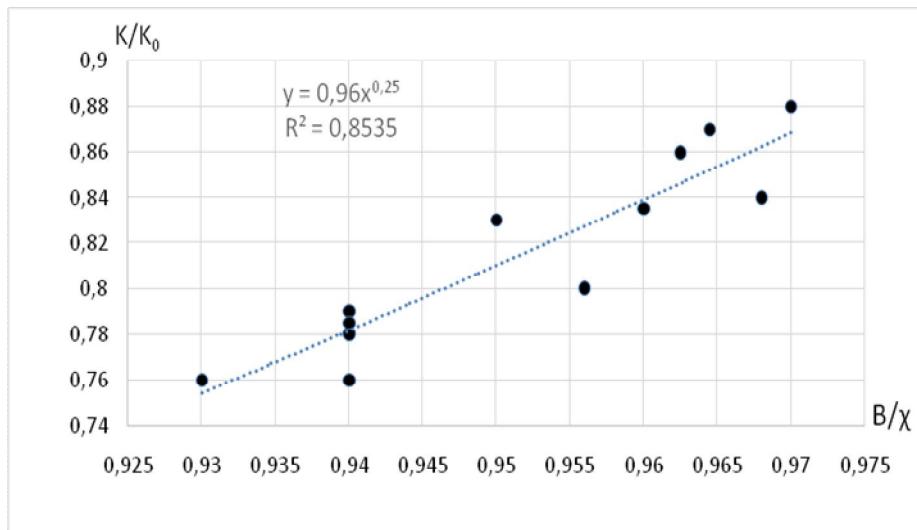


Рис.10. График зависимости  $\frac{K}{K_0} = f\left(\frac{B}{\chi}\right)$

Значения расчетных неразмывающих скоростей потока по формулам (4, 5, 6, 7) удовлетворительно согласуются со значениями, полученными в экспериментах, т.е. разница между ними составляет 10-15 % (рис.11).

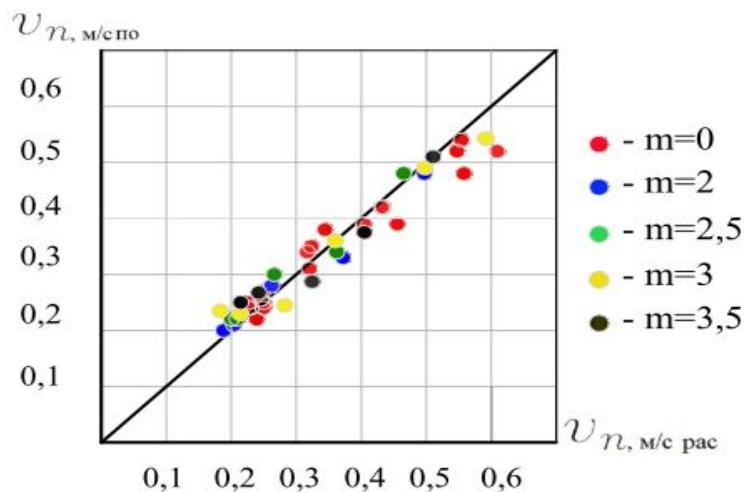


Рис.11. Сопоставление расчетных значений с формулами экспериментальных данных (4, 5, 6, 7.)

На следующем этапе исследований был изучен процесс транспорта наносов в трапецидальных каналах в несвязных грунтах.

Как сказала выше известно, для расчета транспортирующей способности потока, наносы разделяются на донные и взвешенные.

Для расчета транспорта наносов выбираем метод Ван-Рейна., этот метод выбран в качестве основы, так как является одним из эффективных и проверенных. Зависимость для определения расхода наносов, получена автором для условий широкого русла. Считаем, что этот метод, можно применять в условиях трапецидального канала, который существенно влияет на гидравлику потока.

Учитывая вышесказанное условие, в условиях трапецидального канала с боковыми откосами  $m=2,0; 2,5; 3,0; 3,5$ , на основе метода Ван-Рейна рассмотрена задача совершенствования метода расчета транспорта донных наносов.

Предположим, что на процесс транспорта потока в трапецидальных каналах существенное влияние оказывает соотношение смоченного периметра к ширине уреза канала, т.е.  $\chi/B$ , в этом отношении непосредственно учитывается боковой откос трапецидального канала.

После обработки полученных экспериментальных данных предположение о необходимости учета отношения  $\chi/B$  для расчета транспорта донных наносов подтвердилось.

Учитывая отношение  $\chi/B$ , получена следующая зависимость для определения удельного расхода донных наносов в условиях трапецидального канала:

$$q_{\text{дон}} = 0,053 \chi / B [(S-1)g]^{0,5} d_{cp}^{1,5} T^{2,1} / D_*^{0,3}. \quad (9)$$

где:  $S$  – относительная плотность наносов ( $\rho_{\text{в}} / \rho_{\text{н}}$ );  $g$  – ускорение свободного падения  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $v$  - коэффициент кинематической вязкости  $\text{м}^2/\text{с}$ .

$$D_* = d_{cp} \left[ \frac{(S-1)g}{v^2} \right]^{1/3} \quad (10)$$

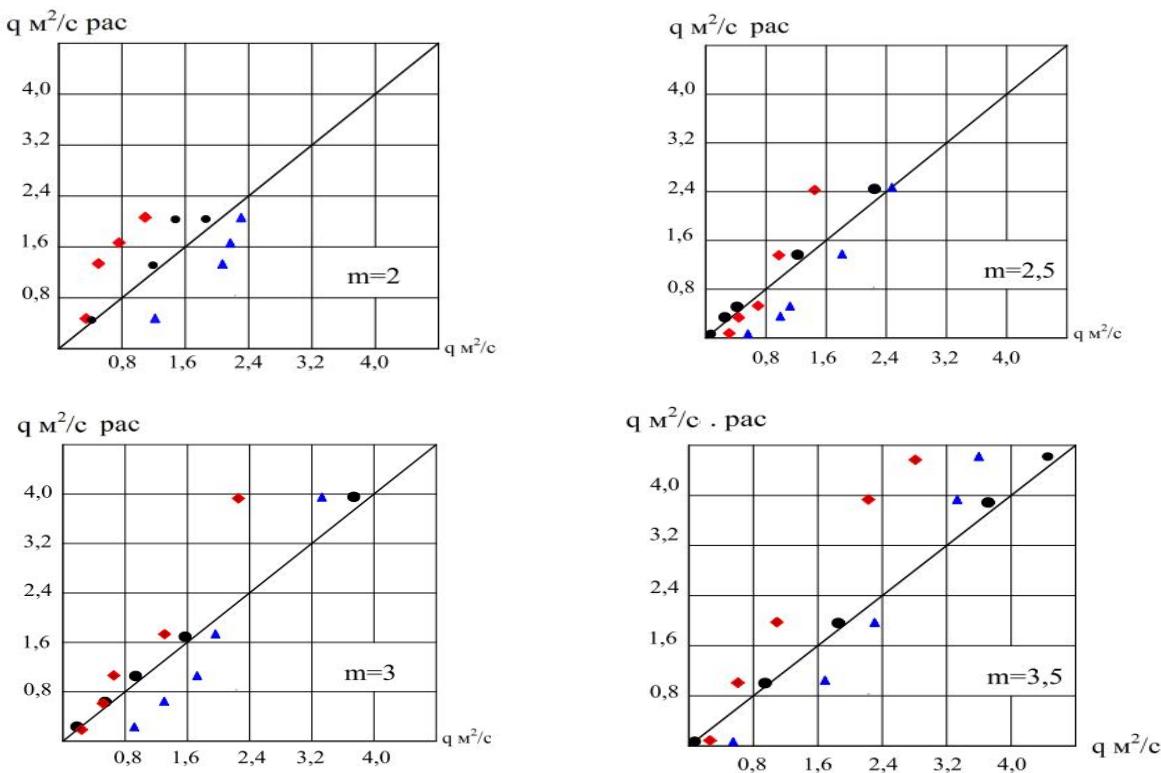
$$T = \frac{(u'_*)^2 - (u'_{*kp})^2}{(u'_{*kp})^2} \quad (11)$$

где:  $u'_*$  - несвязная динамическая скорость шероховатости;  $u'_{*kp}$  - динамическая скорость начала движения наносов, определяемая по кривой Шильдса.

Сопоставляя вычисленные значения по формуле (9) с экспериментальными данными и вычисленными по формулам Ван-Рейна, Хансена и Акерса-Уайта видно близость соотношений достоверность результатов (рис.12).

По определению расхода взвешенных наносов в потоке русла зависимость Ван-Рейна имеет следующий вид.

$$q_{\text{вз}} = F u_{cp} h_{cp} C_a, \quad (12)$$



**Рис.12. Сопоставление вычисленных значений по формуле (9) с вычисленными зависимостями других авторов:**

● -Van-Reijn      ♦ - Аккерс-Уайт      ▲ - Энгелунд-Хансен

где:  $C_a$  - концентрация взвешенных наносов;  $F$ - параметр транспорта взвешенных наносов, где:

$$F = \frac{\left(\frac{a}{h_{cp}}\right)^{z'} - \left(\frac{a}{h_{cp}}\right)^{1,2}}{\left(1 - \frac{a}{h_{cp}}\right)^{z'} (1,2 - z)}; \quad z' = \frac{W_{e3}}{\beta \aleph u_*} + \varphi \quad (13)$$

где:  $\aleph$ -постоянная Кармана;  $u_*$ -динамическая скорость;  $a$  – расчетный уровень;  $z$  – параметр взвешенности.

С целью уточнения влияния мутности потока на расход взвешенных наносов проведены лабораторные и натурные исследования которые изложены во второй главе диссертации.

Из точек глубин намеченного створа модели трапецеидального канала с разными боковыми откосами  $m = 2,0; 2,5; 3,0; 3,5$ , пролегающих в песчаных грунтах ( $d = 0,67...2,0 \text{мм}$ ) были взяты пробы мутностей.

Результаты сравнений данных лабораторных исследований с существующими вычисленными значениями по формуле Ван-Рейна оказались больше, это объясняется тем, что эксперименты Ван-Рейна проведены в широких прямоугольных руслах, а эксперименты проведены в

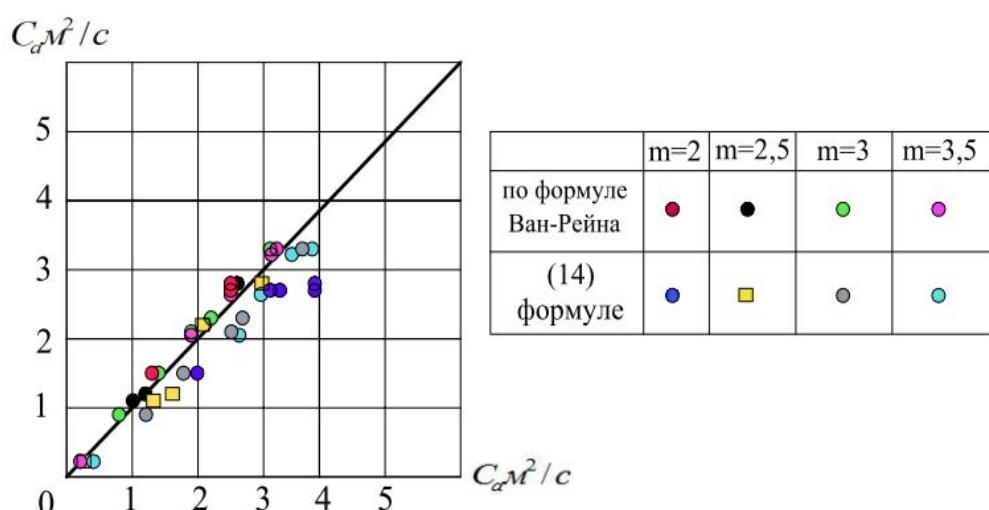
условиях трапецидального канала. Гидравлика трапецидального канала значительно отличается от прямоугольных каналов.

При определении расхода донных наносов для концентрации взвешенных наносов необходимо также вести учёт соотношения  $\chi/B$ . Введя это соотношение в зависимость концентрации взвешенных наносов Ван-Рейна записана в следующем виде:

$$C_a = 0,015 \chi / B \frac{d_{50}}{a} \frac{T^{1,5}}{D_*^{0,3}} \quad (14)$$

где:  $T$  - безразмерный коэффициент по динамической скорости потока;  
 $D_*$ - безразмерный коэффициент для твердых частиц

Сравнением значений, рекомендованных по формуле (14) с экспериментальными данными и значениями, рассчитанными по формуле Ван-Рейна получены достоверные результаты (рис.13).



**Рис.13. Сравнительный анализ предложенной формулы**

В четвертой главе диссертации “Рекомендации по расчетам неразмывающих скоростей и транспорта наносов потока трапецидальных каналах в несвязных грунтах” приведены обобщения полученных зависимостей с целью создания теоретических и экспериментально-обоснованных методов расчета. Полученные результаты исследования применены в магистральном канале «Миришкор» Аму-Кашкадаргинского бассейнового управления ирригационных систем.

Предложены усовершенствованные методы расчета неразмывающих скоростей, расхода наносов и концентрации наносов в трапецидальных каналах в несвязных грунтах. На основе этих вышеприведенных усовершенствованных методов расчета разработаны рекомендации:

Полученные в предыдущих главах диссертации зависимости подтверждены результатами теоретических и экспериментальных исследований приведены с целью разработки рекомендаций усовершенствованных методов расчета с помощью алгоритма.

Все расчётные схемы подходят для трапецидальных каналов с относительной шириной ( $B / h$ )  $< 10$ .

## ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) на тему “Усовершенствование расчета критических скоростей каналов в несвязных грунтах” представлены следующие выводы:

1. Анализом проведенных теоретических и экспериментальных исследований определено влияние откоса канала на морфометрические показатели русла. Обосновано важное значение установления распределения тангенциальных усилий и скорости в боковых откосах русел проектируемых каналов с различными скоростями.
2. Усовершенствованы расчетные зависимости Ц.Е. Мирцхулава с учётом различных коэффициентов откоса для неразмывающих скоростей потока водного каналов в несвязных грунтах.
3. В результате лабораторных исследований транспорта наносов при различных коэффициентах откоса каналов в несвязных грунтах усовершенствована методика расчета расхода донных наносов.
4. В результате лабораторных и натурных исследований при различных коэффициентах откоса каналов в несвязных грунтах усовершенствована методика расчета расхода взвешенных наносов.
5. На основе анализа и обработки результатов эксперимента по неразмывающим скоростям потока и транспорту наносов получены морфометрические зависимости, обеспечивающие надежный режим работы канала.
6. На основе результатов проведенных экспериментальных исследований полученных зависимостей усовершенствование метода расчёта неразмывающей скорости и транспорта наносов трапецидальных каналов в несвязных грунтах.
7. В результате проведенных исследований рекомендации по гидравлическому расчёту наносов и неразмывающей скорости потока каналов в несвязных грунтах переданы использованию в каналах при бассейновой ирригационной системе Аму-Кашкадары.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc. 03/30.12.2019. T.10.02 AT TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION  
AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

---

**KARSHI ENGINEERING ECONOMICS INSTITUTE**

**LATIPOV SHAKHBOZ ALISHER UGLI**

**IMPROVING THE CALCULATION OF THE CRITICAL SPEEDS OF  
CHANNELS IN INCOHERENT SOILS**

**05.09.07- Hydraulics and Engineering hydrology**

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

**Tashkent – 2020**

The subject of doctor of philosophy dissertation has been registered by the Supreme Attestation Commission by the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan B2020.4.PhD/T1688

The doctoral dissertation has been prepared at the Karshi engineering economic institute. The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on website ([admin@tiime.uz](mailto:admin@tiime.uz)) and of information-education portal «ZivoNet» at the address ([www.zivonet.uz](http://www.zivonet.uz)).

Scientific advisor: **Eshev Sobir Samatovich**  
Doctor of technical sciences, Professor

Official opponents: **Makhmudov Ikhom Ernazarovich**  
Doctor of technical sciences, Professor  
**Shaazizov Farrukh Shoakbarovich**  
Candidate of technical sciences, associate professor

Leading organization: **Tashkent architectural and construction institute**

Defence of the thesis will be held «3» Xorbap 2021 at 16<sup>00</sup> hours at the meeting of the Scientific council DSc 03/30 12 2019 T.10.02. at the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyoziy street, 39. Phone: (+99871) 237-19-61, 237-22-09, fax: 237-54-79 e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz))

The dissertation is registered in Information-resource center (IRC) of Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (registration number No 153) (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyoziy street, 39. Phone: (+99871) 237-19-45

Abstract of dissertation was sent «26» Oliyoy 2020 (register of the distribution protocol 17 2020)



**T.Z.Sultanov**

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

**A.A.Yangiev**

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

**D.R.Bazarov**

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

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

**The purpose of the research** is to improve the methods for calculating critical velocities and sediment discharge in deformable soil channels.

**The object of research** is the Mirishkor canals and the Karshi main canal in the Kashkadarya region.

### **The scientific novelty of the research is as follows:**

improved method for calculating non-erosion velocities in channels with non-cohesive soils at different values of the slope placement coefficient;

the method for calculating the discharge of bottom sediments into the channels of canals has been improved, taking into account different values of the slope setting factors;

the method for calculating the discharge of suspended sediment has been improved taking into account the variability of the slopes of the canals;

the determination of morphological relationships is substantiated taking into account the critical velocity and sediment discharge of channels in non-cohesive soils.

### **The practical results of the research are as follows:**

a calculation method has been developed to determine the non-eroding water flow rates in non-cohesive soils, taking into account the coefficient of side slopes;

improved hydraulic model for determining the discharge of bottom and suspended sediments, taking into account the coefficients of the lateral slopes of the channels of non-cohesive soils;

obtained dependently for determining the concentration of suspended sediment taking into account the coefficient of side slopes in cohesive soils;

recommendations were developed for determining the non-eroding water flow rates of canals in non-cohesive soils, taking into account the coefficient of side slopes;

recommendations were developed for calculating the discharge of bottom and suspended sediments of channels in non-cohesive soils, taking into account the coefficient of side slopes.

**Introduction of research results.** Based on the results of improving the calculation of non-eroding flow rates and sediment rate of channels in cohesive soils:

the method for calculating non-erosion canal velocities in cohesive soils has been introduced in the Mirishkor canal (reference No. 04/20-2466 dated August 26, 2020, of the Ministry of Water Resources) as part of the Amu-Kashkadarya Basin Administration of Irrigation Systems under the Ministry of Water Resources. As a result, it is possible to increase the throughput by 5-6%, based on the use of the method for calculating sediment transport;

the method for calculating the discharge of bottom sediments in the bed of soil canals was introduced in the Mirishkor canal as part of the Amu-Kashkadarya basin administration of irrigation systems under the Ministry of Water Resources

(certificate No. 04 / 20-2466 dated August 26, 2020. Ministry of Water Resources).silting in canals;

morphological dependences in cohesive soils of canals, taking into account sediment discharge and critical flow rates, were used in the design of canals by design institutes for JSC UZGIP and Hydroproject under the Ministry of Water Resources (reference No. 04 / 20-2466 of August 26, 2020. Ministry of Water Resources ) As a result, the deformation process in the design of the channels is reduced and the possibility of increasing the efficiency by 10-15% is created.

**Structure and scope of work.** The dissertation work consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, a list of used literature and applications. The volume of the the dissertation is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I бўлим (I часть; II part)**

1. Эшев С.С., Латипов Ш.А. Размывающая и транспортирующая способность водного потока каналов в зернистых грунтах. Монография. Тошкент: «VORIS NASHRIYOT», 2020. -154 с.
2. Эшев С.С., Гайимназаров И.Х., Латипов Ш.А. Влияние физико-механических характеристик несвязного грунта в процессе размыва каналов. Меморчилик ва қурилиш муаммолари. Илмий–техник журнал. Самарқанд.№4, 2018. –С. 107-110. (05.00.00; № 14).
3. S.S.Eshev, I.X.G'ayimnazarov, Sh.A.Latipov. The Calculation of the Parameter of Friction in Border Layer Not Fixed Flow. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 1, January 2019. –Pp. 7796-7800. (05.00.00; № 8)
4. Ибрагимов И.А., Латипов Ш.А. Ростланган дарё ўзанидаги гидравлик қаршиликлар. Инновацион технологиялар.№1 (37), 2020. -Б. 35-39 (05.00.00; № 38).
5. S.S.Eshev, A.N.Xazratov, A.R.Rahimov, Sh.A.Latipov. Influence of wind waves on the flow in flowing reservoirs. IIUM Engineering Journal, Vol. 21, No. 2. 2020 <https://doi.org/10.31436/iiumej.v21i2.1329>. -Pp. 125-132. (05.00.00; № 6)

**II бўлим (II часть; II part)**

1. Хазратов А.Н., Латипов Ш.А. Грунт ўзанли суғориш каналларини лойиҳалаш масалалари. Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари. Республика илмий-амалий анжумани материаллари. Тошкент 2018. –Б. 280-283.
2. Хазратов А.Н., Латипов Ш.А. Гидротехника қурилишида габион конструкциялардан фойдаланиш. Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари. Республика илмий-амалий анжумани материаллари. Тошкент 2018. –Б. 283-286.
3. Хазратов А.Н., Латипов Ш.А. Қарши магистрал каналидаги сув тақсимлаш жараёнини такомиллаштириш. Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари. Республика илмий-амалий анжумани материаллари. Тошкент 2018. –Б. 286-290.
4. S.S.Eshev, A.N.Xazratov, Sh.A.Latipov. The calculation of the parameter of friction in border layer of non-stationary flow. Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари. Республика илмий-амалий анжумани материаллари. Тошкент 2018. –Pp. 484-488.
5. S.S.Eshev, A.N.Xazratov, A.R.Rahimov, Sh.A.Latipov. The study of bottom sediments in streams with mixed movement of clarified flow. Academicia an International Multidisciplinary Research Journal Published by South Asian

**6.** S.S.Eshev, I.X.G'ayimnazarov, Sh.A.Latipov. On the calculation of the non-scouring velocities of a stationary water flow in channels lying in different soils. European science review, № 1-2, Vienna, 2019. -Pp. 145-148.

**7.** Эшев С.С., Авлақулов М., Латипов Ш.А. Расчет параметров живого сечения устойчивых ирригационных каналов. Научный мультитематический рецензируемый журнал (сетевое издание) «Научный исследования XXI века» №2(2), 2019. -С. 108-113.

**8.** Латипов.Ш.А. Лабораторные исследования неразмывающих скоростей потока каналов в зернистых грунтах. «Eurasia Science» XXV Международная научно-практическая конференция 15 ноября 2019 Научно-издательский «Актуальность.РФ» Сборник статей часть I Colltcted Papers XXV International Scientific-Practical conference <<Eurasia Science>> PART I Research and Publishing Center <<Actualnots.RF>>, Moscow, Russia November, 15, 2019 Moscow 2019.- С. 84-85.

**9.** Латипов Ш.А.,Эшев С.С, Иботов Р.К., Ҳикматов Ф.С. Исследование неразмывающих скоростей водного потока на дне и на откосе каналов в несвязных грунтах. Сув ва ресурсларидан оқилона фойдаланиш самарадорлигини ошириш мавзусидаги республика илмий-назарий анжумани материаллари. 2019. -С. 231-232.

**10.** Эшев С.С., Иботов Р.К., Ҳикматов Ф.С., Латипов Ш.А. К расчету определению доннқх наносов водотоков. Сув ва ресурсларидан оқилона фойдаланиш самарадорлигини ошириш мавзусидаги республика илмий-назарий анжумани материаллари. 2019. – С. 234-235.

**11.** Эшев С.С., Латипов Ш.А., Турдиев И. Расчёт откосов грунтового канала сложенных из несвязных грунтов Профессор-ўқитувчилар ва талабаларнинг “XXI аср–интелектуал ёшлар аси” шиори остидаги “Ижодкор ёшлар ва инновацион тараққиёт” мавзусидаги илмий-амалий анжумани тўплами. ТИҚММИ Бухоро филиали. 2019. –С. 163-164.

**12.** S.S.Eshev, I.X.G'oyibnazarov, A.R.Rahimov, Sh.A.Latipov. Generation of Wind Waves in Large Streams. International Jounal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 01, 2020. -Pp. 518-525.

**13.** Eshev S.S. Rahimov A.R, Latipov Sh.A Bobomurodov F.F. On the role of the influence of particle size distribution of bottom sediments on the conditions of the beginning of movement in watercourses. International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29, No. 9s. 2020. –Pp. 4049-4052.

**14.** Eshev S.S., Xazratov A.N., Latipov Sh.A. “Hydraulic calculations of earthen channels for reconstruction” International journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development. 2020. – Pp. 19-30.

**15.** Латипов Ш.А., Қувватов Ж. Особенности расчета транспорта донных наносов в условиях трапецидального канала. Innovative development of science and education. Abstracts of III International Scientific and Practical Conference Athens, Greece 24-26 May 2020. –С. 181-189.

**16.** Эшев С.С., Латипов Ш.А., Хамраев Н.З., Турсунова М.А. Программа «Расчета неразмывающих скоростей потока трапецидальных каналов в зернистых грунтах». Авторское свидетельство для ЭВМ № DGU 09357. Агентство интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. – Ташкент, 09.11.2020 г.

Автореферат “IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA” илмий журнали таҳририятида таҳирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (21.12.2020 йил)

Бичими 60x84  $\frac{1}{16}$  Рақамли босма усули. Times гарнитураси  
Шартли босма табоғи 3,5. Адади: 100.

“AKTIV PRINT” босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: Тошкент ш., Чилонзор мавзеси 25, 1A-й