

**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.41/30.04.2021.Т.131.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**ТУРАЕВ ШАМШИДДИН ЖЎРАҚУЛОВИЧ**

**СУҒОРИШ КАНАЛЛАРИ ЎЗАН ДЕФОРМАЦИЯСИ  
МОНИТОРИНГИНИ ГЕОАХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ АСОСИДА  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ (ДАРҒОМ КАНАЛИ МИСОЛИДА)**

**05.09.07-«Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси»**

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

**Тошкент – 2025**

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

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

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

**Тураев Шамшиддин Жўрақулович**

Суғориш каналлари ўзан деформацияси мониторингини геоахборот технологиялари асосида такомиллаштириш (Дарғом канали мисолида) ..... 3

**Тураев Шамшиддин Журақулович**

Совершенствование мониторинга деформации русел оросительных каналов на основе геоинформационных технологий (на примере канала даргом) ..... 21

**Turayev Shamshiddin Juraqulovich**

Improving the monitoring of irrigation canal bed deformation using geoinformation technologies (case study of the dargom canal) ..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ** ..... 42  
**List of published works** .....

**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.41/30.04.2021.Т.131.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**ТУРАЕВ ШАМШИДДИН ЖЎРАҚУЛОВИЧ**

**СУҒОРИШ КАНАЛЛАРИ ЎЗАН ДЕФОРМАЦИЯСИ  
МОНИТОРИНГИНИ ГЕОАХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ АСОСИДА  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ (ДАРҒОМ КАНАЛИ МИСОЛИДА)**

**05.09.07-« Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси»**

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

**Тошкент-2025**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация мануси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2025.3PhD/Т3409 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтида баҳарланган.  
Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш ва саҳифасида ([www.ismiti.uz](http://www.ismiti.uz)) ва "ZiyoNet" ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Исраимова Малика Раҳимбердиевна техника фанлари доктори, профессор
Расмий ошпонентлар:	Худайкулов Совет Ишанкулович техника фанлари доктори, профессор  Аҳмедходжаева Ифода Аҳмаджановна техника фанлари номзоди, профессор
Етакчи ташкилот:	Жиззах Политехника институти

Диссертация ҳимояси Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги Илмий даражалар берувчи DSc 41/30.04.2021.Т.131.01 рақамли илмий кенгашнинг «8» 11 2025 йил соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100187, Тошкент, Қорасун-4 маҳалlesi, 11 уй. Тел.: 994344328, e-mail: [ismiti@minwater.uz](mailto:ismiti@minwater.uz)).

Диссертация билан Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти библиотекасида ташишни мумкин (10 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100187, Тошкент, Қорасун-4 маҳалlesi, 11 уй. 71 202 47 85 Тел.: (90) 946-43-28).

Диссертация автореферати 2025 йил «20» 10 куни тарқатилди.  
(2025 йил «20» 10 даги 10 рақамли реестр баённомаси).



[Signature]  
И.Э.Махмулов  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

[Signature]  
У.А.Садиев  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш илмий котиби, (PhD),  
катта илмий ходим

[Signature]  
А.Ж.Сейтов  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси,  
т.ф.д., профессор

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Жаҳонда каналлар оқимининг шаклланиши ҳамда ўзан жараёнларида содир бўлиши мумкин бўлган ҳодисаларни мониторинг қилиб бориш, ўзан ва қирғоқ эрозиясининг канал гидрологик режимига таъсирини баҳолаш, замонавий технологиялар асосида ўзаннинг морфологик ҳолати мониторингини олиб бориш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатларда “сув ресурсларини самарали ва ишончли бошқариш, каналда ўзан жараёнларини мониторинг қилиб бориш дастурларини такомиллаштириш, ўзан эрозияси ҳамда лойқа босишининг олдини олиш алоҳида аҳамиятга эга”<sup>1</sup>. Бу борада, жумладан сувдан фойдаланувчилар ва сув истеъмолчиларига зарур сув миқдорини таъминлаш, канал ўзанида салбий оқибатларга олиб келадиган омилларини аниқлаш, рақамли технологиялардан кенг фойдаланиш асосида сув ресурсларини самарали ва ишончли бошқаришга алоҳида аэтибор қаратилмоқда.

Жаҳонда канал фойдали иш коэффициентини ошириш, сув йўллари деформацияси ҳолатларини прогнозлаш ва жорий, капитал таъмирлашларини ўз вақтида олиб бориш, каналда ўзан жараёнларининг мониторингини юритишда информацион технологиялар, сув сарфи ҳисобини юритиш ҳамда канал ўзанини ростлашнинг конструктив ечимларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, бетон ва ер ўзанли каналларда юз берадиган динамик жараёнларини аниқлашда рақамли технологияларни кенг жорий этиш, ўзан жараёнларини мониторинг ва башорат қилишда ГАТ технологияларидан фойдаланиш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, каналлардаги оқимнинг барқарор ва беқарор ҳаракатларида ўзан мустаҳкамлиги ва уларнинг деформацион жараёнларига таъсирини аниқлаш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда ирригация тизим каналлари техник ҳолатини яхшилаш, грунт ўзанли каналларни бетонлаштириш асосида беҳуда сув сарфини камайтириш, ўзан деформациясини аниқлаш технологияларни такомиллаштириш йўли билан самарали ишлашини таъминлаш бўйича тадқиқотлар ўтказиш ва уларни амалиётда қўллаш бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Хусусан 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси”<sup>2</sup> тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-60-сонли Фармони “Сув ресурсларини бошқариш тизимини тубдан ислоҳ қилиш ва сувни иқтисод қилиш бўйича алоҳида давлат дастурини амалга ошириш” бўйича муҳим вазифаларда, сувдан самарали ва ишончи фойдаланиш қатъий белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, ўзан жараёнлари деформациясини аниқлашнинг янги информацион технологиялари

<sup>1</sup> <https://cyberleninka.ru/article/n/er-suv-resurslaridan-samarali-foydalanishning-tashkiliy-i-tisodiy-asoslari/viewer>

<sup>2</sup> [Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон Фармони «2022 — 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси» тўғрисида](#)

тизимини такомиллаштириш, ГАТ технологиялари асосида ўзан жараёнлари мониторингини олиб бориш усуллари ишлаб чиқиш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли, 2020 йил 10 июлдаги “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6024-сонли Фармонлари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 1 апрелдаги “Сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича кечиктириб бўлмайдиган чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-107-сонли, 2024 йил 5 январдаги “Қуйи бўғинда сув ресурсларини бошқаришни тизимини такомиллаштириш ҳамда сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-5-сонли Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Каналдаги ўзан жараёнлари, қирғоқлар ва ўзан тубидаги деформация ҳолатлари, каналлар гидрологик режимининг эксплуатация даврида ўзгариш, суғориш каналларида сувнинг беҳуда сафини аниқлаш ва ўзан жараёнларининг мониторингини олиб бориш тизимини такомиллаштириш ва ўзан эрозиясининг дарё ва каналнинг гидрологик режимига таъсирини аниқлаш каби масалаларни ҳал қилишда бир қатор таниқли хорижий олимлар ўз ҳиссаларини қўшганлар. Жумладан, Воробьев А.Е., Орцухаева З.Ш., Алферова Н.Н., Чалов Р.С., Гришанин К.В., Барышников Н.Б. Великанов М.А., Львович М.И., Шикломанов И.А., Харченко С.И., Ландсберг Г.Г., Уайт Г., Муррай С.К., Невсоне Д.Х., Моуссли Н., Гловер Р.Э., Флорей Қ.Л., Икеда С. ва бошқа олимлар.

Олимлар: Денисов Ю.М., Махмудов Э.Ж., Чембарисов Э.И., Ҳикматов Ф.Ҳ., Бакиев М.Р., Махмудов И.Э., Икрамова М.Р., Арифжонов А.М., Фатхуллоев А.М. ва бошқалар томонидан очиқ ўзанли каналлардаги гидродинамик жараёнларни моделлаштириш, сув сарфи ва оқимини гидравлик ҳисоблаш усуллари такомиллаштириш ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш бўйича илмий-амалий тавсиялар ишлаб чиқиш устида илмий тадқиқот ишлари олиб борилган.

Олиб борилган тадқиқотлар, эришилган натижаларга қарамасдан суғориш каналларида ўзан деформация ва эрозияси жараёнларини замонавий информатсион технологиялар ёрдамида мониторингини олиб бориш, ГАТ технологиялари асосида такомиллаштириш ҳамда сув ресурсларини бошқаришнинг маъқбул усуллари ишлаб чиқиш, тезкор ва ишончли бошқаришни амалга ошириш билан боғлиқ илмий тадқиқот масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий ишлари режаси билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтининг “Дарғом канали эксплуатацион ишончлилигини оширишнинг илмий асосланган чора-тадбирларини ишлаб чиқиш” мавзусидаги хўжалик шартномаси (2023) доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:**

каналларда юз бераётган ўзан жараёнларини, яъни ўзанлар ювилиши ва лойқа босиши, қирғоқлар эрозияси каби ҳолатларни геоахборот технологиялари асосида мониторингини олиб бориш ҳамда сувни бошқариш самарадорлигини оширишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

суғориш каналларида ўзан деформацияси ва қирғоқлар эрозиясини ўрганиш ва бартараф этиш усуллари бўйича амалга оширилган илмий-тадқиқот ишларининг таҳлилини амалга ошириш

тадқиқот объекти - Дарғом магистрал канали гидрологик режимини ўрганиш, техник ҳолатини баҳолаш, ўзанининг морфологик параметрлари ва кинематик характеристикаларини аниқлаш ва таҳлил қилиш;

каналда натура ўлчовларини амалга ошириш, содир бўлиши мумкин бўлган авария ҳолатларини аниқлаш ҳамда ўзан бўйлаб максимал сув ўтказиш қобилиятини аниқлаш усулини такомиллаштириш;

каналда юз берадиган ўзан жараёнларини ГАТ технологиялари асосида моделлаштириш ва гидрологик режим ўзгаришлари динамикасини мониторингини олиб бориш усуллари такомиллаштириш;

канал ўзани деформацияси ва қирғоқлар эрозияси ҳолатини ҳамда лойқа босиш жадаллигини пасайтиришга йўналтирилган конструктив ечимлар ва чора-тадбирларни ишлаб чиқиш.

**Тадқиқот объекти:** Самарқанд вилоятидаги Дарғом магистрал канали.

**Тадқиқот предмети:**

Дарғом магистрал каналининг ишлаш режими, ўзан деформацияси, гидрологик жараёнлар, гидравлик ҳисоблар, гидротехник иншоотлар техник параметрлари ва элементлари, сувни бошқариш самарадорлигини амалга ошириш масалалари ҳисобланади.

**Тадқиқот усуллари:**

диссертация ишида натура тадқиқотлари, замонавий геоахборот технологиялари, гидрометрия ва гидравликада умум қабул қилинган усуллар, маълумотларни қайта ишлашда математик статистика таҳлил усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги:**

Дарғом магистрал каналининг маълумотлар базаси ва геоахборот технологияси асосида қирғоқлар эрозияси мониторингини олиб бориш модели ишлаб чиқилган;

ўзан параметрларининг ўзгариши ва каналнинг фойдали иш коэффициентига боғлиқ ҳолда сув балансини ҳисоблаш усули такомиллаштирилган;

канал қирғоқларининг емирилиши, ювилиши ва ўзанини лойқа босишидаги улушини сув сатхи ҳамда оқимининг ўзгаришини эътиборга олган ҳолда канал тубидаги лойқа қалинлигини ҳисоблашнинг гидравлик усули ишлаб чиқилган;

каналда ўзан жараёнларини ўзгариши, қирғоқлар ювилиши ҳамда авария ҳолатини олдини олишга қаратилган қирғоқлар химоясини мустаҳкамлайдиган конструктив ечимлар ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйдагилардан иборат:**

Дарғом магистрал каналининг ўзани бўйлаб оқим характеристикалари ва канал ўзани деформациясига таъсир кўрсатувчи факторлар аниқланган;

каналда ўзан жараёнлари Sentinel-2 сунъий йўлдош сьемкаларидан фойдаланган ҳолда каналнинг схематик харитаси ишлаб чиқилган;

Дарғом магистрал канали ўзан жараёнлари мониторингини ГАТ технологиялари асосида олиб бориш усули ишлаб чиқилган;

Дарғом магистрал каналининг самарадорлиги гидрометрик усул ва каналларнинг фойдали иш коэффицентини аниқлаш дастури асосида баҳоланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.**

Тадқиқотнинг ишончлилиги олинган натижаларнинг назарий ва амалий тадқиқотлар мутаносиблиги, стандартлаштирилган гидрометрик усуллардан фойдаланилганлиги, олинган натижаларни бошқа олимларнинг натижалари ва ўлчов-кузатув маълумотлари билан таққослаб текширилганлиги ва қайта ишлашда умум қабул қилинган тадқиқот усуллари, статистик математик қоидаларга амал қилинганлиги билан белгиланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Дарғом магистрал каналининг ўзан жараёнларини морфологик кўрсаткичлари аниқлаштирилганлиги, канал ўзани бўйлаб геоахборот тизимининг канал ўзанида юз бериши мумкин бўлган ўзгаришларни Sentinel-2 сунъий йўлдош сьемкаларидан олинган маълумотларга асосланган Google Earth Engine дастуридан фойдаланган ҳолда Дарғом магистрал каналининг харита қатламлари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти каналда ўзан жараёнларининг ГАТ технологиялари асосида мониторинги тизимини олиб бориш ишлари ҳамда Дарғом магистрал каналининг қирғоқлари емирилишини олдини олиш ва оқимни мақбул бошқариш орқали фойдали иш коэффицентини кўтариш ва сув йўқотишларни камайтириш имкониятини оширилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Суғориш каналлари ўзан деформацияси мониторингини геоахборот технологиялари асосида такомиллаштириш (Дарғом канали мисолида) бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Дарғом магистрал каналининг ўзан жараёнлари ГАТ технологиялари асосида мониторинги олиб бориш усули моделлаштирилган Зарафшон магистрал тизимларидан фойдаланиш бошқармасига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2024 йил

11 декабрдаги 02/13-4759-сонли маълумотномаси). Натижада суғориш каналларининг ўзан жараёнлари онлайн мониторингини олиб бориш, сув ўтказиш қобилиятини 5% га ошириш ва 5900 гектар майдонда сув таъминотининг яхшиланишига, сув ресурсларини самарали тақсимлаш орқали 6-7% сув ресурслари иқтисод қилиниш имконияти яратилган.

Суғориш каналлари ўзан жараёнлари эътиборга олган ҳолда оқимни бошқаришнинг маъқбул усули ишлаб чиқилган Зарафшон магистрал тизимларидан фойдаланиш бошқармасига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2024 йил 11 декабрдаги 02/13-4759-сонли маълумотномаси). Натижада суғориш каналларида сув оқимидан самарали фойдаланиш, керакли вақтда канал бўйлаб техник тадбирларни амалга ошириш имконияти яратилган.

Каналнинг электрон схемаси ишлаб чиқилиб, сув балансини ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилган Зарафшон магистрал тизимларидан фойдаланиш бошқармасига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2024 йил 11 декабрдаги 02/13-4759-сонли маълумотномаси). Натижада диспетчерлик хизмати фаолияти яхшиланиб 2-3 фоиз сув ресурсларини иқтисод қилиш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 2 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда тақдимот қилинган, муҳокамадан ўтказилган ва маъқулланган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича 12 та илмий ишлар чоп этилган, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола: 4 таси Республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган. Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигининг илмий ишга тегишли 2 та ИМА гувоҳномаси олинган.

**Диссертация тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 103 бетдан иборат.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

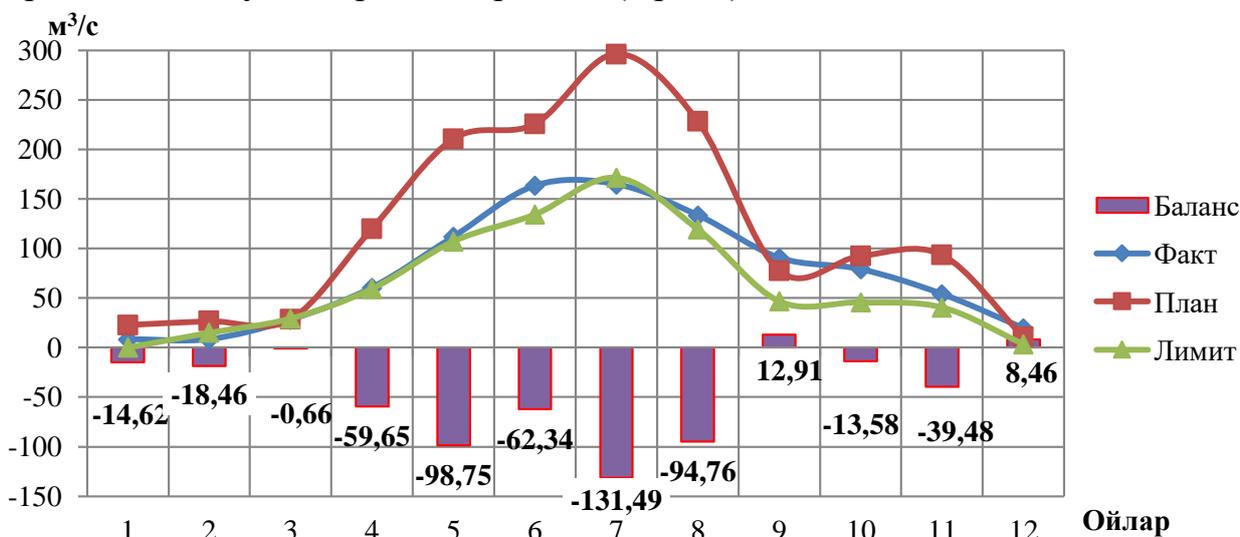
**Кириш** қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, ҳамда объект ва предмети шакллантирилиб, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган. Олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, назарий ва амалий аҳамиятлари кенг очиб берилиб, тадқиқот натижаларини жорий қилинганлиги, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Суғориш каналларида ўзан жараёнлари бўйича тадқиқотлар таҳлили”** деб номланган биринчи бобида ўзан жараёнлари, ўзандаги оқим динамикасининг шаклланиши ва ривожланиши, йирик каналлар ўзан жараёнларини замонавий геоахборот технологиялар асосида мониторинги,

канал ўзанида юз бераётган кинетик жараёнларни ҳисобга олган ҳолда сув оқимни бошқаришнинг самарали гидравлик усуллари ишлаб чиқиш Воробьев А.Е., Орцухаева З.Ш., Алферова Н.Н., Чалов Р.С., Гришанин К.В., Барышников Н.Б. Великанов М.А., Львович М.И., Денисов Ю.М., Махмудов Э.Ж., Чембарисов Э.И, Ҳикматов Ф.Ҳ., Бакиев М.Р. ва бошқа олимларнинг илмий-тадқиқот ишларида кўриб чиқилган. Тадқиқотлар асосан ўзан эрозияси каналларнинг гидрологик режимига таъсирини аниқлаш, очиқ ўзанли каналлардаги гидродинамик жараёнларни моделлаштиришга бағишланган. Суғориш каналларида ўзан деформация ва эрозияси жараёнларини замонавий инфорацион технологиялар ёрдамида мониторингини олиб бориш, ГАТ технологиялари асосида такомиллаштириш ҳамда сув ресурсларини бошқаришнинг маъқбул усуллари ишлаб чиқиш ва ишончли бошқаришни амалга ошириш билан боғлиқ масалаларга етарли эътибор берилмаган.

Диссертациянинг “Дарғом магистрал каналида дала тадқиқотлари” деб номланган иккинчи бобида Дарғом магистрал каналининг техник тавсифи келтирилиб, Дарғом ирригация тизимига боғланган суғориладиган майдонлар 123,3 минг гектарни ташкил этади. Зарафшон дарёсидан 815 млн м<sup>3</sup> сув олинади. Қўшимча равишда сой ва булоқлардан 27,5 млн м<sup>3</sup>, ер ости манбаларидан

6,16 млн м<sup>3</sup>, қайтган сувлардан 56,46 млн м<sup>3</sup> сув ишлатилади. Ирригация тизимида йилнинг сувлилик даражасига қараб сувдан фойдаланиш лимити белгиланади. Сув кам йиллар лимит миқдори ўртача 770 млн м<sup>3</sup>, сув кўп йилларда 1200 млн м<sup>3</sup> атрофида бўлади. Графикларда охириги 7 йиллик ҳисоботлар асосида ўртача режа, белгиланган лимит ва амалда қанча сув берилгани маълумотлари келтирилган (1 расм).



**1-расм. Дарғом тизимига белгиланган план, амалда ва лимит кўрсаткичлари**

Дарғом магистрал канали техник ҳолатини ўрганиш шуни кўрсатдики, асосий ўзан жараёнлари ва қирғоқ эрозияси Жумабозор кўприги ва Гульба ГЭСи орасидаги 5 км лик масофада жадал юз бераётган бўлиб, бунда қирғоқ емирилиши баъзи жойларда 15 дан 30 м гача юз берган бўлиб, қирғоқ зонасига

яқин жойлашган деҳқончилик ерлари ва бошқа объектлар учун хавфли вазиятни вужудга келтирган (2-расм).



**2-расм. Дарғом каналида қирғоқ ювилиши зоналари**

Жумабозор кўпригининг баъзи устунлари асоси ювилиши натижасида осилиб қолган (3-расм). Бу ҳолат келажақда кўприк зонасида авария келтириб чиқариш эҳтимоли юқорилигини кўрсатмоқда.



**3-расм. Жумабозор кўприги устунлари ҳолати**

Объект харитасини яратиш учун олдиндан маълум бўлган координаталар асосида объектнинг умумий плани ишлаб чиқилиб, ГАТ модели учун асос бўладиган маълумотлар базаси ишланди. Ўтказилган дала тадқиқотларида фойдаланилган доплер-профилограф сув сарфини ҳар бир ўлчаш натижалари ва уларнинг ўртача қийматини олиб, корреляция коэффициентни ҳисобга олган ҳолда аниқ натижани тақдим этади.

Створ №1, ПК 183 да амалга оширилган ўлчов натижаларига биноан ушбу створда ўзан кенлиги 60,09 м, кўндаланг кесим юзаси 82,62 м<sup>2</sup>, оқим тезлиги 1,75 м/с ни ташкил қилган. Сув сарфи 144,41 м<sup>3</sup>/с га тенг бўлган (1-жадвал).

## ПК 183 да ўлчов натижалари

Результаты измерений																	
#	Время		Температура	Расстояние				Средняя скорость		Расход					%		
	Время	Продолжительность		Трек	DMG	Ширина	Площадь	Носитель	Вода	Слева	Справа	Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть		Общий	МВсумма
1П	16:49:36	0:04:27	18,8	75,41	56,00	59,998	83,422	0,282	1,797	0,17	0,21	20,54	103,61	25,37	149,897	-	69,1
2П	16:54:13	0:03:56	18,5	82,57	56,19	60,187	81,808	0,350	1,698	0,17	0,27	19,45	93,84	25,19	138,915	-	67,5
		Среднее	18,7	78,99	56,09	60,092	82,615	0,316	1,747	0,17	0,24	19,99	98,72	25,28	144,406	0,000	68,3
		Стандартное отклонение	0,1	3,58	0,09	0,094	0,807	0,034	0,049	0,00	0,03	0,55	4,89	0,09	5,491	0,000	0,8
		COV	0,0	0,045	0,002	0,002	0,010	0,107	0,028	0,018	0,129	0,027	0,050	0,004	0,038	0,000	0,011
Выдержка: 0:08:23																	
Сеч1 = 20230916164935r.rivr; Сеч2 = 20230916165417r.rivr;																	
Комментарии																	
Сеч1 = 20230916164935r.rivr - yaxshi; Сеч2 = 20230916165417r.rivr - yaxshi;																	

Дарғом каналига кириб келадиган лойқа ҳажми Зарафшон дарёсининг лойқалигига боғлиқ бўлиб, маълумотлар Дупули гидростидан олинади. Оқизикларнинг асосий қисми, яъни йиллик ҳажмининг 95%, апрел-сентябр ойига тўғри келади ( $0,58 \text{ кг/м}^3$ ). Қуйида лойқаликнинг ўртача кўп йиллик маълумотлари келтирилган (2-жадвал).

## Сувнинг ўртача кўп йиллик лойқалиги

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Йиллик ўртача
0,07	0,07	0,12	0,29	0,53	0,84	1,43	1,30	0,50	0,10	0,06	0,10	0,45

Канал ўзанини лойқа босиши унинг сув ўтказиш қобилиятининг пасайишига ва шунга мос равишда қишлоқ хўжалиги экинлари учун сув таъминотининг ёмонлашувига олиб келади. Канални лойқа босишига Зарафшон дарёси оқимининг лойқалиги, шунингдек, канал ўзани ва қирғоқларининг узоқ муддат эксплуатация даврида деформацияга учрагани ва лойиҳа кўрсаткичларидан четга чиқиши сабаб бўлган.

Таҳлил учун намуналар сентябрь ва ноябрь ойлари (2023 йил) Дарғом ва Айланма Дарғом каналларининг қўшилиш жойида 5 та нуктадан, ҳар бир намуна олиш жойидан 6 тадан намуналар олинди ва ИСМИТИ лабораториясига етказилиб, лаборатория таҳлили ўтказилди. Қуйида намуна олинган жойлар координаталари ва намуналарнинг ўртача лойқалик миқдори келтирилган (3-жадвал).

**Сув лойқалигини аниқлаш учун намуна олинган жойлар ва лаборатория натижалари**

№	Намуна олинган жойлар	Оқим лойқалиги, кг/м <sup>3</sup>	Координаталар/локация	
			North	West
1-проба	Дарғом канали	1,75	39030'28.37"	67011'53.72"
2-проба	Дарғом канали	2,12	39030'18.92"	67012'15.59"
3-проба	Дарғом канали	2,27	39030'31.44"	67013'11.59"
4-проба	Айланма Дарғом	2,56	39030'52.04"	67013'31.91"
5-проба	Айланма Дарғом	2,53	39031'19.10"	67013'41.18"

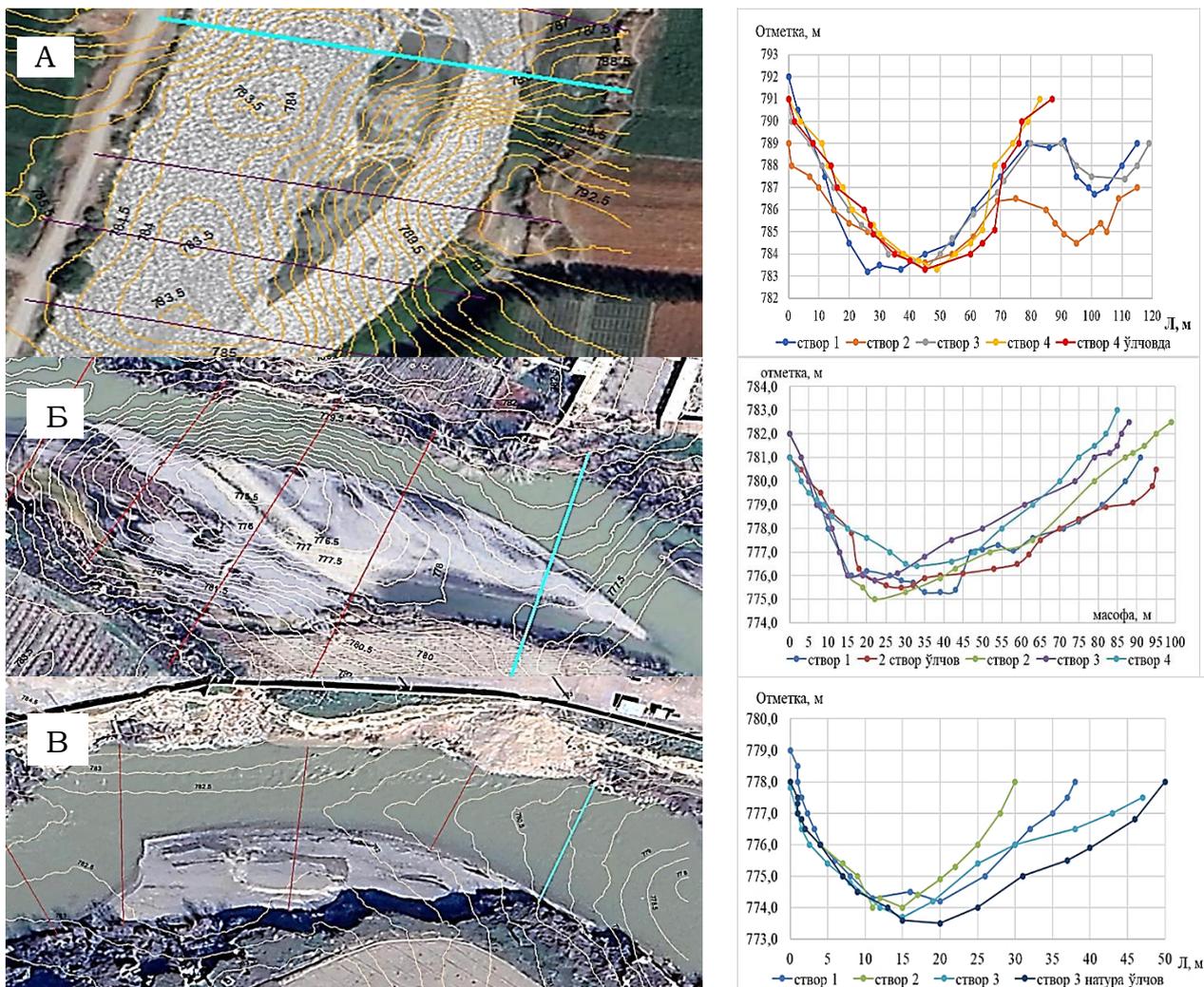
Сувнинг лойқалик миқдори НАСН 2100 турбидиметр апаратида амалга оширилди ва лаборатория шароитида сувнинг лойқа концентрация аниқланди.

Дарғом магистрал каналида олиб борилган тадқиқот ишларининг таҳлиллари асосида канал ўзанида йиллар мобайнида деформасия жараёнлари содир бўлганлиги кузатилди. Натижада канал иш режими ўзгариб сув оқимини бошқариш қийинлашётганлиги аниқланди. Бу эса канал ўзанида содир бўлаётган деформацияни бартараф этиш ва мос равишда унинг иш режимини такомиллаштириш устида тадқиқотлар олиб бориш зарурлигини англатади.

Диссертациянинг “**Канал ўзани деформациясини ҳисоблаш усуллари**ни **такомиллаштириш**” деб номланган учинчи бобида Дарғом магистрал каналидаги ўзан жараёнларини геоахборот технологиялари асосида моделлаштириш. Дарғом магистрал каналининг танлаб олинган участкаларида геоахборот тизимининг ArcGIS дастури асосида олиб борилган илмий таҳлиллардан қуйидаги ҳолатлар бўйича модел ишлаб чиқилди. ArcMAP дастури асосида створлар белгилаб олинди ва отметкалар аниқланди. Натура ўлчовлари асосида қуйидаги натижалар бўлган. Магистрал канал қирғоқларининг ювилган қисмларини мониторинг қилиш мақсадида Жумабозор кўприги ва Гулба ГЭС оралиғидаги 5 км участкада ўлчаш ишлари олиб борилди. Қирғоқлар ювилиш зоналари ўрганилди ва топографик съёмка қилинди. Ўзанининг ювилган участкаси узунлиги пикетлар билан белгиланиб, ўлчов ишлари амалга оширилди (4 жадвал). Ўлчов ишлари натижаларидан кўриш мумкинки, каналда сув сарфи кам бўлган вақтларда ҳам сув оқими тезлиги юқори харакатланади. Натижада Дарғом магистрал каналида сув оқими тезлиги ортиши билан қирғоқ бўйларида эрозия вужудга келмоқда.

**Сув сарфи ва оқим тезлигининг ўлчов натижалари**

№	ПК	Сув оқими тезлиги V, м/с	Сув сарфи Q, м <sup>3</sup> /с
1	185+00	0,72	18,27
2	200+00	0,78	19,17
3	472+00	<b>1,29</b>	<b>18,01</b>
4	480+00	<b>1,31</b>	<b>18,90</b>
5	490+50	0,66	19,04

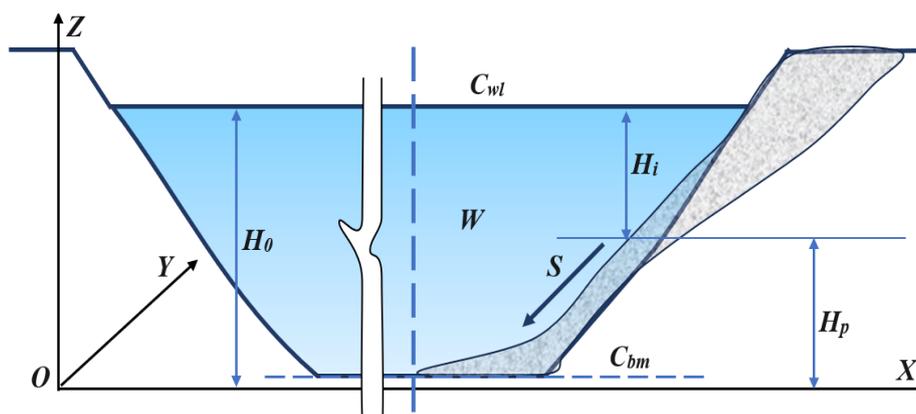


**4-расм. ГАТ мониторинг натижалари: А- ПК165+00 ва ПК171+00 оралиғидаги 1-участкада; Б- ПК330+00 ва ПК333+00 оралиғидаги 2-участкада; В- ПК475+00 ва ПК482+00 оралиғидаги 3-участкада**

**1-участка** ПК165 дан ПК170 гача бўлган ораликда канал кўндаланг профиллари ўзгариши 4А-расмда келтирилган. Бунда участка узунлиги 500 м бўлиб, канал ўзани чуқурлиги 7,5-9 м, кенглиги 100-120 м ораликда ўзгарган. Кўрилаётган худудда лойқа чўкиши натижасида узунлиги 127 м, максимал кенглиги 28 м, баландлиги 3-4 м бўлган оролча шаклланган. Каналда сув сарфи 50 м<sup>3</sup>/с ва ундан кўп бўлганда оқим бўйича чап томон қияликларига салбий таъсир кўрсатиб ўзанининг ювилишга олиб келган. **2-участка** ПК330 дан ПК333 гача ораликда канал ўзани кўндаланг профиллари ўзгариши 4Б-расмда келтирилган. Бунда канал ўзани чуқурлиги 1.5-2 м, кенглиги 80-110 м ораликда ўзгарган. Кўрилаётган худудда лойқа чўкиши натижасида оқим бўйича ўзан чап томонида лойқа оқизиклар тўпланиб бормоқда (максимал отметка 778 м). **3-участка** ПК475 дан ПК482 гача ораликда бўлиб, канал ўзани кўндаланг профиллари ўзгариши 4В-расмда келтирилган. Бунда участка узунлиги 700 м бўлиб, канал ўзани чуқурлиги 2-3 м, кенглиги 25-50 м ораликда ўзгарган. Маълумот олинаётганда сувнинг максимал чуқурлиги 3 м бўлган. Кўрилаётган худудда оқим бўйича чап қирғоқ ўзанида лойқа оқизиклар тўпланиб бормоқда. ПК475+00 дан 482+00 оралиғида ўзанининг бурилиш зонаси билан бир жойда

кўприк билан боғланганлиги сабабли сув оқимининг тезлиги юқори бўлиб, ўнг қирғоқ худудидаги аҳоли яшаш зоналарига жиддий зарар етказмоқда.

Дарғом каналининг кўриб чиқиладиган қисмида содир бўладиган қирғоқ эрозияси, унинг таъсир зонаси ҳамда ўзан тубининг ювилиши 5-расмда схематик тарзда тасвирланган. Канал ўлчамлари, қиялик ва эрозия жараёни оқибатида юз берадиган туб қисмининг ўзгариши таҳлил қилинди. Каналдаги сув сатҳи ва сарфининг ўзгаришини инобатга олган ҳолда оқим турбулент ҳаракати ва бунда динамик ёпишқоқликнинг ўзгариши эътиборга олинган. Масаланинг сонли ечимини олиш учун чекли элементлар усулидан фойдаланилди. Дарғом каналининг кўриб чиқиладиган қисмида қирғоқ деформацияларини ҳисоблаш натижалари дала ўлчовлари натижалари билан таққосланди.



5-расм. Канал қиялиги ва тубининг деформацияланиш схемаси

Бу ерда грунт ўзанли каналнинг қирғоқ қисми  $S$  кўзгалувчан деб қабул қилинган ва канал тубининг туташган қисми билан қиялик юзасини ифодалайди. Каналдаги сув сатҳи ўтказиладиган сув сарфига қараб вақт ўтиши б

и Маълум вақт оралиғидаги эрозия ўлчамларини ва канал қирғоқларининг кейинги ўпирилиш (емирилиш) эҳтимолини аниқлаш учун сувнинг динамик ёпишқоқлигини ҳисобга олган ҳолда оқимнинг барқарор ҳаракат тенгласидан фойдаланилди.

∂

ў бу ерда:  $u = u(x, z)$  - каналнинг ўрганиладиган профилидаги сув оқимининг ўртача тезлиги,  $I$  - канал тубининг бўйлама нишаблиги,  $\Gamma$  - каналдаги сув оқимининг турбулент ёпишқоқлиги.

Қирғоқ эрозиясига биринчи навбатда оқим ҳаракатидаги ташқи тезлиги ва каналнинг кўриб чиқиладиган қисмида кинематик кўрсаткичларнинг чуқурлик бўйича тақсимланиши таъсир кўрсатганлиги сабабли, оқим ҳаракати тенгласи қуйидаги кўринишда ифодаланади.

∂

- кўриладиган участка профилидаги канал тубининг ўртача белгиси.

(24)

Ҳисоблаш учун қуйидаги чегаравий шартлар ўрнатилган:

∂

у

x

е

15

р

∂

д

бўлганда

$$Z = H_0 - H_i;$$

$$\frac{\partial u}{\partial z} = 0$$

бўлганда

Z

= Каналдаги сув оқими миқдори ва каналнинг кўндаланг кесими ўлчамларига боғлиқ ҳолда турбулент ёпишқоқликнинг ўзгариши қуйидагича аниқланади.  $\frac{\partial u}{\partial x} = 0$  бўлганда  $x \leq b$ ;  $\mu = \mu_i$  бўлганда  $Z = H_p$ ;  $0 \leq x \leq b$ ;  $0 \leq t \leq T$ .

Канал ўзанининг қиялиги ва тубига таъсир қилувчи силжиш кучланишларини аниқлаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланилган:

б

у

е

р

д

а

з

а

р

р

а

н

й

п

и

б

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

н

и

Критик кучланиш қуйдаги формула бўйича аниқланади:

бу ерда  $\rho_w$ , - сув оқимининг зичлиги,  $\rho_s$  - грунтнинг зичлиги,  $\varphi$  - қаттиқ

Чегаравий шартлар ва вариацион боғлиқликни ҳисобга олган ҳолда  $\rho$  номаълум функциялар аниқланади. Чекли айирмалар усулидан фойдаланиб

$$\mu = L_k \mu_k; \quad H_p = S_k H_{pk}; \quad p = S_k p_k; \quad k = 1, 2, 3$$

б

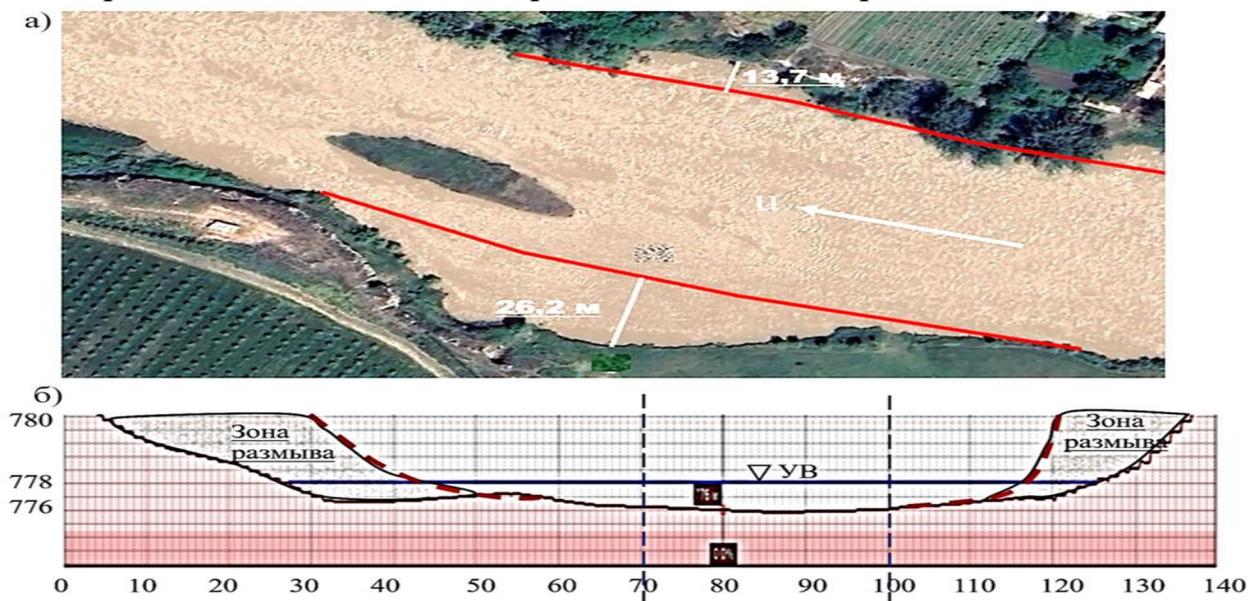
Интеграл интерполяцияни ҳисобга олган ҳолда дискрет  $dt \Delta t$  га айлантирилади. Масаланинг дискрет аналогларининг якуний кўриниши

$$\Delta_L = \begin{cases} r + \Delta H_i & r < -\Delta H_i \\ 0 & r \geq -\Delta H_i \end{cases}$$

$$r = (y_i - y_{i-1}) \operatorname{tg} \varphi, \quad \Delta H_i = H_i - H_{i-1}$$

Каналнинг 193+50 пикетда қирғоқ эрозиялари ўлчамларини аниқлаш учун ҳисоб-китоб амалга оширилди (6-расм). Канал қиялигининг ювилиши ва ўпирилишини ҳисоблаш учун дискрет чекли фарқлар аналогларига асосланган тенгламалар тизимидан фойдаланилди. Ўзанининг дастлабки шакли учун ноҳа қисмларга ажратилди ва чекли элементда  $H$  ва  $p$  функциялари турсимон майдон яратилди ва юза белгилари аниқланди. Тезлик майдонлари ўқиндаштирилди: ҳисоблаб чиқилди, ёпишқоқлик тузатилди ва кучланиш майдонлари аниқланди. Ўзгарган туб майдонлари ҳисобланди ҳамда турбулент ёпишқоқликни инобатга олган ҳолда эркин сирт сатҳи тузатилди.

Бунда  $x = 0$  координаталар бошига мос келади, бу эса оқимнинг қирғоққа таъсири сезилмайдиган масофада белгиланган. Дастлаб кўриб чиқиладиган пикетдаги канал кенлиги 90 метрни ташкил этган, аммо ўзан жараёнлари ва сезиларли қирғоқ эрозияси натижасида ҳозирги вақтда каналнинг кенлиги 130 метрга етган. Ҳисоб натижалари 5-жадвалда келтирилган.



**6-расм. ПК193+50 да Дарғом каналининг қирғоқ эрозияси: а - режада, б - кўндаланг кесим**

**5-жадвал**

**Дарғом канали қирғоғи эрозиясини ҳисоблаш натижалари (ПК193+50)**

		Чап қирғоқ							Ўнг қирғоқ				
Масофа	X, м	60	50	40	30	20	10	0	0	10	20	30	37
Бошланғич натижалар	Белги, м	780	780	780	778,5	777	776,5	776	776	776,5	779,5	780	780
	Z, м	4	4	4	2,5	1	0,5	0	0	0,5	3,5	4	4
Эрозиядан кейинги ўлчовлар	Белги, м	779	778,5	777	776	777	777,5	777	776	776,5	776,6	778,3	780
	Z, м	3,0	2,5	1,0	0,0	1,0	1,5	1,0	0,0	0,5	0,6	2,3	4,0
Канал тубининг ўзгариши	$Z_0-Z_1$	1,0	1,5	3,0	2,5	0,0	-1,0	-0,6	0,0	0,0	2,9	1,7	0,0
Ҳисоблаш натижалари	Z, м	3,2	2,47	0,8	0,31	1,17	1,42	1,08	0	0,54	0,62	2,28	3,91

Жадвалдан кўришиб турибдики, канал қирғоғи эрозиясини ҳисоблаш натижалари ва натура ўлчов маълумотлари ўртасидаги фарқ 0,8-7% оралиғида ўзгаради. Чап қирғоқнинг емирилиши натижасида канал қиялиги юзасининг чуқурлашуви 1 метрдан 3 метргача, ўнг қирғоқники эса 1,7-2,9 метргача етади. Бу ерда манфий қийматлар канал тубининг чўкиндилик тўпланиши содир бўлган ҳудудларини кўрсатади ва туб сатҳи 0,6-1,0 метрга кўтарилган.

Сув оқими канал ўзанини деформациялайди ва бу ўз навбатида оқимдаги сув тезлиги ва босим майдонларини ўзгартиради. Таъкидлаш жоизки, каналларни ишлатишда сув сатҳи режимини бошқариш муҳим аҳамиятга эга, чунки у ўзан ва қирғоқ деформацияларига сезиларли таъсир кўрсатади. Кўриб чиқиладиган ҳудудда Дарғом канали кўндаланг кесимлари ўлчамларининг

кучли ўзгаришини кузатилмоқда. Бунда, 20 йил давомида каналнинг чап қирғоғи 26,2 метрга, ўнг қирғоғи эса 13,7 метрга ювилгани аниқланди.

Сув оқимининг динамик таъсири остида канал қирғоқларининг ўзгариши уларни ўрганишда гидродинамика, геоморфология ва гидрологияни ҳисобга олган ҳолда алоҳида ёндашувни талаб этади. Дарғом каналидаги жараён шиддатининг дастлабки таҳлиллари шуни кўрсатмоқдаки, оқим қувватини пасайтириш учун замонавий усулларни қўллаган ҳолда қирғоқларни ҳимоя қилиш чораларини ишлаб чиқиш зарур, чунки қирғоқ ҳудудларини сув босиши билан боғлиқ фавқулодда вазият хавфи юзага келмоқда.

Диссертациянинг “**Дарғом каналида ўзан жараёнлари ва қирғоқлар ювилишини камайтиришнинг конструктив ечимлари**” деб номланган тўртинчи бобида канал ўзанида содир бўлиши мумкин бўлган авария ҳолатининг олдини олиш ва канал фойдаланиш самарадорлигини оширишга қаратилган тавсиялар ишлаб чиқилди. Бунда Чорвоқтепа, Ўрамас ва Жумабозор кўприги зоналаридаги канал қирғоқлари ювилиши ва авария хавфини олдини олиш имконини берувчи конструктив ечимлар таклиф қилинди. Натижада иқтисодий самарадорлиги аниқланди.

#### 6-жадвал

#### Канал муаммоли участкаларида олиб бориладиган ишлар ҳажми

Худудлар	Каналда ПК лар оралиғи	Ҳимоя дамбаси узунлиги, м	Дамба ҳажми, м <sup>3</sup>	Авария хавфи: майдон, га
Чорвоқтепа	165+00-167+91	291	1460	10
	170+91-173+84	296	1480	8
	<b>Жами</b>	<b>587</b>	<b>2 940</b>	<b>18</b>
Ўрамас	192+63-194+38	175	1050	1,45
	195+38-195+73	45	270	0,55
	<b>Жами:</b>	<b>220</b>	<b>1 320</b>	<b>2,0</b>
Жумабозор кўприги	294+00 - 294+80	80	1 000	12 та, ҳонадон
	294+80 - 295+20	120	4 000	35 та, ҳонадон
	294+00 - 295+55	155	1 395	1,45 га
	294+40-295+10	70	Прорезь 630	
	<b>Жами:</b>	<b>425</b>	<b>6 395</b>	<b>20 га ва 47 та ҳонадон</b>

Канал қирғоқлари ювилиши ва ўзан деформациясини камайтиришнинг комбинациялашган ва гидравлик усулларини қўллаган ҳолда, аҳоли пунктлари, суғориладиган майдонлар ва саноат объектларининг фавқулодда авария ҳолатининг олдини олишга эришилади.

Дарғом магистрал канали ФИК ни оширишда, ўзан бўйлаб муаммоли участкаларида кўшимча таъмирлаш-тиклаш ишларини олиб бориш, суғоришнинг замонавий усулларини татбиқ этиш эвазига 0,6-0,7 дан 0,75-0,85 гача, сувдан фойдаланиш коэффицентини 0,45-0,55 дан 0,75-0,85 гача оширишни таъминлайди. Натижада вегетация даврида олинган

сувнинг 2% ни яъни 200-220 м<sup>3</sup> миқдордаги сув иқтисод қилинишига эришилади.

Яратилган янги сув баланси дастури ёрдамида тизим диспетчерлик хизмати мутахассисларининг ишлари соддалаштирилди; канал узунлиги бўйича сув ҳисобини олиб бориш ишлари яхшиланди; канал бош сув олиш гидростидан сув сарфи ўзгариши билан сув олиш тармоқлари бўйича визуал бошқариш имкониятига эришилди.

Каналларда ўзан жараёнлари мониторингини олиб бориш билан ўзанда содир бўлаётган ҳолатларни доимий назорат қилиб бориш имконияти яратилади, сув оқимини мақбул бошқаришга эришилади. Натижада суғориладиган майдонлар, аҳоли яшаш пунктлари ва инфратузилмаларга фавқулотда авария ҳолатининг юз бериши олди олинади.

## ХУЛОСА

**“Суғориш каналлари ўзан деформацияси мониторингини геоахборот технологиялари асосида такомиллаштириш (Дарғом канали мисолида)”** мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Дарғом магистрал канали техник маълумотлари таҳлил қилиниб, каналнинг муаммоли Жумабозор кўприги ва Гульба гидроэлектр станцияси оралиғида натура-ўлчов ишлари олиб борилди, каналнинг гидрометрик, морфологик ва кинематик характеристикаларига аниқлик киритилди.

2. Дарғом каналининг гидрологик режими ўрганилиб, Дарғом – Бағрин, Янги Дарғом, Айланма Дарғом, Эски Дарғом, Талигулян ва Эски Анхор сув олиш нуқталаридаги сув сарфи миқдори декадалар кесимида таҳлил қилинди. Олинадиган сув миқдорининг ўзгариш динамикаси ва муммолар аниқланди. Дарғом каналида сув сарфини ростлаш маълумотлари, ҳамда сув сатҳига боғлиқлик координаталар жадвали ишлаб чиқилди.

3. Каналда замонавий ўлчаш асбобларидан фойдаланиб натура-ўлчов ишларини олиб бориш асосида гидрометрик, морфологик ва кинематик характеристикаларини аниқланди. Дарғом канали трассаси бўйича жойлашган иншоотлар ва хўжаликлараро каналларга сув олиш иншоотларининг техник ҳолати ўрганилди. Каналдаги ўзан жараёнлари ва қирғоқ эрозияси зоналари батафсил келтирилди.

4. Дарғом каналида ўлчаш ишлари 2023-2024 йилларда олиб борилди. Биринчи этап натура ўлчовлари ПК170, ПК175, ПК182, ПК183 ларда олиб борилди. Диспетчерлик хизмати маълумотига асосан каналда сув сарфи 80-140 м<sup>3</sup>/с оралиғида бўлган. Иккинчи этап сув сарфини ўлчаш ишлари ПК160, ПК165, ПК191, ПК200, ПК 03+50 ларда олиб борилди. Бунда диспетчерлик хизмати маълумотига кўра каналда сув сарфи 19 м<sup>3</sup>/с бўлган. Ўлчашлар натижасида сув сарфи, оқим тезлиги, кўндаланг кесим юзаси, ўзан кенглиги ва чуқурлиги каби параметрлар аниқланган.

5. Канал тубининг лойқа босиши ҳолатини аниқлаш ва ўзан жараёнларининг ривожланишини диагностика қилиш учун Дарғом каналида

сув оқимининг лойқалиги ўрганилди. Манбалардан олинган ўртача кўп йиллик маълумотлар ҳамда сентябр ва ноябр ойлари (2023 йил) Дарғом ва Айланма Дарғом каналларининг кўшилиш жойида олинган намуналар таҳлил қилинди. Айланма Дарғом канали сувининг лойқалик даражаси нишаблик катталиги ҳисобига анча юқори бўлиб, Дарғомга кўшилгандан сўнг оқим лойқалиги кўтарилган. Иккала канал кўшилиши жойида кўплаб оролчалар шакллланган.

6. Рақамли технологиялар ёрдамида сувнинг мониторингини олиб боришни жорий этиш, барча манбалар ва сув ресурслари бўйича ягона ахборот тизимини яратиш долзарб вазифадир. “Ирригация тизимлари сув балансини ҳисоблаш” дастури ишлаб чиқилган (Гувоҳнома, DGU 33019). Дастур инфор­мацион технологияларни қўллаган ҳолда сув ресурсларидан фойдаланишни режалаштириш, сувни тақсимлаш ва сувни бошқаришни такомиллаштириш имконини беради.

7. Канал характеристикаларига аниқлик киртилиб, ГАТ технологиялари асосида моделлаштирилган. Sentinel-2 сунъий йўлдош сьемкаларидан олинган маълумотларга асосланган Google Earth Pro 7.3.4 ва Google Earth Engine дастурларидан фойдаланган ҳолда олинган тадқиқот зонасига тегишли маълумотлар таҳлили келтирилган. Дарғом каналининг Жумабозор кўприги ва Гулба ГЭС орасидаги участкаси геоахборот тизими ва натура тадқиқотларидан фойдаланган ҳолда ўрганилган. Сьемкалар 2023-2024 йилларда амалга оширилган бўлиб, хариталарни кўриш ва корректив­ровка қилиш, KML файлларни яратиш ва харита қатламларининг шакллантириш имконини беради.

8. Ўзан жараёнларини мониторингини олиб бориш ҳамда фавқулотда ҳолатларни олдини олиш мақсадида “Kanalda o‘zan jarayonining GAT monitoringi” дастури ишлаб чилган (Гувоҳнома, DGU 46795). Натижада каналларда ўзан жараёнлари онлайн кузатиб бориш имконияти яратилган.

9. Дарғом магистрал канали сув ўтказиш қобилияти пасайишининг олдини олиш 5900 га майдонда сув таъминотининг яхшиланишига, сув балансини ҳисоблаш дастурини жорий этиш ҳисобига сув ресурслари иқтисод қилинишга эришилиши каби натижалар, хулосалар ва таклифлар суғориш иншоотлардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.41/30.04.2021.Т.131.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ  
ИНСТИТУТЕ ИРРИГАЦИИ И ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ**

---

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И  
ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ**

**ТУРАЕВ ШАМШИДДИН ЖУРАКУЛОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИИ РУСЕЛ  
ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ КАНАЛА ДАРГОМ)**

**05.09.07– Гидравлика и инженерная гидрология**

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

**Ташкент-2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № В2025.3PhD/T3409

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета по адресу ([www.ismiti.uz](http://www.ismiti.uz)) и Информационно-образовательном портале «Ziyouvet» по адресу ([www.ziyouvet.uz](http://www.ziyouvet.uz)).

Научный руководитель:	Икрамова Малика Рахимбердиевна доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Худайкулов Совет Ишанкулович доктор технических наук, профессор  Ахмедходжаева Ифода Ахмаджановна кандидат технических наук, профессор
Ведущая организация:	Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится « 8 » 11 2025 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.41/30.04.2021.T.131.01 при Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем (Адрес: 100187, г. Ташкент, Карасу-4, дом-11. Тел.: (99871) 202-47-85; Факс: (99890)946-43-28 e-mail: [ismiti@minwater.uz](mailto:ismiti@minwater.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (регистрационный номер № 10). (Адрес: 100187, г. Ташкент, Карасу-4, дом 11. Тел.: 994344328, 71 202 47 85 e-mail: [ismiti@minwater.uz](mailto:ismiti@minwater.uz)).

Автореферат диссертации разослан « 20 » 10 2025 года.  
(реестр протокол рассылки № 10 от « 20 » 10 2025 года).



**И.Э.Махмудов**

Председатель научного совета  
по присуждению ученых степеней  
доктора технических наук, профессор

**У.А.Садиев**

Ученый секретарь научного совета  
по присуждению ученых степеней,  
PhD, старший научный сотрудник,

**А.Ж.Сейтов**

Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
учёной степени, д.т.н. профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире особое внимание уделяется вопросам мониторинга формирования потоков в каналах и возможных явлений, происходящих в русловых процессах, оценке влияния русловой и береговой эрозии на гидрологический режим канала, а также проведение мониторинга морфологического состояния русла на основе современных технологий. В настоящее время в развитых странах "особое значение имеет эффективное и надежное управление водными ресурсами, совершенствование программ мониторинга русловых процессов в канале, предотвращение русловой эрозии и заиления"<sup>3</sup> В связи с этим особое внимание уделяется обеспечению водопользователей и водопотребителей необходимым количеством воды, выявлению факторов, приводящих к негативным последствиям в русле канала, а также эффективному и надежному управлению водными ресурсами на основе широкого использования цифровых технологий.

В мире проводятся научные исследования, направленные на повышение коэффициента полезного действия каналов, прогнозирование состояния деформации водных путей и своевременное проведение текущего и капитального ремонта, применение информационных технологий для мониторинга русловых процессов в каналах, ведение учета расхода воды и разработку конструктивных решений по регулированию русла канала. В этом направлении приоритетными считаются исследования по широкому внедрению цифровых технологий для выявления динамических процессов, происходящих в бетонных и земляных руслах каналов, а также использованию ГИС-технологий для мониторинга и прогнозирования русловых процессов. Вместе с тем, определение устойчивости русла при установившемся и неустановившемся движениях потока в каналах и их влияния на деформационные процессы является одной из актуальных задач.

В нашей республике проводятся широкомасштабные мероприятия по улучшению технического состояния каналов ирригационных систем, снижению непроизводительных потерь воды путем бетонирования грунтовых русловых каналов, обеспечению их эффективной работы посредством совершенствования технологий, определения деформации русла и их применения на практике. В частности, в Указе Президента Республики Узбекистан No УП-60 от 28 января 2022 года "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы"<sup>4</sup> в рамках важных задач по "Реализации отдельной государственной программы по коренному реформированию системы управления водными ресурсами и экономии воды" четко определено эффективное и надежное использование воды. При реализации этих задач особое значение имеет совершенствование системы новых информационных технологий для определения деформации русловых процессов, а также разработка методов мониторинга русловых процессов на основе ГИС-технологий.

---

<sup>3</sup> <https://cyberleninka.ru/article/n/er-suv-resurslaridan-samarali-foydalanishning-tashkiliy-i-tisodiy-asoslari/viewer>

<sup>4</sup> [Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон Фармони «2022 — 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараккиёт стратегияси» тўғрисида](#)

Данная диссертационная работа в определенной степени служит реализации задач, установленных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года "О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан," № УП-6024 от 10 июля 2020 года "Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы," Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-107 от 1 апреля 2023 года "О неотложных мерах по повышению эффективности использования водных ресурсов," № ПП-5 от 5 января 2024 года "О мерах по совершенствованию системы управления водными ресурсами на нижнем уровне и повышению эффективности использования водных ресурсов," а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий Республики V. "Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды".

**Степень изученности проблемы.** Ряд известных зарубежных ученых внесли свой вклад в решение таких вопросов, как русловые процессы в канале, деформационные состояния берегов и дна русла, изменение гидрологического режима каналов в период эксплуатации, определение непроизводительных потерь воды в оросительных каналах и совершенствование системы мониторинга русловых процессов, определение влияния русловой эрозии на гидрологический режим реки и канала. Воробьев А.Е., Орцухаева З.Ш., Алферова Н.Н., Чалов Р.С., Гришанин К.В., Барышников Н.Б. Великанов М.А., Львович М.И., Шикломанов И.А., Харченко С.И., Ландсберг Г.Г., Уайт Г., Муррай С.К., Невсоне Д.Х., Моуссли Н., Гловер Р.Э., Флорей К.Л., Икеда С. и другие ученые.

Учеными: Денисов Ю.М., Махмудов Э.Ж., Чембарисов Э.И., Хикматов Ф.Х., Бакиев М.Р., Махмудов И.Э., Икрамова М.Р., Арифжонов А.М., Фатхуллоев А.М. и другими проведены научно-исследовательские работы по моделированию гидродинамических процессов в открытых русловых каналах, совершенствованию методов гидравлического расчета расхода и стока воды и разработке научно-практических рекомендаций по эффективному использованию водных ресурсов.

Несмотря на проведенные исследования и достигнутые результаты, недостаточно изучены вопросы мониторинга процессов деформации и эрозии русел в оросительных каналах с использованием современных информационных технологий, совершенствования на основе ГИС-технологий, а также разработки оптимальных методов управления водными ресурсами, осуществления оперативного и надежного управления.

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках практического проекта Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем на тему

"Разработка научно обоснованных мероприятий по повышению эксплуатационной надежности канала Даргом" (2023).

**Целью исследований.** Мониторинг русловых процессов, происходящих в каналах, таких как размыв русел и заиление, эрозия берегов, на основе геоинформационных технологий, а также повышение эффективности управления водными ресурсами.

**Задачи исследования:**

анализ проведенных научно-исследовательских работ по изучению и методам устранения деформации русла и эрозии берегов в оросительных каналах

объект исследования - изучение гидрологического режима, оценка технического состояния, определение и анализ морфологических параметров и кинематических характеристик русла Даргомского магистрального канала;

совершенствование метода проведения натуральных измерений в канале, выявление возможных аварийных ситуаций и определение максимальной пропускной способности русла;

совершенствование методов моделирования русловых процессов, происходящих в канале, на основе ГИС-технологий и мониторинга динамики изменений гидрологического режима;

разработка конструктивных решений и мероприятий, направленных на снижение деформации русла канала и эрозии берегов, а также интенсивности заиления.

**Объект исследования:** Магистральный канал Даргом в Самаркандской области.

**Предмет исследований:** Режим работы магистрального канала, Даргом деформация русла, гидрологические процессы, гидравлические расчеты, технические параметры и элементы гидротехнических сооружений, а также вопросы повышения эффективности управления водными ресурсами являются основными аспектами рассмотрения.

**Методы исследований.** В диссертационной работе использованы натурные исследования, современные геоинформационные технологии, общепринятые методы в гидрометрии и гидравлике, а также методы математико-статистического анализа при обработке данных.

**Научная новизна исследований:**

разработана модель мониторинга эрозии берегов магистрального канала Даргом на основе базы данных и геоинформационных технологий;

усовершенствован метод расчета водного баланса в зависимости от изменения параметров русла и коэффициента полезного действия канала;

разработан гидравлический метод расчета толщины наносов на дне канала с учетом изменения уровня и расхода воды, а также вклада эрозии, размыва берегов и заиления русла в процесс накопления наносов.

разработаны конструктивные решения, укрепляющие защиту берегов, направленные на предотвращение изменений русловых процессов в канале, размыва берегов и аварийных ситуаций.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

определены характеристики потока вдоль русла магистрального канала Даргом и факторы, влияющие на деформацию русла канала;

разработана схематическая карта канала с использованием спутниковых снимков Sentinel-2 для отображения русловых процессов в канале;

разработан метод мониторинга русловых процессов магистрального канала Даргом на основе ГИС-технологий;

эффективность магистрального канала Даргом оценена на основе гидрометрического метода и программы определения коэффициента полезного действия каналов.

**Достоверность результатов исследований.** Достоверность исследования определялось соответствием полученных результатов теоретическим и практическим исследованиям, применением стандартизированных гидрометрических методов, сопоставлением полученных результатов с результатами других ученых и данными измерений и наблюдений, а также соблюдением общепринятых методов исследования и статистических математических приёмов при обработке данных.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научная значимость результатов исследования заключается в уточнении морфологических особенностей русловых процессов магистрального канала Даргом, а также в разработке картографических слоев магистрального канала Даргом с использованием программы Google Earth Engine на основе данных спутниковой съемки Sentinel-2, позволяющих прогнозировать возможные изменения в русле канала с помощью геоинформационной системы.

Практическая значимость результатов исследования объясняется внедрением системы мониторинга русловых процессов канала на основе ГИС-технологий, а также повышением коэффициента полезного действия и сокращением потерь воды путем предотвращения эрозии берегов магистрального канала Даргом и оптимизации управления потоком.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных научных результатов по совершенствованию мониторинга деформации русла оросительных каналов на основе геоинформационных технологий (на примере канала Даргом):

метод мониторинга русловых процессов магистрального канала Даргом на основе ГИС-технологий был внедрен в Управлении эксплуатации магистральных систем Зарафшана (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан No 02/13-4759 от 11 декабря 2024 г.). В результате появилась возможность проведения онлайн-мониторинга русловых процессов оросительных каналов, увеличения пропускной способности на 5% и улучшения водопотребления на площади 5900 гектаров, а также экономии 6-7% водных ресурсов за счет их эффективного распределения.

разработанный оптимальный метод управления потоком с учетом русловых процессов оросительных каналов внедрен в Управлении эксплуатации магистральных систем Зарафшана (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан No 02/13-4759 от 11 декабря

2024 г.). В результате появилась возможность эффективно использовать водный поток в оросительных каналах и проводить технические мероприятия вдоль канала в необходимое время.

Разработана электронная схема канала, усовершенствованы методы расчета водного баланса, которые внедрены в Управление эксплуатации магистральных систем Зарафшана (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 02/13-4759 от 11 декабря 2024 г.). В результате улучшилась деятельность диспетчерской службы, что позволило сэкономить 2-3% водных ресурсов.

**Апробация результатов исследований.** Результаты исследования были представлены, обсуждены и одобрены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 5 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание степени доктора философии (PhD): 4 статьи в республиканских и 1 в зарубежном журнале. Получено 2 свидетельства Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан, относящихся к научной работе.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 103 страниц.

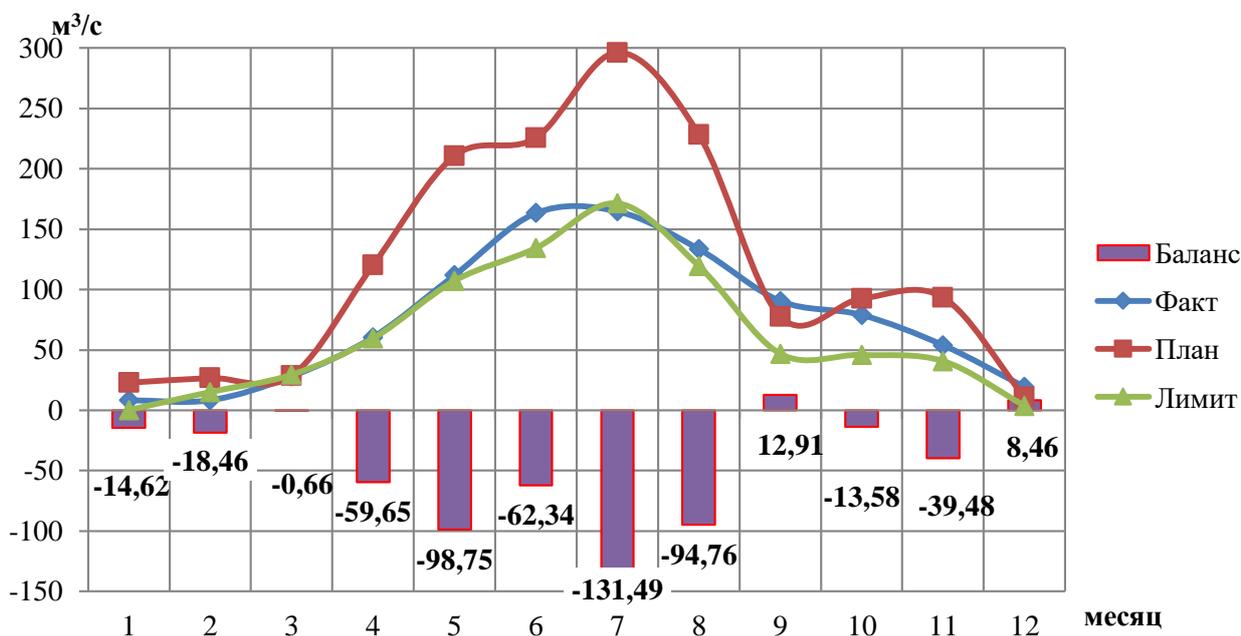
## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и необходимость диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи, а также объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Изложены научная новизна и практические результаты исследования. Обоснована достоверность полученных результатов, широко раскрыты их теоретическая и практическая значимость, приведены сведения о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации "**Анализ исследований русловых процессов в оросительных каналах**" рассматривались русловые процессы, формирование и развитие динамики руслового стока, мониторинг русловых процессов крупных каналов на основе современных геоинформационных технологий, разработка эффективных гидравлических методов управления водным потоком с учетом кинетических процессов, происходящих в русле канала. Эти вопросы освещены в научно-исследовательских работах Воробьева А.Е., Орсухаевой З.Ш., Алферовой Н.Н., Чалова Р.С., Гришанина К.В., Барышникова Н.Б., Великанова М.А., Львовича М.И., Денисова Ю.М., Махмудова Э.Ж., Чембарисова Э.И., Хикматова Ф.Х., Бакиева М.Р. и других ученых. Исследования в основном посвящены определению влияния русловой

эрозии на гидрологический режим рек и каналов, русловым процессам, моделированию гидродинамических процессов в открытых руслах каналов. Недостаточное внимание уделялось вопросам, связанным с мониторингом процессов деформации и эрозии русел в оросительных каналах с использованием современных информационных технологий, совершенствованием на основе ГИС-технологий, а также разработкой оптимальных методов управления водными ресурсами, осуществлением оперативного и надежного управления.

Во второй главе диссертации "**Полевые исследования на магистральном канале Даргом**" приводится техническая характеристика магистрального канала Даргом. Орошаемые площади, относящиеся к ирригационной системе канала Даргом, составляют 123,3 тыс. га. Из реки Зарафшан забирается 815 млн м<sup>3</sup> воды. Дополнительно используется 27,5 млн м<sup>3</sup> воды из ручьев и родников, 6,16 млн м<sup>3</sup> из подземных источников и 56,46 млн м<sup>3</sup> из возвратных вод. В ирригационной системе лимит водопользования установлен в зависимости от уровня водности года. В маловодные годы лимит воды составляет в среднем 770 млн м<sup>3</sup>, а в многоводные годы - около 1200 млн м<sup>3</sup>. На графиках представлены данные о среднем плане, установленном лимите и фактическом объеме поданной воды на основе отчетов за последние 7 лет (Рисунок 1).



**1-рисунок. Плановые, фактические и лимитные показатели, установленные для системы канала Даргом**

Изучение технического состояния магистрального канала Даргом показало, что основные русловые процессы и береговая эрозия происходят на участке протяженностью 5 км между мостом Джумабазар и Гульбинской ГЭС. При этом разрушение берегов в некоторых местах достигает от 15 до 30 м, создавая опасную ситуацию для сельскохозяйственных земель и других объектов, расположенных вблизи прибрежной зоны (рис. 2).



**2-рисунок. Зоны береговой эрозии на канале Даргом**

Некоторые опоры моста Джумабазар оказались в подвешенном состоянии в результате размыва основания (рис. 3). Эта ситуация указывает на высокую вероятность аварии в зоне моста в будущем.



**3-рисунок. Состояние опор моста Джумабазар**

Для создания карты объекта достаточно одной точки с заранее известными координатами. С помощью этой точки разрабатывался общий план объекта и создана база данных, которая служит основой для модели ГИС. Доплеровский профилограф, использованный в полевых исследованиях, даёт результаты каждого измерения расхода воды и их среднее значение с учетом коэффициента корреляции.

Створ № 1: ПК 183. По результатам измерений в этом створе ширина русла составила 60,09 м, площадь поперечного сечения 82,62 м<sup>2</sup>, скорость потока 1,75 м/с (таблица 1). Расход воды составил 144,41 м<sup>3</sup>/с. Вся дополнительная информация приведена в приложении.

Таблица 1

Результаты измерений на ПК 183

Результаты измерений																		
Трек	Время		Температура	Расстояние				Средняя скорость		Расход					%			
	#	Время		Продолжительность	Трек	DMG	Ширина	Площадь	Носитель	Вода	Слева	Справа	Верхняя часть	Средняя часть		Нижняя часть	Общий	МВсумма
1П	16:49:36		0:04:27	18,8	75,41	56,00	59,998	83,422	0,282	1,797	0,17	0,21	20,54	103,61	25,37	149,897	-	69,1
2П	16:54:13		0:03:56	18,5	82,57	56,19	60,187	81,808	0,350	1,698	0,17	0,27	19,45	93,84	25,19	138,915	-	67,5
			Среднее	18,7	78,99	56,09	60,092	82,615	0,316	1,747	0,17	0,24	19,99	98,72	25,28	144,406	0,000	68,3
			Стандартное отклонение	0,1	3,58	0,09	0,094	0,807	0,034	0,049	0,00	0,03	0,55	4,89	0,09	5,491	0,000	0,8
			COV	0,0	0,045	0,002	0,002	0,010	0,107	0,028	0,018	0,129	0,027	0,050	0,004	0,038	0,000	0,011
Выдержка: 0:08:23																		
Сеч1 = 20230916164935.riv; Сеч2 = 20230916165417.riv;																		
Комментарии																		

Объем наносов, поступающих в канал Даргом, зависит от мутности реки Зарафшан, данные о которой получают с гидропоста Дупули. Основная часть наносов, а именно 95% годового объема, приходится на период с апреля по сентябрь (0,58 кг/м<sup>3</sup>). Ниже приведены средние многолетние данные по мутности (таблица 2).

Таблица 2

Средне многолетняя мутность воды

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средне годовой
0,07	0,07	0,12	0,29	0,53	0,84	1,43	1,30	0,50	0,10	0,06	0,10	0,45

Заиление русла канала приводит к снижению его пропускной способности и, соответственно, к ухудшению водообеспеченности сельскохозяйственных культур. Заиление канала вызвано мутностью потока реки Зарафшан, а также деформацией русла и берегов канала в течение длительного периода эксплуатации и отклонениями от проектных показателей.

Образцы для анализа в сентябре и ноябре (2023 год) были отобраны в 5 точках в месте слияния каналов Даргом и Обвадной Даргом, по 6 образцов с каждого места отбора, и доставлены в лабораторию ИСМИТИ, где был проведен лабораторный анализ. Ниже приведены координаты мест отбора проб и средние показатели мутности образцов (таблица 3).

Таблица 3

**Места отбора проб для определения мутности воды и результаты лабораторных анализов**

№	Места отбора образцов	Мутность течения, кг/м <sup>3</sup>	Координаты/локация	
			North	West
1-проба	Канал Даргом	1,75	39030'28.37"	67011'53.72"
2-проба	Канал Даргом	2,12	39030'18.92"	67012'15.59"
3-проба	Канал Даргом	2,27	39030'31.44"	67013'11.59"
4-проба	Обводной Даргом	2,56	39030'52.04"	67013'31.91"
5-проба	Обводной Даргом	2,53	39031'19.10"	67013'41.18"

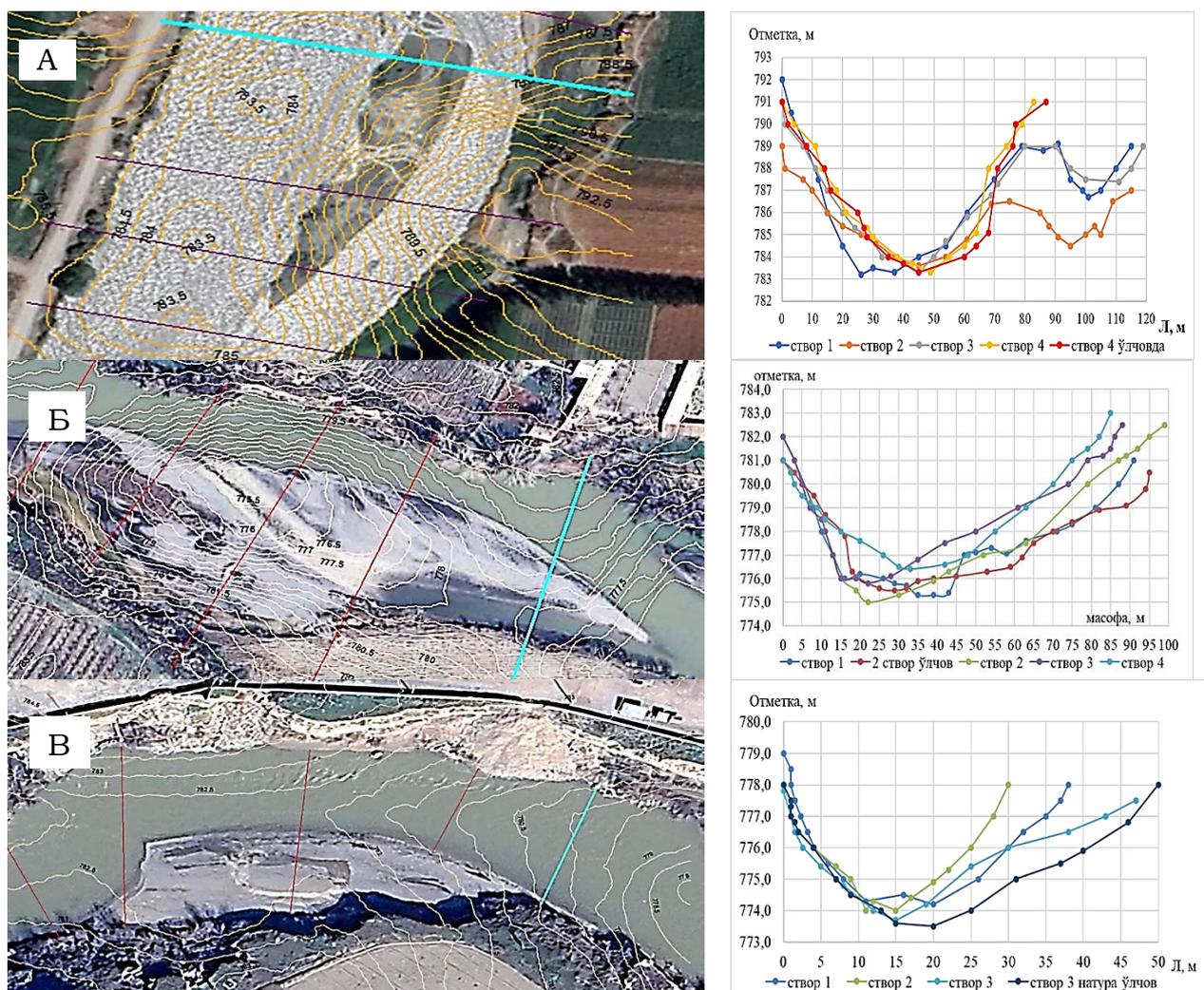
Измерение мутности воды проводилось на турбидиметре НАСН 2100, а концентрация взвешенных частиц в воде определялась в лабораторных условиях. На основе анализа исследовательских работ, проведенных на магистральном канале Даргом, установлено, что в русле канала на протяжении многих лет происходили деформационные процессы. В результате режим работы канала изменился, и управление водным потоком стало затруднительным. Это означает необходимость проведения исследований по устранению происходящей деформации в русле канала и, соответственно, по совершенствованию режима его работы.

В третьей главе диссертации "**Совершенствование методов расчета деформации русла канала**" рассматривается моделирование русловых процессов магистрального канала Даргом на основе геоинформационных технологий. На основе научного анализа, проведенного с использованием программы ArcGIS геоинформационной системы на выбранных участках магистрального канала Даргом, была разработана модель для следующих ситуаций. С помощью программы ArcMAP были обозначены створы и определены отметки. На основе натурных измерений были получены следующие результаты. С целью мониторинга размывов участков берегов магистрального канала были проведены измерения на участке протяженностью 5 км между Джумабазарским мостом и Гульбинской ГЭС. Были изучены зоны размыва берегов и проведена топографическая съемка. Длина размыва участка русла была определена с помощью пикетов и проведены измерения (таблица 4). Результаты измерений показали, что даже при низком расходе воды в канале скорость потока воды остается высокой. В результате в магистральном канале Даргом с увеличением скорости течения воды происходит эрозия береговой линии.

Таблица 4

**Результаты измерений расхода воды и скорости потока**

№	ПК	Скорость потока воды V, м/с	Расход воды. Q, м <sup>3</sup> /с
1	185+00	0,72	18,27
2	200+00	0,78	19,17
3	472+00	<b>1,29</b>	<b>18,01</b>
4	480+00	<b>1,31</b>	<b>18,90</b>
5	490+50	0,66	19,04

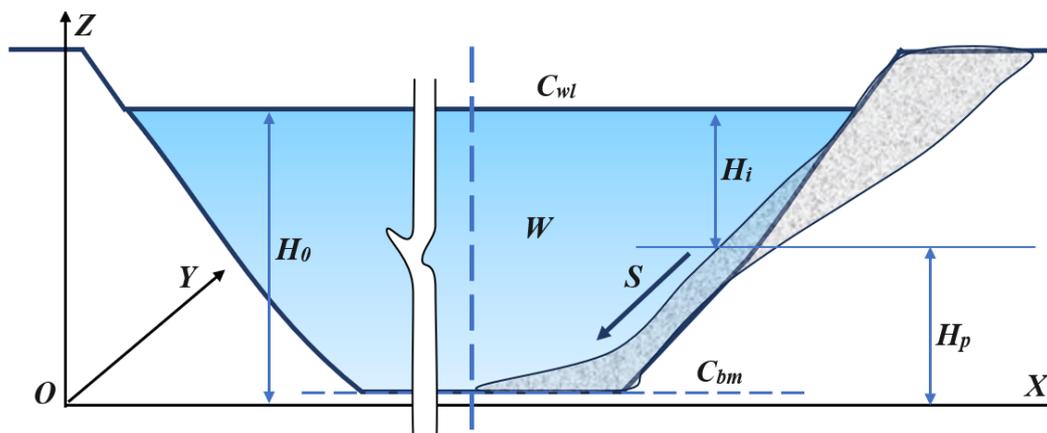


**4- рисунок. Результаты мониторинга ГИС: А- ПК165+00 и ПК171+00 между 1-участком; Б- ПК330+00 и ПК333+00 между 2-участком; В- ПК475+00 и ПК482+00 между 3-участком**

Изменение поперечных профилей канала на **участке 1** от ПК165 до ПК170 показано на рисунке 4А. При этом длина участка составляла 500 м, глубина русла канала варьировалась в пределах 7,5-9 м, а ширина - от 100 до 120 м. На рассматриваемой территории в результате отложения наносов образовался островок длиной 127 м, максимальной шириной 28 м и высотой 3-4 м. При расходе воды в канале  $50 \text{ м}^3/\text{с}$  и более течение оказывает негативное воздействие на склоны левого берега, что приводит к размыву русла. Изменение поперечных профилей русла канала на **участке 2** от ПК330 до ПК333 представлено на рис. 4Б. При этом глубина русла канала варьировалась в пределах 1,5-2 м, а ширина - 80-110 м. В результате осаждения наносов в рассматриваемой зоне происходило накопление илистых отложений на левой стороне русла по течению (максимальная отметка 778 м). **Участок 3** располагался в пределах от ПК475 до ПК482, изменение поперечных профилей русла канала показано на рис. 4В. При этом длина участка составляла 700 м, глубина русла канала варьировалась в пределах 2-3 м, ширина - от 25 до 50 м. Максимальная глубина воды на момент сбора данных достигала 3 м. В рассматриваемой области по течению в левобережном русле накапливались

илистые отложения. На участке от ПК475+00 до ПК482+00 скорость течения воды высокая из-за соединения зоны поворота русла с мостом, что наносит серьезный ущерб жилым зонам в правобережной области.

Береговая эрозия, происходящая на рассматриваемом участке канала Даргом, зона ее влияния и размыв дна русла схематично изображены на рис. 5. Были проанализированы размеры канала, уклон и изменения дна, происходящие в результате процесса эрозии. Учтены турбулентное движение потока и изменение динамической вязкости с учетом колебаний уровня и расхода воды в канале. Для получения численного решения задачи был применен метод конечных элементов. Результаты расчета береговых деформаций на рассматриваемых участках канала Даргом были сопоставлены с результатами полевых измерений.



5-рисунок. Схема деформации откосов и дна канала

Здесь береговая часть  $S$  канала с грунтовым руслом принята подвижной и представляет собой поверхность откоса, соединяющуюся с дном канала.

Для определения размеров эрозии за определенный промежуток времени и вероятности дальнейшего обрушения (разрушения) берегов канала использовалось уравнение установившегося движения с учетом динамической вязкости воды.

где:  $u = u(x, z)$  - средняя скорость потока воды на исследуемом профиле канала,  $I$  - продольный уклон дна канала,  $\mu$  - турбулентная вязкость потока воды в канале.

Поскольку на береговую эрозию в первую очередь влияют внешняя скорость движения потока и распределение кинематических показателей по глубине на рассматриваемом участке канала, уравнение движения потока выражается в следующем виде.

$$\frac{\partial H_0}{\partial t} = \frac{kH_0H_i(Q-Q_i)}{\max(u)w} \quad (2)$$

Для расчета установлены следующие граничные условия:

$w$  - максимальный расход воды в канале;  $H_i$  - глубина потока на

при  $u=0$   $Z=H_0-Ni$ ; при  $\partial u/\partial z=0$   $Z=N_0$ ; при  $\partial u/\partial x=0$   $x \leq b$ ; при  $\mu = \mu_i$   $Z=H_p$ ;  $0 \leq x \leq b$ ;  $0 \leq t \leq T$ .  $0 \leq x \leq b$ ;

Изменение турбулентной вязкости в зависимости от величины расхода воды в канале и размеров поперечного сечения канала определяется следующим образом.

Для определения напряжений сдвига, воздействующих на уклон и дно русла канала, использовалось следующее уравнение:

где:  $R$  - уклон канала и напряжение сдвига частиц на его дне,  
 $R_{xy} = \mu \partial u / \partial x$  - изменение напряжения по ширине канала с учетом вязкости;  
 $R_{yz} = \mu \partial u / \partial z$  - изменение напряжения по глубине с учетом вязкости потока.

Критическое напряжение определяется по следующей формуле:

где:  $P_w$  - плотность потока воды,  $P_s$  - плотность грунта,  $\varphi$  - угол внутреннего трения твердых частиц,  $C_y$  - сопротивление частиц,  
 $d$  - средний диаметр частиц,  $k_r$  - коэффициент, учитывающий изменение напряжения с глубиной.

С учетом граничных условий и вариационной зависимости определяются неизвестные функции  $u$ ,  $R_{xy}$ ,  $R_{yz}$ . Используя метод конечных разностей, рассматриваемая область  $w$  была разделена на части, функции  $H$  и  $p$  в конечном элементе были аппроксимированы:

$$\mu = L_k \mu_k; H_p = S_k H_{pk}; p = S_k p_k; k = 1, 2, 3$$

где:  $L_k$ ,  $S_k$  - функции формы в области  $w$  и на границе  $S$ ,  $u_k$ ,  $v_k$  - значения средней скорости и кинематической вязкости,  $H_k = H_k(t)$  - отметки дна,  $P_k$  - значения придонного давления.

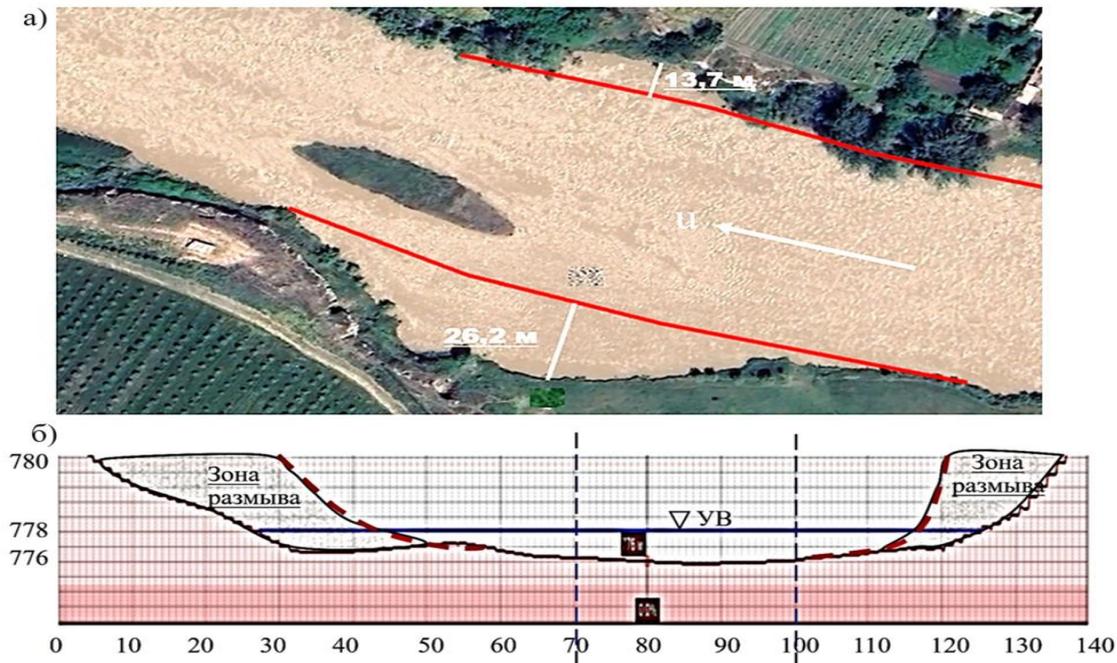
С учетом интегральной интерполяции непрерывное  $dt$  преобразуется в дискретное  $\Delta t$ . Окончательный вид дискретных аналогов задачи выглядит следующим образом:  $H_i = H_i - k_L \Delta_L$  и  $H_{i-1} = H_{i-1} + k_L \Delta_L$ . Для минимизации диссипаций использовался параметр релаксации  $k_L = 0,2$ . Для определения значений  $\Delta_L$  для размываемого откоса и дна канала использовались следующие выражения.

$$\Delta_L = \begin{cases} r + \Delta H_i & r < -\Delta H_i \\ 0 & r \geq -\Delta H_i \end{cases}$$

$$r = (y_i - y_{i-1}) t g \varphi, \quad \Delta H_i = H_i - H_{i-1}$$

Выполнен расчет для определения размеров береговой эрозии на пикете 193+50 канала (рис. 6). Для расчета размыва и обрушения почвенного откоса использовалась система уравнений, основанная на аналогах дискретных конечных разностей. Для исходной формы русла создано сеточное поле и определены отметки поверхности. Были рассчитаны поля скоростей, скорректирована вязкость и определены поля напряжений. Рассчитаны поля измененных донных отметок и скорректирована свободная поверхность с учетом турбулентной вязкости.

При этом  $X = 0$  соответствует началу координат, что отмечено на расстоянии, где влияние течения на берег незаметно. Изначально ширина канала в рассматриваемом пикете составляла 90 метров, но в результате русловых процессов и значительной береговой эрозии в настоящее время ширина канала достигла 130 метров (таблица 5).



**б- рисунок. Береговая эрозия канала Даргом на ПК193+50: а - в плане, б - поперечное сечение**

**Таблица 5**

**Результаты расчета эрозии берегов канала Даргом (ПК193+50)**

Расстояние	X, м	Левый берег							Правый берег				
		60	50	40	30	20	10	0	0	10	20	30	37
Исходные результаты	Белги, м	780	780	780	778,5	777	776,5	776	776	776,5	779,5	780	780
	Z, м	4	4	4	2,5	1	0,5	0	0	0,5	3,5	4	4
Измерения после эрозии	Белги, м	779	778,5	777	776	777	777,5	777	776	776,5	776,6	778,3	780
	Z, м	3,0	2,5	1,0	0,0	1,0	1,5	1,0	0,0	0,5	0,6	2,3	4,0
Изменение русла канала	$Z_0-Z_1$	1,0	1,5	3,0	2,5	0,0	-1,0	-0,6	0,0	0,0	2,9	1,7	0,0
Результаты расчётов	Z, м	3,2	2,47	0,8	0,31	1,17	1,42	1,08	0	0,54	0,62	2,28	3,91

Как видно из таблицы, разница между результатами расчета эрозии берегов канала и данными натуральных измерений варьируется в пределах 0,8-7%. В результате размыва левого берега углубление поверхности откоса канала достигает от 1 до 3 метров, а правого берега - от 1,7 до 2,9 метров. При этом отрицательные значения указывают на участки дна канала, где произошло накопление наносов, и уровень дна поднялся на 0,6-1,0 метра.

Поток воды деформирует русло канала, что, в свою очередь, изменяет поля скорости и давления воды в потоке. Следует подчеркнуть, что управление режимом уровня воды имеет важное значение при эксплуатации каналов, так как оказывает значительное влияние на деформации русла и берегов. На рассматриваемой территории наблюдалось сильное изменение размеров поперечных сечений канала Даргом. При этом установлено, что за 20 лет левый берег канала был размыв на 26,2 метра, а правый - на 13,7 метра.

Изменение берегов канала под динамическим воздействием водного потока требует особого подхода к их изучению с учетом гидродинамики, геоморфологии и гидрологии. Предварительный анализ интенсивности процессов берегов канала Даргом показывает, что необходимо разработать меры по защите их с применением современных методов для снижения мощности потока, так как возникает угроза чрезвычайных ситуации, связанной с затоплением прибрежных территорий.

В четвертой главе диссертации "**Конструктивные решения по уменьшению русловых процессов и размыва берегов в канале Даргом**" разработаны рекомендации, направленные на предотвращение возможных аварийных ситуаций в русле канала и повышение эффективности эксплуатации канала. При этом были предложены конструктивные решения, позволяющие предотвратить размыв берегов канала в зонах Чорвоктепа, Урамаса и моста Жумабазар, а также риск аварии. В результате была определена экономическая эффективность.

**Таблица 6**

**Объем работ, проводимых на проблемных участках канала**

Территории	В канале интервал ПК	Длина защитной дамбы, м	Объём дамбы, м <sup>3</sup>	Опасность аварии
Чарвактепа	165+00-167+91	291	1460	10
	170+91-173+84	296	1480	8
	<b>Всего:</b>	<b>587</b>	<b>2 940</b>	<b>18</b>
Урамас	192+63-194+38	175	1050	1,45
	195+38-195+73	45	270	0,55
	<b>Всего:</b>	<b>220</b>	<b>1 320</b>	<b>2,0</b>
Мост Джумабазар	294+00 - 294+80	80	1 000	12 шт.,
	294+80 - 295+20	120	4 000	35 шт.,
	294+00 - 295+55	155	1 395	1,45 га
	294+40-295+10	70	Прорезь 630	
	<b>Всего:</b>	<b>425</b>	<b>6 395</b>	<b>20 га и 47 шт. дом</b>

Применение комбинированных и гидравлических методов уменьшения размыва берегов каналов и деформации русла позволяет предотвратить чрезвычайные аварийные ситуации в населенных пунктах, на орошаемых территориях и промышленных объектах.

Повышение КПД магистрального канала Даргом путем проведения дополнительных ремонтно-восстановительных работ на проблемных участках вдоль русла и внедрение современных методов орошения обеспечивает увеличение коэффициента полезного действия с 0,6-0,7 до 0,75-0,85, а коэффициента использования воды с 0,45-0,55 до 0,75-0,85. В результате достигается экономия 2% воды, полученной в течение вегетационного периода, что составляет 200-220 м<sup>3</sup>.

С помощью созданной новой программы водного баланса упростились работа специалистов диспетчерской службы системы; улучшается учет воды по всей протяженности канала; появилась возможность визуального управления сетями водозабора при изменении расхода воды от главного водозаборного гидрпоста канала.

Проведение мониторинга русловых процессов в каналах создает возможность постоянного контроля за происходящими в русле явлениями, что позволяет достичь оптимального управления водным потоком. В результате предотвращаются чрезвычайные аварийные ситуации на орошаемых землях, в населенных пунктах и объектах инфраструктуры.

## ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований по диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) на тему **"Совершенствование мониторинга деформации русла оросительных каналов на основе геоинформационных технологий (на примере канала Даргом)"** представлены следующие выводы:

1. Проанализированы технические данные магистрального канала Даргом, проведены натурные измерения на проблемном участке между мостом Джумабазар и Гульбинской ГЭС, уточнены гидрометрические, морфологические и кинематические характеристики канала..

2. Изучен гидрологический режим канала Даргом, проанализирован расход воды в пунктах водозабора Даргом - Багрин, Янги Даргом, Айланма Даргом, Эски Даргом, Талигулян и Эски Анхор в разрезе декад. Выявлены динамика изменения количества забираемой воды по сезонам и связанные с этим проблемы. Приведены данные регулирования расхода воды в верхнем бьефе канала Даргом, а также таблица координат зависимости расхода воды от уровня воды.

3. На основе проведения натурных измерений с использованием современных измерительных приборов были определены гидрометрические, морфологические и кинематические характеристики канала. Изучено техническое состояние сооружений, расположенных вдоль трассы канала Даргом, а также водозаборных сооружений межхозяйственных каналов. Подробно описаны русловые процессы в канале и зоны береговой эрозии.

4. Измерения на канале Даргом проводились в 2023-2024 годах. На первом этапе натурные измерения были выполнены на ПК170, ПК175, ПК182, ПК183. Согласно данным диспетчерской службы, расход воды в канале варьировался в

пределах 80-140 м<sup>3</sup>/с. Второй этап работ по измерению расхода воды был проведен на ПК160, ПК165, ПК191, ПК200, ПК 03+50. При этом, по информации диспетчерской службы, расход воды в канале составлял 19 м<sup>3</sup>/с. В результате измерений были определены такие параметры, как расход воды, скорость потока, площадь поперечного сечения, ширина и глубина русла.

5. Для определения состояния заиления дна канала и диагностики развития русловых процессов была изучена мутность водного потока в канале Даргом. Проанализированы средние многолетние данные, полученные из источников, а также образцы, взятые в сентябре и ноябре 2023 года в месте слияния каналов Даргом и Айланма Даргом. Уровень мутности воды канала Айланма Даргом был значительно выше из-за большого уклона, и после присоединения к Даргому мутность потока увеличилась. В месте слияния двух каналов образовалось множество островков.

6. Актуальной задачей является внедрение мониторинга воды с помощью цифровых технологий и создание единой информационной системы по всем источникам и водным ресурсам. Разработана программа "Расчет водного баланса ирригационных систем" (Свидетельство DGU 33019). Программа позволяет усовершенствовать планирование использования водных ресурсов, распределение воды и управление водными ресурсами с применением информационных технологий.

7. Характеристики канала были уточнены и смоделированы на основе ГИС-технологий. Представлен анализ данных, относящихся к зоне исследований, полученных с использованием программ Google Earth Pro 7.3.4 и Google Earth Engine на основе данных со спутниковых снимков Sentinel-2. Участок канала Даргом между мостом Джумабозор и Гульбинской ГЭС изучен с использованием геоинформационной системы и натурных исследований. Съёмки проводились в 2023-2024 годах, что позволяет просматривать и корректировать карты, создавать KML-файлы и формировать картографические слои.

8. В целях мониторинга русловых процессов и предотвращения чрезвычайных ситуаций разработана программа "ГИС мониторинг руслового процесса в канале" (Свидетельство, DGU 46795). В результате создана возможность онлайн-наблюдения за русловыми процессами в каналах.

9. Предотвращение снижения пропускной способности магистрального канала Даргом, улучшение водоснабжения на площади 5900 га, достижение экономии водных ресурсов за счет внедрения программы расчета водного баланса, а также другие подобные результаты, выводы и предложения позволят повысить эффективность использования ирригационных сооружений.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.41/30.04.2021.T.131.01 AT THE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF  
IRRIGATION AND WATER PROBLEMS**

---

**SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF IRRIGATION AND WATER  
PROBLEMS**

**TURAYEV SHAMSHIDDIN JURAQULOVICH**

**IMPROVING THE MONITORING OF IRRIGATION CANAL BED  
DEFORMATION USING GEOINFORMATION TECHNOLOGIES (CASE  
STUDY OF THE DARGOM CANAL)**

**05.09.07 – Hydraulics and engineering hydrology**

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

**Tashkent – 2025**

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in technical science is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number № B2025.3PhD/T3409

The doctoral dissertation has been prepared at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on website ([www.ismiti.uz](http://www.ismiti.uz)) and information-educational portal Ziyonet at the address ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

<b>Scientific advisor:</b>	<b>Ikramova Malika Rakhimberdiyevna</b> doctor of technical sciences, professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Khudaykulov Sayet Ishankulovich</b> doctor of technical sciences, professor
	<b>Akhmedkhodjaeva Ifoda Akhmadjanovna</b> Candidate of technical sciences, professor
<b>Leading organization:</b>	<b>Jizzakh Polytechnic Institute</b>

Defense of the thesis will be held " 8 " 11 2025 at 14<sup>00</sup> hours at a meeting of the Scientific Council DSe.41/30.04.2021.T.131.01 at the Scientific research institute of irrigation and water problems at the address: 100187, Tashkent, Karasu-4, 11. Tel.: (99899)434-43-28; 71 2024785 e-mail: [ismiti@mirwater.uz](mailto:ismiti@mirwater.uz).

The doctoral dissertation can be reviewed in the Information Resource Center of the Scientific research institute of irrigation and water problems (registered № 10) Address: 100187, Tashkent, Karasu-4, 11. Tel.: (99899) 434-43-28; 71 202 47 85 e-mail: [ismiti@mirwater.uz](mailto:ismiti@mirwater.uz).

The thesis abstract was sent out « 20 » 10 2025.

Protocol of distribution № 10 from « 20 » 10 2025.



**I.E.Makhmudov**

Chairman of the Scientific Council  
forwarding of academic degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**U.A.Sadiev**

Scientific secretary of the scientific council  
forwarding scientific degrees,  
PhD, senior researcher

**A.J.Seytov**

Chairman of the academic seminar,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The purpose of the research:** The aim is to conduct monitoring of channel processes occurring in canals, such as channel erosion and siltation, as well as bank erosion, using geoinformation technologies, and to increase the efficiency of water management.

**The object of the research:** The Dargom Main Canal in Samarkand Province.

**The scientific novelty of the research is reflected in the following results:**

A model for monitoring bank erosion has been developed based on the database and geoinformation technology of the Dargom Main Canal;

the method for calculating water balance has been improved, taking into account changes in channel parameters and the canal's efficiency coefficient;

a hydraulic method for calculating the thickness of silt at the bottom of the canal has been developed, taking into account changes in water level and flow, as well as the contribution of erosion and washing of canal banks and sedimentation of the channel bed.

structural solutions have been developed to reinforce bank protection, aimed at preventing changes in channel processes, reducing bank erosion, and averting emergency situations in the canal.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained from improving the monitoring of riverbed deformation in irrigation canals using geoinformation technologies (as exemplified by the Dargom Canal):

The method of monitoring channel processes of the Dargom main canal based on GIS technologies has been implemented in the Zarafshan Main Systems Operation Department (Reference No. 02/13-4759 of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan dated December 11, 2024). As a result, it has become possible to conduct online monitoring of channel processes in irrigation canals, increase water carrying capacity by 5%, and improve water supply over an area of 5,900 hectares. This has created an opportunity to save 6-7% of water resources through efficient water distribution;

An optimal method of flow management, taking into account riverbed processes in irrigation canals, has been developed and implemented in the Zarafshan Main Systems Operation Department (Reference No. 02/13-4759 dated December 11, 2024, from the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan). As a result, this has created the opportunity for efficient use of water flow in irrigation canals and the implementation of technical measures along the canal when needed;

The electronic scheme of the canal has been developed, and methods for calculating water balance have been improved and implemented in the Zarafshan Main Systems Operation Department (Reference No. 02/13-4759 of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan dated December 11, 2024). As a result, the efficiency of the dispatch service has improved, creating the potential to conserve 2-3 percent of water resources.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation comprises an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The dissertation is 103 pages in length.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Jurayev B., Mirzaeva O., Turayev Sh., Tursunbayev L., The dissipation of water's kinetic energy in channel water conveyance tracts, International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 11, Issue 12, December 2024 (05.00.00; №8)

2. Turayev Sh.J., Jo'rayev B.B. Darg'om magistral kanali foydali ish ko'effitsiyentini hisoblashning ustuvor yo'nalishi. Fan, muhofaza, xavfsizlik 2(13)/2024 yil, B. 209-216. (05.00.00; №36)

3. Мирзаева О. М., Жўраев Б.Б., Тураев Ш.Ж. Каналларда сув сарфи тақсимоти ва баланси. Агро илм Ўзбекистон қишлоқ ва сув хўжалиги журнали 5-сон 2024 й. Б. 57-61 (05.00.00; №3)

4. Жўраев Б.Б., Тураев Ш.Ж. Дарғом каналида ўзан жараёнларини гат технологиялари асосида моделлаштириш. “Ўзбекгидроэнергетика” илмий-техник журнали, vol .7, Issue 1, 2025 й. Б. 99-107 (ОАК раёсатининг 30.10.2020 йилдаги қарори 287/9.1).

5. Жўраев Б.Б., Тураев Ш.Ж., Дўсиёров Ф.Ж. Дарё ва каналлар ўзан деформациясининг гат технологиясида мониторинги (дарғом магистрал канал мисолида). Агро илм журнал, махсус сон 4, 112, 2025 й. Б. 24-26(05.00.00; №3)

**II бўлим (II часть; II part)**

6. Jurayev B.B. and Turayev Sh. J. Determining the efficiency coefficient of the new dargom canal through field measurements, Academic research in modern science International scientific-online conference, USA 2025 <https://doi.org/10.5281/zenodo.16779034>

7. Жўраев Б.Б., Тураев Ш.Ж. Методы определения расхода воды в каналах. “Formation of psychology and pedagogy as interdisciplinary sciences” International scientific-online conference 8.8.2025. ISBN 978-955-3605-86-4.

8. Тураев Ш.Ж., Жўраев Б.Б. Канал ўзан жараёнларининг гат технологиясидан фойдаланиб мониторинги (Дарғом магистрал канал мисолида) “Qishloq va suv xo'jaliginng zamonaviy muammolari” mavzusidagi an'anaviy XXIV - yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani, www.tiame.uz. T. 2025 й. Б. 496-501

9. Рўзимуродов А.Б., Тураев Ш.Ж. Самарқанд вилояти тупроқларининг мелиоратив ҳолати ва замонавий суғориш тизимларини жорий этиш масалалари. Suv resurslaridan samarali foydalanish: muammo va yechimlar (janubiy

viloyatlarda sug'oriladigan yerlar misolida) respublika ilmiy-amaliy anjumani.  
Қарши. 2022 й. Б. 26-31

10. Икрамова М.Р., Тураев Ш.Ж., Мирзаева О.М. Береговая эрозия и деформация русла канала даргом. Вестник науки и образования. научно-методический журнал, 2025. № 2 (157). Часть 1. С. 6-13

11. Икрамова М.Р., Жўраев Б.Б., Тураев Ш.Ж. Irrigatsiya tizimlari suv balansini hisoblash dasturi elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma O'zbekiston respublikasi adliya vazirligi № DGU 33019. 8.09.2023 yil

12. Жўраев Б.Б., Тураев Ш.Ж. Kanalda o'zan jarayonining GAT monitoringi elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma O'zbekiston respublikasi adliya vazirligi № DGU 46795. 08.01.2025 yil

Автореферат «Ирригация ва мелиорация» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (21.08.2025 й.)



**№ 10-3279**

Bosishga ruxsat etildi: \_\_. \_\_. 2025.  
Bichimi: 60x84<sup>1/16</sup> «Times New Roman»  
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabogʻi 2,75. Adadi 100. Buyurtma: № 55  
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09  
Guvohnoma reestr № 10-3279  
«IMPRESS MEDIA» MChJ bosmaxonasida chop etildi.  
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi koʻchasi, 6-u







