

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ  
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”  
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**АТАКУЛОВ ДИНИСЛАМ ЕРМАГАНБЕТ ЎҒЛИ**

**ЎЗАНДАГИ ЖАРАЁНЛАРНИ БАҲОЛАШДА ГАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

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

**Тошкент – 2022**

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

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

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

<b>Атакулов Динислам Ермаганбет ўғли</b> Ўзандаги жараёнларни баҳолашда ГАТ технологиялар.....	3
<b>Атакулов Динислам Ермаганбет ўғли</b> ГИС технологии при оценки русловых процессов .....	23
<b>Atakulov Dinislam Ermaganbet ugli</b> GIS technologies for evaluation of channel processes.....	41
<b>Эълон қилинган ишлар рўйхати</b> Список опубликованных работ List of published works.....	44

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ  
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”  
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**АТАКУЛОВ ДИНИСЛАМ ЕРМАҒАНБЕТ ЎҒЛИ**

**ЎЗАНДАГИ ЖАРАЁНЛАРНИ БАҲОЛАШДА ГАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

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

**Тошкент – 2022**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2021.1.PhD/T2155 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университетидида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tiame.uz](http://www.tiame.uz)) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Арифжанов Айбек Мухамеджанович  
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Файзиев Хамитхон  
техника фанлари доктори, профессор

Жулнев Мухиддин Комилович  
техника фанлари фалсафа доктори

Етакчи ташкилот:

Андижон қишлоқ хўжалиги ва  
агротехнологиялар институти

Диссертация ҳимояси “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.10.02 рақамли илмий кенгашнинг «13» январь 2023 й. соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй.Тел. (+99871)-237-22-67, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).

Диссертация билан “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (249 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил 100000, Тошкент ш., Қори Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел.(+99871)-237-19-45. e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «26» декабрь кунин тарқатилди.  
(2022 йил «26» декабрь даги № 249 рақамли ресстр баённомаси).



Т.З. Сўдтанов  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Ф.А. Гаширов  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш аъзои, котиби, т.ф.д.,  
профессор

Д.Р.Базаров  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш ҳузуридаги илмий семинар  
раиси ўринбосари, т.ф.д., профессор

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Жаҳонда иқлим ўзгариши, сув ресурсларига табиий ва антропоген омилларнинг таъсирлари натижасида сув объектларининг ҳолати ҳамда уларнинг сув ўтказиш қобилияти, сув манбаларидан самарали фойдаланишга алоҳида аҳамият берилмоқда. Дарё ўзанида бўлаётган жараёнлар, дарёдан сув олишда катта муаммолар пайдо қилмоқда. Бу муаммолар ечими инновацион технологиялардан фойдаланиб, сув манбаларидан самарали фойдаланишни ва сув хўжалиги объектларини мониторингини тезкор амалга оширишни тақозо этади. Бу масала оламшумул хусусиятга эга бўлиб, соҳанинг истиқболи учун катта аҳамият касб этади. Дунё олимлари ер ва сув миқдорини баҳолаш, ирригация тизимларида содир бўлаётган ўзгаришлар устидан кузатув-назорат ишларини олиб бориш, сув ресурсларидан тежамли фойдаланишни назорат қилиш, уларни тезкор ҳамда аниқ баҳолаш, бошқариш техника-технологияларини яратиш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу ишларни амалга оширишда МОЎ (масофадан объектларни ўрганиш) ва ГАТ (географик ахборот тизимлари) технологиялардан фойдаланиш алоҳида аҳамият касб этмоқда<sup>1</sup>.

Дарё ўзанида юзага келадиган жараёнлар дарё оқизиклари миқдори, таркибий қисми ва ҳаракат режимларига боғлиқдир. Ўзанда сув ва оқизикларнинг ҳаракатига боғлиқ ҳолда эрозия ва аккумуляцион жараёнлар содир бўлади. Бу жараёнлар эса дарё ўзинининг узоқ муддатли ва қисқа муддатли шаклланишида катта аҳамиятга эгадир. Ушбу ўзандаги деформацион жараёнлар оқим динамикасига ва дарё структурасига катта таъсир кўрсатади. Шу нуқтаи назардан ўзанларда содир бўлаётган жараёнларни тадқиқ этиш, баҳолаш ва улар асосида илмий асосланган чора тадбирлар ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга тадбирлардан бири ҳисобланади. Бугунги илмий тадқиқотлар ривожидан маълумки, юқорида баён этилган муаммоларни ҳал қилишда илғор инновацион технологиялардан кенг фойдаланиш долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Сунъий йўлдош маълумотларидан ҳамда ГАТ дан сув хўжалигида фойдаланиш масаласи дунё тажрибасида кенг қўлланиб келинмоқда, аммо Ўзбекистон шароитида бу соҳалар энди амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Сув ресурсларини бошқариш тизимини тубдан ислоҳ қилиш ва сувни иқтисод қилиш бўйича алоҳида давлат дастурини амалга ошириш»<sup>2</sup> вазифалари, 2020 йил 10 июлдаги ПФ-6024-сон “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида” ги Фармони, жумладан “сув ресурсларини прогнозлаштириш, уларнинг ҳисобини юритиш ва маълумотлар базасини шакллантириш тизимини такомиллаштириш ҳамда шаффофлигини

<sup>1</sup> <https://www.itp.edu.pl/JWLD/files/2021-04-JWLD-01--Badawy.pdf>

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги фармони

таъминлаш; сув хўжалиги объектларини модернизация қилиш ва ривожлантириш, йирик сув хўжалиги объектларини бошқаришни рақамли технологиялар асосида автоматлаштириш, электр энергияси ва бошқа ресурсларни тежайдиган замонавий технологияларни кенг жорий қилиш” вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан дарёнинг тоғ олди қисмида ўзан морфометрик боғланишлари ўзгаришини оқим ва ўзан параметрларининг ўзаро таъсирини инобатга олиб ГАТ технологиялар асосида такомиллаштириш, дарёнинг тоғ олди қисми ўзанидаги жараёнларни баҳолашда сунъий йўлдош маълумотлари, ArcMap дастури ва масофдан объектларни ўрганиш (МОЎ) технологияларидан фойдаланиш услубларини ишлаб чиқиш соҳада илмий-тадқиқот ишларини олиб боришда муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармони, 2019 йил 17 июндаги ПФ-5742-сон “Қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чоратадбирлари тўғрисида” ги ва 2020 йил 10 июлдаги ПФ-6024-сон “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги фармонлари, 2017 йил 25 сентябрдаги ПҚ-3286-сон “Сув объектларини муҳофаза қилиш тизимини янада такомиллаштириш чоратадбирлари тўғрисида” ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. “Ахборотлаштириш ва ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш” ҳамда V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш” устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Дарё ўзанидаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни назарий асослари ва ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш бўйича изланишлар М.А.Великанов, А.В.Караушев, И.И.Леви, В.Г.Глушков, И.К.Россинский, Н.Н.Павловский, В.М.Лохтин, Н.И.Маккавеев, Г.И.Шамов, А.Н.Гостунский, Н.А.Ржаницын, Г.В.Железняков, Л.С.Лебявский, Н.Е.Кондратьев, И.В.Попов, К.В.Гришанин, С.Т.Алтунин, А.В.Чернов, Н.Б.Барышников, К.Ш.Латипов, Е.К.Рабкова, В.Ф.Талмаза, А.Крошкин, В.К.Дебольский, Д.В.Штренихт, А.М. Мухамедов, Х.А.Ирмухамедов, М.Р.Карапетян, Х.А.Исмагилов, М.Р.Бакиев, Э.Ж.Махмудов, А.М.Арифжанов, Д.Р.Базаров, М.Р.Икрамова, А.М.Фатхуллоев, С.С.Эшев, Ф.А.Гаппаров, V.Leina, G.Leuci, N.Chen, T.Blench, S.Shum, P.Akkers ва бошқа қатор олимларнинг илмий тадқиқот ишларида ўз аксини топган.

Объектларни масофадан ўрганиш, дарё ўзанида, сув ҳавзаларида юзага келадиган жараёнларни геоинформацион технологиялар асосида баҳолаш бўйича С.Conrad, А.Khamzina, О.Dubovyk, К.Lee, R.Olsen, S.Anderson, С.Tarantino, F.Lovergine, P.Nagler, А.М.Puetz, А.М.Арифжанов, Э.Сафаров, С.В.Мягков, А.С.Пўлатов, М.Р.Икрамова, Ш.Акмалов ва бошқа олимлар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Бугунги кунда ушбу йўналишда олиб борилган тадқиқотларга қарамасдан дарёнинг тоғ олди қисми ўзанидаги эрозия ва аккумуляцион жараёнларни баҳолаш ишларини рақамлаштириш, ўзанининг морфометрик параметрларини ҳисобини амалга оширишда геоахборот технологиялардан фойдаланиш масалалари етарли даражада ишлаб чиқилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №7-сонли “Ирригация тизимлари, гидротехник иншоотлар ва сув омборларнинг гидравлик ва гидрологик жараёнларини илмий асосларини ишлаб чиқиш” (2016-2020), №14-сонли “Ирригация тизимлари, гидротехник иншоотлар ва сув омборларида гидравлик ва гидрологик жараёнларни геоинформацион технологиялар асосида баҳолашнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш” (2021-2025), КХ-Атех-2018-69 - «Ўзанларда эрозия ва аккумуляцион жараёнларни баҳолаш технологиясини геоахборот тизимларидан (ГАТ) фойдаланиб ишлаб чиқиш» (2018-2020) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади.** Дарёларнинг тоғ олди қисмида ГАТ технологияларидан фойдаланиб эрозия ва аккумуляцион жараёнларни баҳолаш усулларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

дарёнинг тоғ олди қисмида оқимнинг энергетик ҳолатини инобатга олиб ўзандаги жараёнларни баҳолашда ГАТ технологиялардан фойдаланиш усулини ишлаб чиқиш;

табиий дала шароитида дарёларнинг тоғ олди қисми ўзанидаги гидравлик, геодезик ва гидрологик тадқиқотларини инобатга олиб ГАТ технологиялар асосида маълумотлар базасини ишлаб чиқиш;

масофадан объектларни ўрганиш (МОЎ) технологиялари ва ArcMap дастуридан фойдаланиб, ўзандаги деформацион жараёнларни баҳолашни асослаш;

ГАТ технологияларидан фойдаланиб дарёнинг тоғ олди қисмида ўзан мустаҳкамлик шартлари асосида ўзанларнинг шаклланиши ва морфометрик параметрларини аниқлаш усулини такомиллаштириш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Фарғона вилоятидаги Сўх дарё ҳавзасидаги тоғолди дарёси– Сох сой ўзани олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** Landsat, Sentinel Ер сунъий йўлдошлари

орқали олинган тасвир ва маълумотлари, ArcGis дастури, GPS маълумотларни олиш, тасвир таҳлил моделлари ҳамда дала тадқиқотлари олиб бориш ускунасининг техник воситалари ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида ArcMap дастури ёрдамида NDWI классификациялаш усули, объектлардан GPS нуқталар олиш усули, табиий шароитда дарё ўзанида геодезик, гидравлик ва гидрологик тадқиқотлар олиб бориш усули, маълумотларни қайта ишлашда математик статистика таҳлил усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

назарий ва амалий тадқиқотлар таҳлили бўйича дарёнинг тоғ олди қисмида ўзан морфометрик параметрларини ўзгаришини баҳолаш усули оқимнинг энергетик ҳолатини инобатга олиб ГАТ технологиялари асосида ишлаб чиқилган;

дарёнинг тоғ олди қисмида ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни гидравлик, геодезик ва гидрологик тадқиқотларни инобатга олиб, ГАТ технологиялари асосида маълумотлар базаси ва ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилган;

дарёнинг тоғ олди қисми учун ўзандаги жараёнларни баҳолашда масофадан объектларни ўрганиш технологиялари ва ArcMap дастуридан фойдаланиш имкониятлари асосланган;

ўзан кесимининг мустақамлик шартлари асосида морфометрик параметрларни аниқлашда ГАТ технологияларидан фойдаланиш усули такомиллаштирилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

дарёнинг тоғ олди қисмида ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни баҳолаш учун геоахборот тизимлари асосида маълумотлар базаси ишлаб чиқилган;

ўзан морфометрик параметрларини ГАТ дастурлари асосида баҳолаш ва аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни, ўзанининг морфометрик параметрларини масофадан туриб тезкор, онлайн, ортиқча ишчи кучи ва маблағ сарфисиз амалга ошириш алгоритми ишлаб чиқилган;

ГАТ технологиялари ва ArcMap дастури асосида ўзандаги жараёнларни ифодоловчи худуд харитаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий ва тажрибавий тадқиқотлар натижаларини мутаносиблиги, маълумотларни статистик таҳлили, боғланишларнинг корреляция даражаларини аниқлаш, дала тажрибаларида дарё ўзанида GPS нуқталар олиш, уларни координаталарини тасвир координаталари билан солиштириш, ГАТ да олинган маълумотларни дала тажрибалари билан солиштириш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ўзандаги эрозион ва аккумуляцион

жараёнларни МОЎ ҳамда ГАТ маълумотлари ва усулларини қўллаб аниқланганлиги, ГАТ дастурларидан фойдаланиб, маълумотлар базаси ва хариталар яратилганлиги, МОЎ соҳасига таҳлил усули ва алгоритмлари тузилганлиги, дарё ўзанининг техник ва эксплуатацион ҳолатини баҳолашда NDWI (Normalized Difference Water Index) турли индекслари асосида таҳлил усулини такомиллаштирилганлиги, Landsat 8, Sentinel 2 тасвирлари билан ГАТ да статистик таҳлил қилиш, тасвирлар таҳлил алгоритмларини яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти яратилган маълумотлар базаси орқали ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни, ўзанининг морфометрик параметрларини масофадан туриб тезкор, ресурстежамкор технологиялардан фойдаланиб кам маблағ сарфлаб аниқланганлиги, ўзандаги жараёнларни баҳолашда оқимнинг энергетик ҳолатини инобатга олиб тезкор чора-тадбирлар ишлаб чиқиш имкониятини яратилганлиги, дарёнинг тоғ олди қисмида ўзандаги жараёнлар жадаллигини баҳолашда онлайн маълумотлар базасини яратилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Дарёларнинг тоғ олди қисмида ГАТ технологияларидан фойдаланиб эрозион ва аккумуляцион жараёнларни баҳолаш усулларини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

Сох сой ўзанидаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни инновацион технологиялардан ГАТ асосида баҳолаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Сирдарё Сўх ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли “Сўх-Оқтепа” ирригация тизими бошқармасига жорий этишга тавсия этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2022 йил 1 февралдаги НК64532136-сон маълумотномаси). Натижада Сўх-Оқтепа ирригация тизимида қарашли Сох сой ўзанида морфометрик параметрларнинг ўзгариши асосида ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни аниқлаш имконияти яратилган;

Сох сой ўзанидаги деформацион жараёнларни баҳолаш учун маълумотлар базаси ишлаб чиқилган ва Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Сирдарё Сўх ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли “Сўх-Оқтепа” ирригация тизими бошқармасига жорий этишга тавсия этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2022 йил 1 февралдаги НК64532136-сон маълумотномаси). Натижада дарё ўзани шаклланишини тезкор аниқлашнинг масофадан баҳолаш имконияти яратилган;

Чирчиқ дарёси ўзанидаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни инновацион технологиялардан ГАТ асосида баҳолаш усули “БВО Сирдарё” ташкилотига қарашли “Юқори Чирчиқ сув иншоотлари бошқармаси” га жорий этишга тавсия этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2022 йил 1 февралдаги НК64532136-сон маълумотномаси). Натижада Чирчиқ дарёси ўзани морфометрик параметрларини ва ўзандаги деформацион жараёнларни ГАТ асосида баҳолаш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари халқаро, республика ва институт миқёсидаги анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, жумладан 7 та Scopus, 1 та халқаро ва 4 та илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича 15 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан 7 таси Республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр қилинган, 7 та мақола Scopus базасидаги журнал ва конференция материалларида чоп этилган.

**Диссертация тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 118 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация тадқиқотларининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотларнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, шунингдек, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги, чоп этилган илмий ишлар ва диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “**Дарёнинг тоғ олди қисмида ўзандаги жараёнлар тадқиқотлар таҳлили**” деб номланган биринчи бобида дарё ўзанида юзага келадиган жараёнлар ва уларга таъсир этувчи омиллар, ўзан морфометрик параметрларини ва оқим гидродинамик элементларини аниқлаш усуллари ҳамда масофадан объектларни ўрганиш техника ва технологияларга доир тадқиқотлар таҳлили келтирилган.

Дарё ўзанидаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни баҳолашда назарий изланишлар ва ҳисоблаш усуллари таҳлилидан (М.В.Великанов, А.В.Караушев, Н.А.Ржаницын, К.Ш.Латипов, В.К.Дебольский, С.Х.Абальянц, М.Р.Карапетян ва бошқалар) маълум бўлдики, ўзанлардаги деформацион жараёнларни баҳолашда морфометрик параметрларни ифодаловчи оқим ва ўзан элементларини инobatга олиш лозим. Олиб борилган таҳлиллар асосида ҳам ўзан элементларини ва ҳам оқим гидравлик параметрларини инobatга олувчи боғланишлар асосида ўзандаги жараёнларни баҳолаш лозимлиги асосланган.

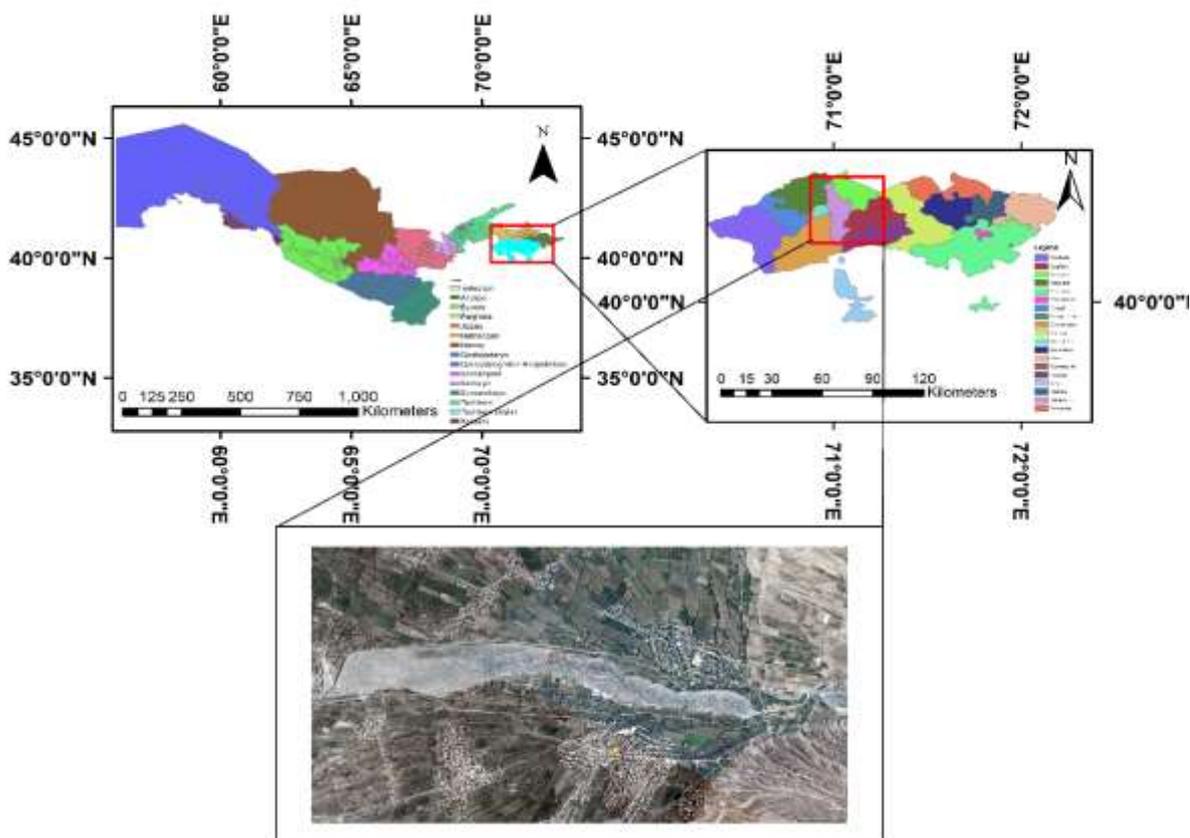
Сув объектлари тадқиқотларида масофадан объектларни ўрганиш МОЎ технологияларидан фойдаланишга доир тадқиқотларнинг назарий ва амалий таҳлили келтирилган.

Олиб борилган тадқиқотлар таҳлилидан, дарё морфометрик

боғланишларини тезкор ва аниқ баҳолашда қатор қулайликларга эга илғор инфор­мацион технологиялар сифатида ҳозирги кунда қўлланиш соҳаси бўйича кенг тарқалган географик ахборот тизими (ГАТ) дан фойдаланиш мумкин. Юқоридаги таҳлиллар асосида дарёнинг тоғ олди қисми ўзанидаги жараёнларни ўрганишда геоахборот технологиялардан фойдаланиш имкониятлари турли сунъий йўлдош тасвирлари асосида амалга ошириш мумкинлиги бўйича хулосалар келтирилган. Амалга оширилган тадқиқотлар таҳлили асосида ишнинг мақсад ва вазифалари белгиланган.

Диссертация ишининг “**Табиий-дала шароитида дарёнинг тоғ олди қисмида ўзан шаклланишининг тадқиқоти**” деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектида олиб борилган изланишлар, тадқиқотларда фойдаланиладиган усуллар, тўпланган маълумотлар, таҳлил босқичлари ҳақида баён этилган ва таҳлил жараёни босқичлари тавсифлаб берилган. Унинг дастлабки қисмида тадқиқот объекти сифатида танланган Сох сой (1-расм) ўзандаги жараёнларни характерловчи маълумотлар ҳамда уларнинг аҳамияти баҳо­ланган. Бунга қўра таҳлиллар учун административ маълумотлар, дала тажриба маълумотлари, сунъий йўлдош маълумотлари танлаб олинган ва ўзаро таққосланиб таҳлил қилинган.

Натижаларни хариталаш, дастлабки ишлов бериш ва базасини яратишда ArcGIS дастуридан фойдаланилган. Таҳлилларда Landsat 8 ва Sentinel 2 каби сунъий йўлдош тасвирларидан фойдаланилган.



**1-расм. Сох сой ўзани**

Табиий-дала шароитидаги тадқиқотларда ўзанда юзага келган жараёнларни баҳолаш учун ўзан узунлиги бўйича бир нечта створлар танлаб

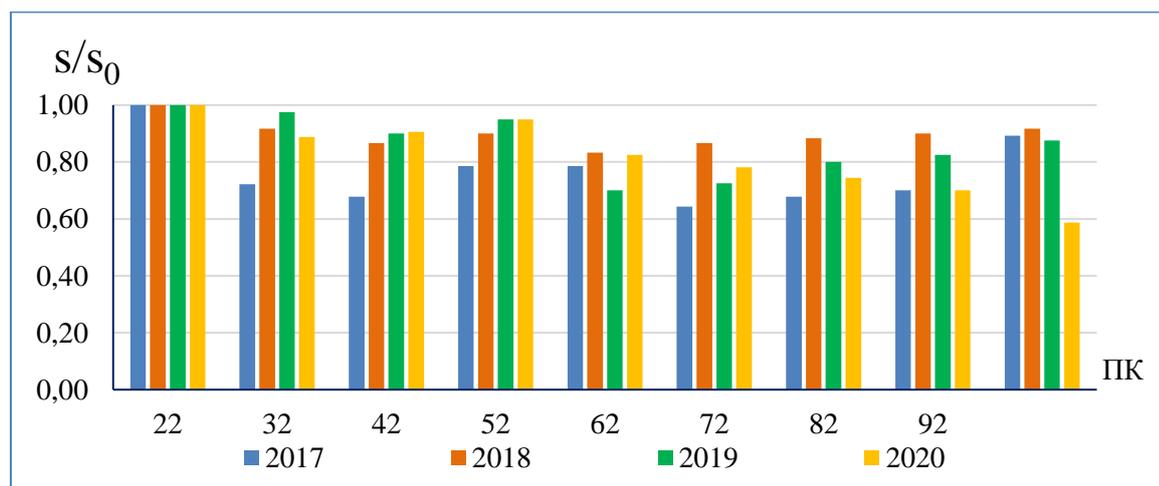
олиниб ҳар бир створда оқимнинг гидравлик элементлари, ўзанининг морфометрик параметрлари геодезик асбоблар ва GPS орқали аниқлаб олинган. Йиллар давомида танланган створларлар бўйича оқим гидравлик элементларининг ўзгариш динамикаси, ўзандаги аккумуляцион ва эрозион жараёнлар таҳлил этиб борилган. Геодезик, гидравлик ўлчаш натижаларида характерли створларда оқимнинг гидродинамик параметрлари ва ўзанининг морфометрик параметрлари аниқланган.

Ўзандаги жараёнларни асосий омили, оқим таркибидаги ва туб оқизиклар миқдори ҳамда таркибини аниқлаш учун 2017-2020-йилларда мавсум давомида махсус батометр билан намуналар олиниб лаборатория шароитида таҳлил этилган.

Табиий-дала тадқиқотлари натижасининг таҳлили асосида ўзандаги оқизиклар тақсимоти оқимнинг гидравлик параметрларига боғлиқ равишда ўзгариши баён этилган.

Йиллар давомида олиб борилган тадқиқотлар таҳлили натижасига кўра, Сох сой ўзани сув сарфига мос равишда оқизиклар миқдори ҳам ўзгариши аниқланган. Мавсумнинг июн, июл ойларида ва август ойининг биринчи ярмида муаллақ оқизикларининг максимал сарфи кузатилган.

Август ойининг иккинчи ярми ҳамда сентябр ойининг бошида муаллақ оқизикларнинг сарфи сув сарфига мос равишда камайиб бориши кузатилган. Сох сой ўзанидан сув олувчи гидротехник иншоотларнинг лойқа босиш хавфи мавсумнинг максимал сув сарфига тўғри келиши аниқланган. Олиб борилган тадқиқотларда дарё ўзанида юзага келаётган ўзгаришлар ҳам таҳлил этилган. Сув сарфига боғлиқ равишда оқимнинг лойқалиги ва ўзан деформациялари таҳлил этиб борилган ҳамда оқимнинг морфометрик параметрлари ҳар бир створда ўлчаб борилган.



**2-расм. Нисбий лойқаликнинг оқим узунлиги бўйича тақсимоти гистограммаси**

Табиий-дала тадқиқотлари асосида оқим узунлиги бўйича нисбий лойқалик тақсимоти гистограммаси ишлаб чиқилди (2-расм). Гистограммада

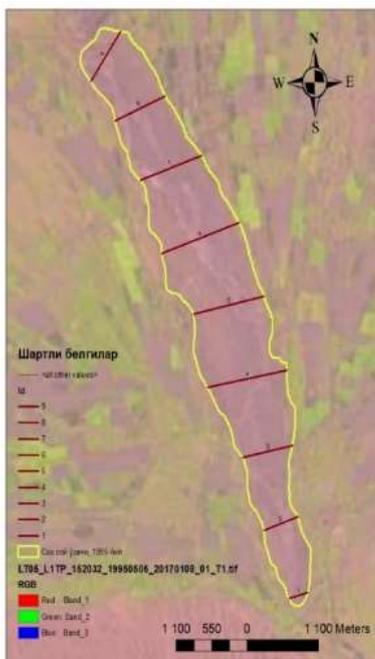
Сох сой ўзанида юзага келаётган эрозион ва аккумуляцион жараёнлар ўз аксини топган.

Табиий-дала тадқиқотларда туб ва муаллақ оқизиклар бўйича наъмуналар олинди. Тўпланган маълумотлар лаборатория шароитида таҳлил этилди. Туб ва муаллақ оқизикларнинг фракцион таркиби аниқланди. Олинган маълумотлар таҳлилидан маълум бўлдики туб оқизиклар таркиби 0,2 мм дан 200мм гача, муаллақ оқизиклар таркиби 0,2 мм-0,001 мм гача ўзгариб бориши кўзатишган.

Табиий-дала шароитида олиб борилган тадқиқотлар таҳлилидан кўринадики (2-расм) қаралаётган створларда ҳам эрозион ва ҳам аккумуляцион ҳолатлари юзага келиши бўйича ҳулосалар қилинган. Оқим ювилиш жараёнида лойқа билан тўйиниб боради, келгуси створда оқимнинг бундай юк билан ҳаракатланиши секинлашади ва оқим кенгайиб боради ва янги ўзан шакллантиради. Бу жараён ўзанда узлуксиз йил давомида такрорланиши мумкин. Оқимнинг ташувчанлик қобилияти билан оқизиклар сарфи ўртасида сезиларли фарқ юзага келмаган ҳолатларда ўзан нисбатан мустаҳкам шаклга эга бўлиши кузатишган. Оқимнинг гидравлик ва ўзанининг геодезик параметрларининг таҳлили асосида ўзан параметрларини ифодоловчи боғланишлар таҳлил этилган. Тоғ олди дарё ўзанининг морфометрик параметрларини аниқлашда оқимнинг энергетик ҳолатини инобатга олиш лозимлиги асосланган.

Диссертациянинг **“Ўзандаги жараёнларни геоахборот тизимлари (ГАТ) асосида баҳолаш”** деб номланган учинчи бобида ўзандаги жараёнларни баҳолашда геоахборот тизимлардан (ГАТ) фойдаланиш бўйича гидравлик модел ишлаб чиқилган ва маълумотлар базаси яратилган.

Тадқиқот объектининг маълумотлар базасини ишлаб чиқиш кўп йиллик маълумотлар таҳлили асосида амалга оширилди. Сўнги 25 йил оралиғида Сох сойи ўзани ўзгариш динамикаси ўрганилди. Бунинг учун дастлаб 1995-2020 йиллар учун сунъий йўлдош маълумотлари GloVis расмий сайтидан юклаб олинди. Бунда 1995-2000 йиллар оралиғи учун Landsat 5, 2000-2013 йиллар оралиғи учун Landsat 7, 2013-2020 йиллар оралиғи учун Sentinel 2 сунъий йўлдошидан фойдаланилди. Юклаб олинган маълумотлар ArcGIS дастурига киритилиб таҳлил этилди. Олинган маълумотлардан Сох сой ўзанидаги жараёнларни баҳолаш мақсадида сой узунлиги бўйлаб танлаб олинган створларда ўзан морфометрик параметрлари аниқланди. Ҳар бир створда йиллар мобайнида ўзан кенглиги ва юза майдони шаклланиши кузатишди. Сох сойида сўнги 25 йиллик маълумотлар натижасига кўра, ўзан ўзининг шаклини ҳар бир створ бўйича ўзгариши кузатишган (3-расм). Мазкур таҳлил алгоритмлари бўйича дала тажрибаларида тўпланган маълумотлар ГАТ бўйича олинган маълумотлар билан солиштирилиб, олинган натижаларнинг ишончилиги баҳоланган. Таҳлиллар бўйича корреляция коэффициенти 0,94 ни ташкил этган.



**1995 йил**



**2000 йил**



**2015 йил**



**2020 йил**

**3-расм. Тадқиқот объектида ўзандаги жараёнлар йиллар кесимида**

Дарё ўзанидаги кўзатилаётган морфометрик ўзгаришларни ўрганиб, таҳлил қилиш учун ArcGIS дастурининг ArcMap иловаси орқали юклаб олинган маълумотлар устида бир нечта амаллар бажарилиб, керакли маълумотлар ўлчаб олинди ҳамда хариталар қуйидаги тартибда ишлаб чиқилган:

а) юклаб олинган ҳар бир кунги трапециясимон тасвирдан сувнинг нормаллаштирилган фарқ индекси (NDWI) орқали сувли майдон ажратиб олинди. Бунда қуйидаги ҳисоблаш формуласидан фойдаланилди:

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}; \quad (1)$$

бу ерда: *NIR* – яқин инфрақизил қатлами (Near Infrared);

*SWIR* – қисқа инфрақизил қатлами (Short-wave Infrared).

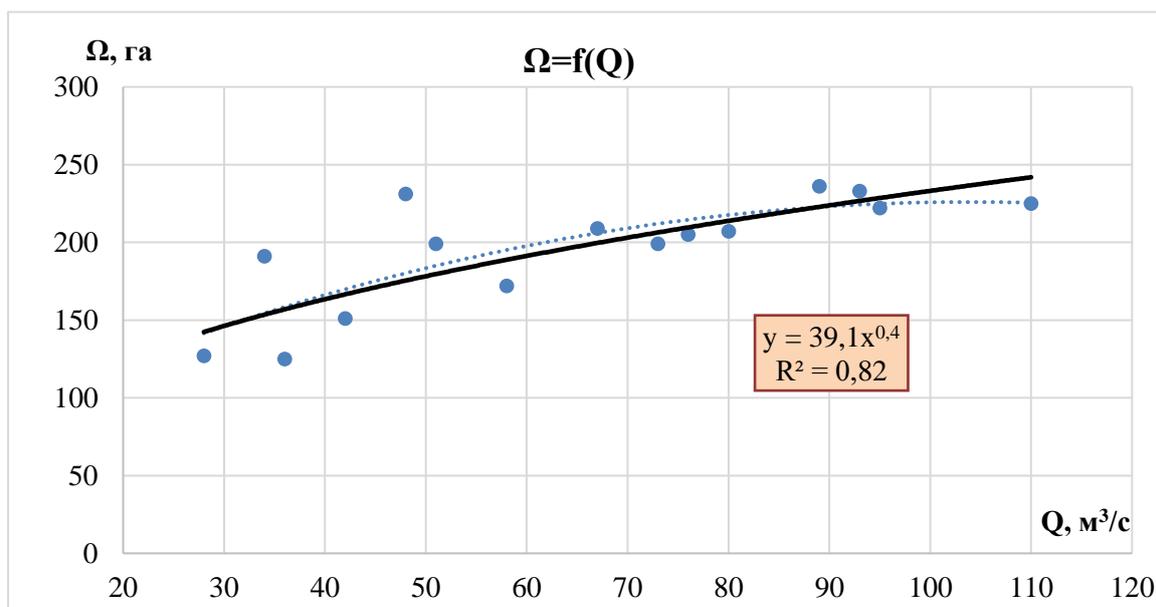
б) сувли майдон алоҳида ажратиб олингандан сўнг, ҳар бир ўрганилаётган кунги маълумотлар устида бир нечта амалларни бажаришни осонлаштириш ҳамда тезлаштириш мақсадида умумий юклар олинган майдондан тадқиқот объекти (Сох сой ҳавзаси) алоҳида кесиб олинди.

с) дарё узунлиги бўйича, танлаб олинган ҳар бир створдаги сув сатҳи эни, сув сарфи ўзгариши билан боғлиқ ҳолда ўлчаб олинади. Ўлчанган ва ҳисобланган қийматлар асосида Сох сой учун 4 йиллик маълумотлар базаси яратилган.

Кузатишлар натижасида сўнги беш йил мобайнида ўзан ўнг қирғоқ бўйлаб ювилганлигини кўриш мумкин. Соининг бошланғич қисмида оқим асосан ўнг қирғоқ бўйича, охири қисмида аксинча, чап қирғоқ бўйича ҳаракатланаётганини кўриш мумкин. Сох сой ўзанида содир бўладиган деформация жараёнларни баҳолашда ўзанининг морфометрик параметрлари аниқланди. Ўлчов ишлари натижасида олинган маълумотлар математик статистика усулларида фойдаланиб таҳлил қилинди (корреляция коэффиценти - 0.82). Натижада сув юза майдони ( $\Omega$ ) ва сув сарфи боғлиқлигини ифодаловчи қуйидаги тенглама олинди (4-расм).

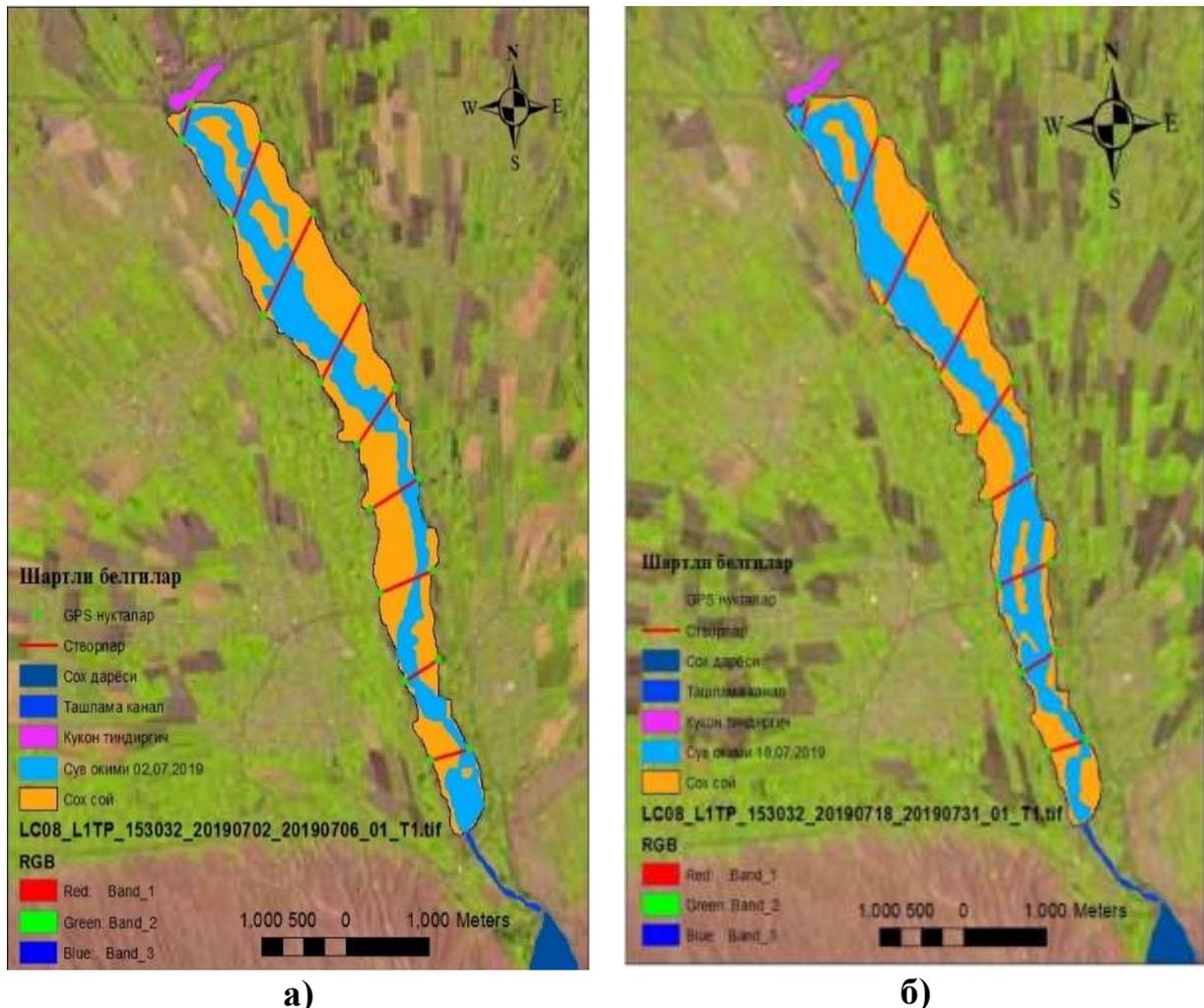
$$\Omega = 39,1Q^{0,4} \quad (2)$$

Ўлчанган кунлик ўртача сув сарфи ва ArcGIS дастурида аниқланган ўзан юзаси майдони боғлиқлиги графиги ишлаб чиқилган (4-расм). Сунъий йўлдош ва дала тадқиқотларда тўпланган маълумотлар асосида Сох сой маълумотлар базаси яратилди.



4-расм. Сув юза майдонининг  $\Omega=f(Q)$  сув сарфига боғлиқлик графиги

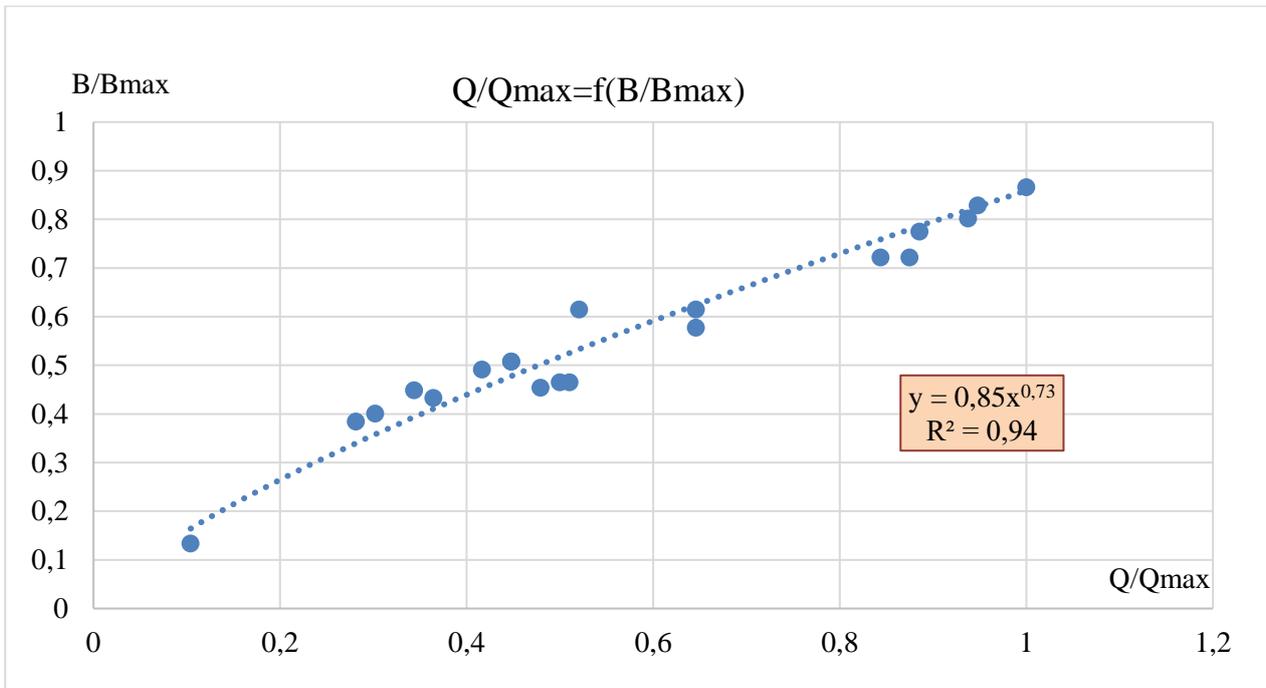
Яратилган хариталар асосида, ювилиш хавфи мавжуд бўлган ҳудудлар аниқланган ва йиллар давомида дарё ўзанидаги жараёнлар туфайли оқим ўз йўналишини ўзгартираётгани акс эттирилган (5-расм).



**5-расм. Ўзан шаклининг харитаси**

Олинган маълумотлар ва ишлаб чиқилган хариталар таҳлили асосида ўзанининг узунлиги бўйлаб морфометрик параметрларнинг ўзгаришини баҳолаш мумкинлиги асосланган. Жумладан Соҳ сойнинг алоҳида қисмида (ПК52-ПК55) асосий оқим ўнг қирғоқ бўйлаб ҳаракатланмоқда ва ўнг қирғоқ бўйлаб эрозион жараёнлар юзага келмоқда. Тасвирлардан олинган маълумот ва геодезик ўлчовлар асосида худди шундай жараённи дарё ўзанининг узунлиги бўйлаб кузатиб таҳлил этиш мумкинлиги баён этилган.

Яратилган маълумотлар базаси ва тўпланган маълумотларни статистик таҳлили асосида нисбий сув сатҳи энини нисбий сув сарфига боғлиқлиги  $\frac{B}{B_{max}} = f\left(\frac{Q}{Q_{max}}\right)$  графиги ишлаб чиқилган (6-расм).



**6-расм. Ўзан нисбий кенглигининг нисбий сув сарфига боғлиқлик графиги**

Тадқиқотлардан маълум бўлдики айни дамда оқим ва ўзаннинг ўзаро таъсири доирасида оқимнинг энергетик ҳолатини ўзгариши билан ўзаннинг морфометрик параметрлари ҳам ўзгариб боради. Иккинчи томондан сув сарфи ортгани сайин сув сатҳини эни камайиш жараёнини кузатишимиз мумкин. Бундан шундай натижа олинадики, сув сарфи ва сув сатҳи энини бир-бирига боғлиқлиги асосида ўзан морфометрик параметрлари аниқланган.

Сув сатҳи энини сув сарфига боғлиқлиги асосида ўзандаги жараёнларни ГАТ технологияси орқали баҳолаш мумкинлиги асосланган. Яъни сув сатҳини аниқлаб морфометрик боғланишлар асосида оқим ва ўзаннинг элементлари сўнгра деформацион жараёнларни аниқлаш мумкинлиги баён этилган.

Юқорида баён этилгандек ўзан морфометрик параметрларини ҳисобини амалга оширишда бу йўналишдаги қатор олимларнинг (М.В.Великанов, А.В.Караушев, К.Ш.Латипов, Е.К.Рабкова, А.М.Мухамедов) ишларини ривожлантириб қуйидагича ёзилган:

$$\frac{Bi}{ad} = A_B \left[ \frac{Qi^{\frac{5}{2}}}{(ad)^2 \sqrt{agdi}} \right]^{\alpha} \quad (3)$$

$$\frac{Hi}{ad} = A_H \left[ \frac{Qi^{\frac{5}{2}}}{(ad)^2 \sqrt{agdi}} \right]^{\beta} \quad (4)$$

бу ерда:  $B$  – ўзан ўртача кенглиги,  $H$  – ўртача чуқурлик,  $A_B, A_H$ ;  $\alpha, \beta$  – тажрибада аниқланадиган коэффицентлар,  $d$  – оқизиклар ўртача диаметри,  $i$  – ўзан туби нишаблиги,  $Q$  – сув сарфи,  $a = \frac{\rho_0}{\rho} - 1$ ,  $\rho_0$  – оқизиклар ўртача зичлиги,  $\rho$  – сувнинг зичлиги.

ArcMap дастури ҳамда ўлчаб олинган маълумотлардан фойдаланиб, (3) ва (4) тенгламадаги  $A_B$ ,  $A_H$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  морфометрик боғланишларни ифодоловчи коэффициентлар аниқланган. Келтирилган (3) ва (4) ифодалар маълум математик ўзгаришлардан сўнг қўйидаги кўринишга келтирилган:

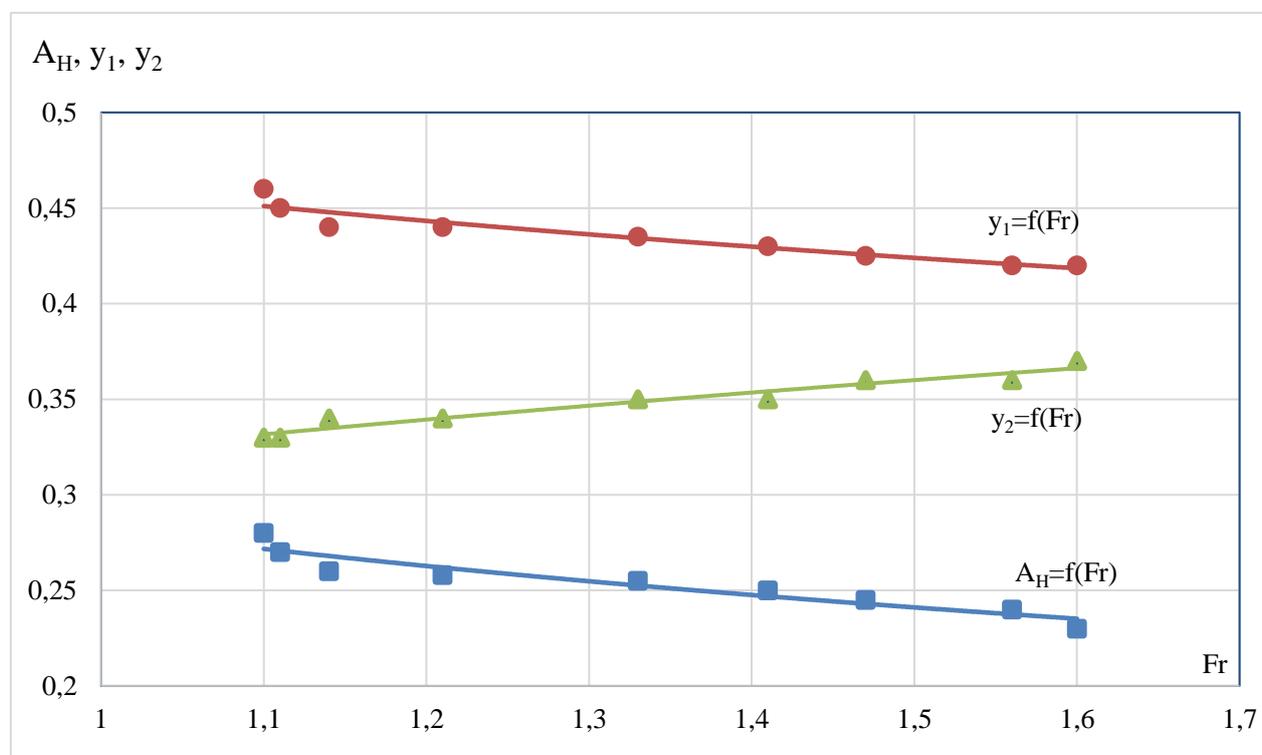
$$B = A_B K [M]^\alpha; \quad (5)$$

$$H = A_H K [M]^\beta; \quad (6)$$

бу ерда: 
$$K = \frac{ad}{i}; \quad M = \frac{Qi^{\frac{5}{2}}}{(ad)^2 \sqrt{agdi}}; \quad (7)$$

назарий ва табиий-дала тадқиқотлари асосида олиб борилган ҳамда ArcMap дастури орқали ўлчаб олинган маълумотлардан фойдаланиб морфометрик боғланишларни (5), (6) ифодоловчи коэффициентлар оқимнинг энергетик ҳолатига боғлиқ равишда аниқланди.

Тадқиқотлар натижасида аниқланган боғланишлар бу йўналишда олиб борилган бошқа тадқиқотлар билан қиёсий баҳоланган. Ўзан морфометрик боғланишларни аниқлаш борасида (4) тенгламада ноаниқ бўлган дойимийлик коэффициенти ва даража курсаткичлари маълум бир шароитлар учун ҳам ўзгарувчан эканлигини кузатиш мумкин. ГАТ орқали аниқланган натижалардан кўринадики бу ўзгаришлар оқим энергетик ҳолатига боғлиқдир. Олинган натижалар таҳлили асосида дойимийлик коэффициенти ва даража кўрсаткичининг Фруд сонига боғлиқлиги графиги ишлаб чиқилди (7-расм).



**7-расм. Морфометрик боғлиқлик коэффициентларини аниқлаш графиги**

Аниқланган катталикларни ишончилигини текшириш учун Сох сой ўзанида танлаб олинган ҳар бир створдаги оқим сатҳи эни, ўртача чуқурлиги ўлчанди ва сунъий йўлдош маълумотлари билан таққосланди. Бунда максимал фарқ 5-6 % миқдорда эканлиги аниқланган.

Диссертациянинг “Тадқиқот натижаларини амалиётда фойдаланиш бўйича тавсиялар” деб номланган тўртинчи бобда ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни ГАТ технологияси асосида баҳолаш алгоритми ишлаб чиқилган. Дарё ўзанининг морфометрик параметрларини ГАТ асосида баҳолаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган. Олиб борилган изланишлар асосида ишлаб чиқилган маълумотлар базаси орқали оқим ва ўзанининг морфометрик параметрларини, ўзандаги деформацион жараёнларни аниқлаш усули такомиллаштирилди.

Дарё ўзанида содир бўлаётган эрозион ва аккумуляцион жараёнларни ГАТ асосида масофадан туриб мониторинг ва таҳлил қилиш бўйича ишлаб чиқилган услуб асосланган. Бунда дарё ўзанидаги жараёнларни ГАТ асосида баҳолаш бўйича блок-схема ишлаб чиқилган (8-расм).



8-расм. Ўзандаги жараёнларни ГАТ асосида баҳолаш бўйича блок-схема

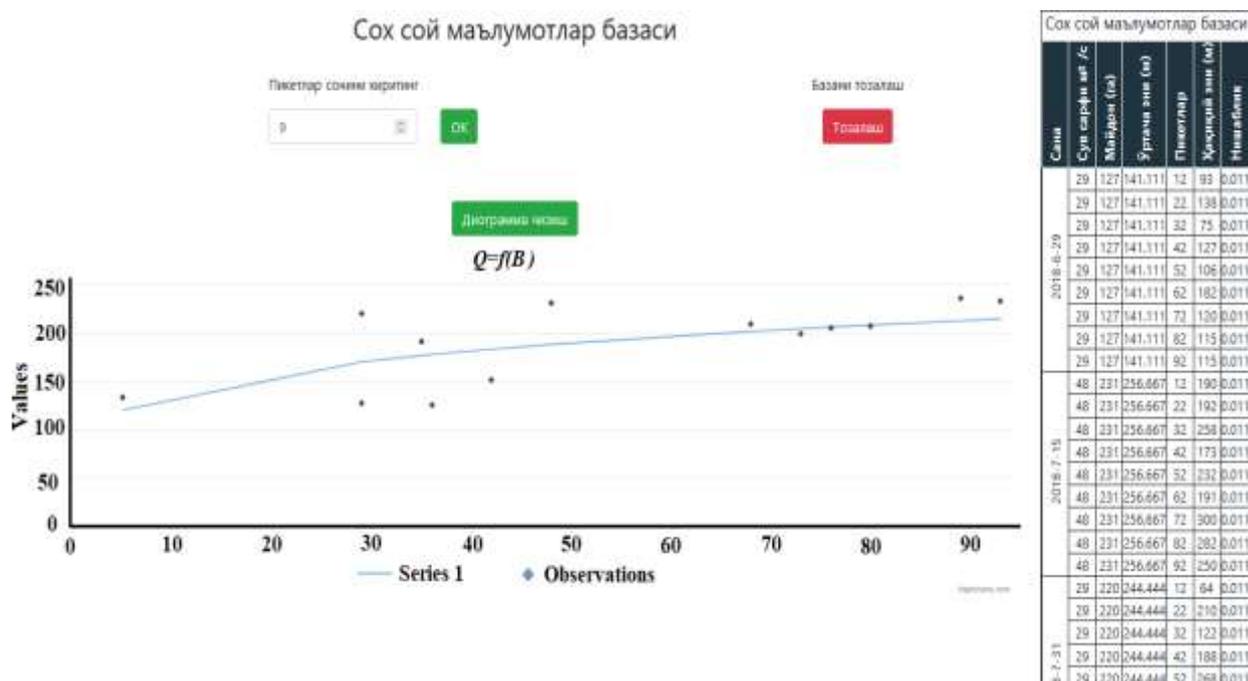
Сох сой маълумотлар базасидан фойдаланиш кетма кетлиги қуйидаги тартибда бажарилади:

1) ҳисоблаш дастурига қуйидаги бошланғич маълумотлар киритилади: кунлик ўртача сув сарфи, сув юза майдони, ўртача эни, ҳақиқий эни. Бу ерда ўзан ҳақиқий эни сунъий йўлдош маълумотлари орқали ҳар бир створ бўйича аниқланади.

2) оқим гидравлик элементлари жумладан, ўртача чуқурлик, оқим кўндаланг кесим юзаси, оқим ўртача тезлиги кенг қўлланиладиган формулалар ёрдамида ҳисобланади.

3) сув сарфига, сув юза майдони ва ўртача энини боғлиқлик графиклари ҳосил қилинади ва қаралаётган ўзан қисми учун тўлиқ маълумотга эга бўлади (9-расм).

Берилган, ҳисобланган қийматлар дастури ва ишлаб чиқилган маълумотлар базаси асосида ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни масофавий баҳолаш имкони яратилди. Бунинг натижасида ўзанда ювилиш ёки лойқа босиш ҳолатлари ва миқдори тезкор аниқланади ҳамда қаралаётган объект бўйича самарали чора тадбирлар ишлаб чиқиш имконияти тавсия этилади.



9 – расм. Маълумотлар базаси интерфейси

График ёрдамида ўзанинг ҳар бир пикетида содир бўлаётган жараёнга баҳо берилади:

- сув сарфи ортиши билан сув юза майдони ва ўзан ўртача эни мос равишда ортиб борса, ўзанда деформация содир бўлиш жараёни кузатилмайди;

- сув сарфи ўзгармасдан ўзан ўртача эни ортиб борса, оқим таркибидаги туб ва муаллақ оқизиклар ўзан бўйлаб чўкиб боради, яъни ўзанда аккумуляцион жараёнлар содир бўлади;

- сув сарфи ортиб бориши билан ўзан ўртача кенглиги ўзгармасдан қолса, ўзанда чуқурлик бўйича ювилиш содир бўлади, яъни ўзанда эрозион жараёнлар юзага келади;

- сув сарфи билан сувли майдон юзаси ўзгариши боғлиқлиги орқали ойлар ва йил давомида ўзанда кузатилаётган ўзгаришларни таҳлил қилиб бориш асосида тезкор чоралар кўриш имкони яратилади.

Сох сой бўйича ишлаб чиқилган маълумотлар базасидан фойдаланиб ўзан узунлиги, ҳар бир кесимдаги деформацияланишни масофадан туриб, кам вақт, кам ишчи кучи сарфлаб баҳолаш мумкин бўлади ва бу усул билан ресурс тежамкорликга эришилади.

## ХУЛОСАЛАР

**“Ўзандаги жараёнларни баҳолашда ГАТ технологиялар”** мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Дарё ўзанидаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни баҳолашга доир назарий ва табиий-дала шароитидаги тадқиқотлар таҳлилидан, ўзанлардаги деформацион жараёнларни баҳолашда, қаттиқ оқим сарфини аниқлаш билан бир қаторда оқизикларнинг таркибий қисми ва оқимнинг энергетик ҳолатини ҳам инobatга олиш лозимлиги асосланган.

2. Табиий-дала шароитида ўтказилган тадқиқотларда тўпланган маълумотларнинг математик статистик усуллари билан фойдаланиш таҳлили ва ГАТ технологиялардан фойдаланиб, тадқиқот объектининг харитаси тузилган ҳамда харита асосида ҳар бир пикет бўйича нисбий ўртача кенглигининг нисбий сув сарфига боғлиқлиги  $\frac{B}{B_{max}} = f\left(\frac{Q}{Q_{max}}\right)$  графиги ишлаб чиқилган. Эрозион ва аккумуляцион жараёнлар таъсирида ўзан ўртача кенглигининг ўзгариши асосида ўзаннынг морфометрик параметрларини аниқлаш усули такомиллаштирилган.

3. Назарий ва дала тадқиқотлари маълумотлари асосида очиқ ўзанларда сув сарфини миқдори маълум бир даражагача ортиши билан ўзан ўртача кенлиги ҳам ортиб боришини инobatга олиб ўзанларда эрозион ва аккумуляцион жараёнларни масофадан баҳолаш усули тавсия этилган.

4. ГАТ технологияларда МОЎ маълумотларини қўллаш, ўта юқори резолюцияли Sentinel 2 тасвирлардан фойдаланиш ва табиий дала шароитида олинган маълумотларга асосланиб, ўзаннынг шаклланиши бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

5. Табиий дала шароитларда олиб борилган изланишларда тўпланган маълумотлар ва МОЎ асосида аниқланган кўп йиллик маълумотларни математик статистика усуллари таҳлили натижасида морфометрик боғланишларни аниқлаш усули такомиллаштирилган;

6. Гидравлик, гидрологик, геодезик тадқиқотларда тўпланган маълумотлар таҳлили ҳамда ўзандаги деформацион жараёнларни аниқлашда ГАТ технологиялардан фойдаланиш бўйича, олинган маълумотлар асосида тадқиқот объекти учун маълумотлар базаси ишлаб чиқилган ва интеллектуал мулк агентлигидан гувоҳнома (BGU 00405) олинган.

7. Олиб борилган изланишлар асосида ишлаб чиқилган маълумотлар базаси ва дарё ўзанидаги жараёнларни тезкор аниқлаш усули Сох-Оқтепа ирригация тизим бошқармасига тавсия этилган. Натижада тезкор морфометрик параметрларнинг ўзгариши асосида ўзандаги эрозион ва аккумуляцион жараёнларни аниқлаш бўйича иқтисодий самарадорликка эришиш мумкин бўлади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 03.30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МУХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**АТАКУЛОВ ДИНИСЛАМ ЕРМАГАНБЕТ УГЛИ**

**ГИС ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОЦЕНКЕ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

**05.09.07 - Гидравлика и инженерная гидрология**

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

**Ташкент - 2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2021.1.PhD/T2155.

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства».

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

**Научный руководитель:** Арифжанов Айбек Мухамеджанович  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Файзиев Хамитхон  
доктор технических наук, профессор  
Жулиев Мухиддин Комиллович  
доктор философии по техническим наукам

**Ведущая организация:** Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий

Защита диссертации состоится «13» января 2023 г. 14<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязий, 39, тел. (+99871)-237-22-67, факс: 237-54-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (зарегистрировано 249). Адрес: 100000, г. Ташкент, Кары Ниязий, 39, тел.: (+99871) 23 7-19-45.

Автореферат диссертации разослан «26» декабря 2022 г.

(протокол реестра № 249 от 26 декабря 2022 г.)



**Г.З. Султанов**  
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор.

**Ф.А. Гаппаров**  
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., доцент.

**Д.Р. Базаров**  
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире в результате изменения климата, воздействия природных и антропогенных факторов на водные ресурсы особое значение придается состоянию водных объектов, а также пропускной способности, их эффективному использованию водных ресурсов. Процессы, происходящие в русле реки, создают большие проблемы при водозаборе из реки. Решение этих проблем требует эффективного использования водных ресурсов и оперативного мониторинга водохозяйственных объектов с использованием инновационных технологий. Этот вопрос носит глобальный характер и имеет большое значение для будущего отрасли. В этой связи особое внимание уделяется вопросам оценки качества земель и вод, проведения наблюдательно-контрольных работ за изменениями в ирригационных системах, контроля за экономным использованием водных ресурсов, их оперативной точной оценке, создания техники-технологии управления. А также при выполнении этих работ особое значение имеет использование технологий дистанционного изучения объектов (ДИО) и геоинформационных систем (ГИС)<sup>1</sup>.

Процессы, происходящие в русле реки, зависят от количества, состава и режимов движения речных наносов. В зависимости от движения воды и наносов в русле происходят процессы эрозии и аккумуляции. Эти процессы имеют большое значение в долговременном и кратковременном формировании русла реки. Деформационные процессы в этом русле оказывают большое влияние на динамику потока и структуру реки. С этой точки зрения одним из важнейших является исследование, оценка процессов, происходящих в руслах, и разработка на их основе научно обоснованных мероприятий. Из развития сегодняшних научных исследований известно, что широкое использование передовых инновационных технологий в решении описанных выше проблем является одной из актуальных задач.

Вопрос использования спутниковых данных, а также ГИС в водном хозяйстве широко используется в мировом опыте, но в условиях Узбекистана это реализуется только сейчас. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы намечены задачи, в том числе «Реализация отдельной государственной программы по коренному реформированию системы управления водными ресурсами и экономии воды»<sup>2</sup>, № УП-6024 от 10 июля 2020 года «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 гг», в том числе «совершенствование системы прогнозирования водных ресурсов, ведение их учета и формирование базы данных, а также обеспечение прозрачности; модернизация и развитие объектов водного хозяйства, автоматизация управления крупными объектами водного хозяйства на основе цифровых технологий, широкое внедрение современных технологий, позволяющих экономить электроэнергию и другие

<sup>3</sup> <https://www.itp.edu.pl/JWLD/files/2021-04-JWLD-01--Badawy.pdf>

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

ресурсы. При реализации этих задач, в том числе совершенствование морфометрических зависимостей русла в предгорьях реки с учетом взаимодействия параметров потока и русла, на основе ГИС технологий, разработка методов использования спутниковых данных, программного обеспечения ArcMap и технологии дистанционного изучения объектов при оценке процессов в русле предгорий рек имеет важное значение при проведении научно-исследовательских работ в этой области.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит решению задач, намеченных в Указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», от 17 июня 2019 года № УП-5742 «О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве» и от 10 июля 2020 года № УП-6024 «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», в постановлении от 25 сентября 2017 года № ПП-3286 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов» и других задач, намеченных в нормативно-правовых документах, касающихся данной деятельности.

**Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетных направлений развития науки и технологии республики IV. “Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий”, а также V. “Сельское хозяйство, биотехнологии, экология и охрана окружающей среды”.

**Степень изученности проблемы.** Исследования по разработке теоретических основ и методов расчета эрозионно-аккумулятивных процессов в русле реки освещены в научно-исследовательских работах М.А.Великанова, А.В.Караушева, И.И.Леви, В.Г.Глушкова, И.К.Россинского, Н.Н.Павловского, В.М.Лохтина, Н.И.Маккавеева, Г.И.Шамова, А.Н.Гостунского, Н.А.Ржаницына, Г.В.Железнякова, Л.С.Лелявского, Н.Е.Кондратьева, И.В.Попова, К.В.Гришанина, С.Т.Алтунина, А.В.Чернова, Н.Б.Барышникова, К.Ш.Латипова, Е.К.Рабковой, В.Ф.Талмаза, А.Крошкина, В.К.Дебольского, Д.В.Штеренлихта, А.М. Мухамедова, Х.А.Ирмухамедова, М.Р.Карапетян, Х.А.Исмагилова, М.Р.Бакиева, Э.Ж.Махмудова, А.М.Арифжанова, Д.Р.Базарова, М.Р.Икрамовой, А.М.Фатхуллоева, С.С.Эшева, Ф.А.Гаппарова, V.Leina, G.Leysi, N.Chen, T.Blench, S.Shum, P.Akkers и других ученых.

По дистанционному изучению объектов, оценке процессов, происходящих в водоемах, в руслах рек на основе геоинформационных технологий вели исследования С.Conrad, A.Khamzina, O.Dubovyk, K.Lee, R.Olsen, S.Anderson, C.Tarantino, F.Lovergine, P.Nagler, A.M.Puetz, А.М.Арифжанов, Э.Сафаров, С.В.Мягков, А.С.Пулатов, М.Р.Икрамова, Ш.Акмалов и другие ученые.

На сегодняшний день, несмотря на исследования, проводимые в этом направлении, вопросы цифровизации оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в русле предгорий реки, использования геоинформационных

технологий при расчете морфометрических параметров русла разработаны в недостаточной степени.

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана НИУ Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по теме: №7 «Разработка научных основ гидравлических и гидрологических процессов ирригационных систем, гидротехнических сооружений и водохранилищ» (2016-2020 гг.), проектов №14 «Разработка научных основ оценки гидравлических и гидрологических процессов в ирригационных системах, гидротехнических сооружениях и водохранилищах на основе информационных технологий» (2021-2025 гг.), КХ-Atex-2018-69 - «Разработка технологии оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в руслах с использованием геоинформационных систем (ГИС)» (2018-2020 гг.).

**Цель исследования** состоит в разработке методов оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в предгорьях рек с использованием ГИС технологий.

**Задачи исследования:**

разработка метода оценки русловых процессов в предгорьях реки на основе ГИС технологий с учетом энергетического состояния потока;

разработка базы данных на основе ГИС технологий с учётом результатов гидравлических, геодезических, гидрологических и натуральных исследований в предгорьях рек;

обоснование оценки деформационных процессов в русле с использованием методов дистанционного изучения объектов (ДИО) и программы ArcMap;

совершенствование метода определения морфометрических параметров и формирования русел на основе устойчивости русел с использованием ГИС технологий в предгорных участках реки.

**Объект исследования:** в качестве объект исследования выбрано русло предгорья реки Сох сай бассейна реки Сох Ферганской области.

**Предмет исследования** составляют спутниковые снимки и данные Landsat, Sentinel, программное обеспечение ArcGis, сбор данных GPS, модели анализа изображений, а также технические средства полевого исследовательского оборудования.

**Методы исследования:** в процессе исследований были использованы метод классификации NDWI с помощью программы ArcMap, метод получения точек GPS с объектов, метод проведения геодезических, гидравлических и гидрологических исследований в русле реки в натуральных условиях, методы анализа математической статистики при обработке данных.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

на основе анализа теоретических и практических исследований разработана методика оценки изменения морфометрических параметров русла

в предгорьях реки на основе технологий ГИС с учетом энергетического состояния потока;

разработана база данных и алгоритм расчета эрозионно-аккумулятивных процессов на основе ГИС технологий с учетом гидравлических, геодезических и гидрологических исследований в предгорных участках реки;

обоснована оценка русловых процессов предгорья реки с использованием технологий дистанционного зондирования и программы ArcMap;

усовершенствован метод использования ГИС технологий для определения морфометрических параметров на основе условий устойчивости сечения русла.

**Практические результаты исследования заключаются в следующем:**

создана база данных для оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в предгорьях реки на основе геоинформационных систем;

разработан метод оценки и определения морфометрических параметров русла на основе программ ГИС;

разработан алгоритм реализации эрозионно-аккумулятивных процессов в русле, морфометрических параметров русла дистанционно, быстро, в режиме онлайн, без излишних сил и средств;

разработана региональная карта, отображающая русловые процессы на основе технологий ГИС и программы ArcMap.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследований объясняется соразмерностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, статистической обработкой данных, определением степени корреляции зависимостей, взятием точек GPS в русле реки в полевых экспериментах, сопоставлением их координат с координатами изображения, сравнением данных, полученных в ГИС, с полевыми экспериментами.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследований заключается в определении эрозионно-аккумулятивных процессов в русле с использованием данных и методов ДИО и ГИС, в создании базы данных и карты с использованием программ ГИС, в создании метода анализа и алгоритма для ДИО, в совершенствовании метода анализа на основе различных показателей NDWI (Normalized Difference Water Index) при оценке технического и эксплуатационного состояния русла реки, в статистическом анализе ГИС со снимками Landsat 8, Sentinel 2, в создании алгоритма анализа изображений.

Практическая значимость результатов исследований заключается в определении эрозионно-аккумулятивных процессов в русле, морфометрических параметров русла, дистанционно с использованием малозатратных, ресурсосберегающих технологий, в создании возможности разработки оперативных мероприятий с учетом энергетического состояния

потока при оценке процессов в русле, в создании онлайн-базы данных при оценке интенсивности процессов в предгорье реки.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных результатов по разработке методов оценки эрозионно-аккумулятивных процессов с использованием ГИС технологий в предгорьях рек:

метод оценки эрозионных и аккумулятивных процессов русла Сох сай с применением ГИС технологий рекомендован к внедрению в управлении ирригационных систем «Сох-Октепа» в составе бассейнового управления ирригационных систем при Министерстве водного хозяйства (справка Министерства водного хозяйства НК64532136 от 1 февраля 2022 года). В результате создана возможность определения эрозионно-аккумулятивных процессов в русле Сох сай в составе ирригационной системы Сох-Октепа на основе изменений морфометрических параметров;

разработана база данных для оценки деформационных процессов в русле Сох сай и рекомендована к внедрению в управлении ирригационных систем «Сох-Октепа» в составе бассейнового управления ирригационных систем Сырдарья – Сох при Министерстве водного хозяйства (справка Министерства водного хозяйства НК64532136 от 1 февраля 2022 года). В результате создана возможность дистанционной оценки оперативного определения формирования русла реки;

метод оценки эрозионных и аккумулятивных процессов русла Чирчик с применением ГИС технологий рекомендован к внедрению в управлении «Верхне Чирчикское управление гидроузлов» в составе организации «БВО Сырдарья» (справка Министерства водного хозяйства НК64532136 от 1 февраля 2022 года). В результате создана возможность оценки морфометрических параметров и деформационных процессов в русле реки Чирчик на основе ГИС.

**Апробация результатов исследований.** Результаты данных исследований обсуждены и одобрены на международных, республиканских и вузовских конференциях, в том числе 7 на Scopus, 1 на международной и 4 на научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследований.** По теме диссертации опубликованы 15 научных работ, из них научные результаты диссертации доктора философии (PhD) в научных изданиях, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан опубликованы 8 статей, в том числе 7 в республиканских и 1 в международном журнале, 7 статей опубликованы в материалах конференции и журнала базы Scopus.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и примечаний. Объем диссертации состоит из 118 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснованы актуальность и необходимость диссертационного исследования, описаны цели и задачи, объект и предмет исследования, соответствие приоритетным направлениям развития науки и

техники в Республике Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, а также раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований в практику, приведена информация об опубликованных научных работах и структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации **«Анализ исследований русловых процессов в предгорном русле реки»** приведены процессы, происходящие в русле реки и факторы, влияющие на них, методы определения морфометрических параметров русла и гидродинамических элементов потока, а также анализ исследований по технике и технологии дистанционного изучения объектов.

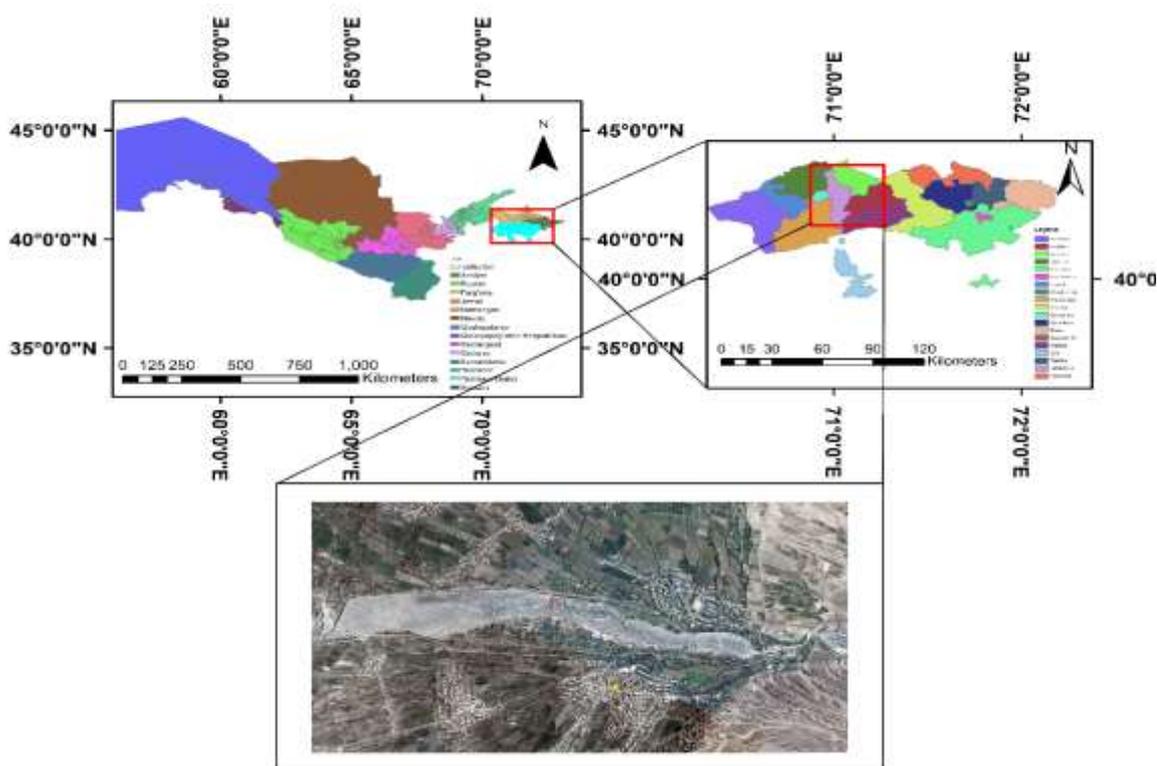
Из анализа теоретических исследований и методов расчета при оценке эрозионно-аккумулятивных процессов в русле реки (М.В. Великанов, А.В. Караушев, Н.А. Ржаницын, К.Ш. Латипов, В.К. Дебольский, С.Х. Абальянц, М.Р. Карапетян и др.) стало известно, что при оценке деформационных процессов в руслах необходимо учитывать элементы русла и потока, представляющие собой морфометрические параметры. На основании проведенного анализа обоснована необходимость оценки русловых процессов на основе зависимостей, учитывающих как элементы русла, так и гидравлические параметры потока.

Представлен теоретический и практический анализ исследований по использованию технологий дистанционного изучения объектов (ДИО) при исследовании водных объектов.

На основании анализа проведенных исследований, широко применяемая в прикладной области географическая информационная система (ГИС), может быть использована в качестве передовой информационной технологии с рядом удобств в быстрой и точной оценке речных морфометрических зависимостей. На основании приведенного выше анализа приведены выводы о возможности использования геоинформационных технологий при изучении процессов в предгорьях реки и могут быть реализованы на основе различных космических снимков. На основе анализа проведенного исследования намечены цели и задачи работы.

Во второй главе диссертации **«Исследование формирования русла в предгорье реки в природных полевых условиях»** описаны исследования, приведенные в объекте исследования, методы, использованные в исследованиях, собранные данные, этапы анализа и этапы процесса анализа. В ее первой части оценены данные, характеризующие процессы в русле Сох сай (рис. 1), выбранном в качестве объекта исследования, а также их значимость. Соответственно, административные данные, данные полевых экспериментов и спутниковые данные были отобраны для анализа, сопоставлены и проанализированы.

Программное обеспечение ArcGIS использовалось для картирования, предварительной обработки и создания базы данных результатов. В анализах использовались спутниковые снимки, такие как Landsat 8 и Sentinel 2.



**Рис.1. Русло Сох сай**

В натурно – полевых исследованиях для оценки процессов, возникающих в русле выбраны несколько створов по длине русла, гидравлические элементы потока, морфометрические параметры в каждом створе русла определены геодезическими приборами и GPS. По годам проанализирована динамика изменения гидравлических элементов потока по выбранным створам, аккумулятивных и эрозионных процессов в русле. По результатам геодезических и гидравлических измерений в характерных створах определены гидродинамические параметры потока и морфометрические параметры русла.

Для определения состава и количества донных наносов, которые являются основным фактором русловых процессов в 2017-2020 гг. в течение сезона были отобраны пробы специальным батометром и проанализированы в лабораторных условиях.

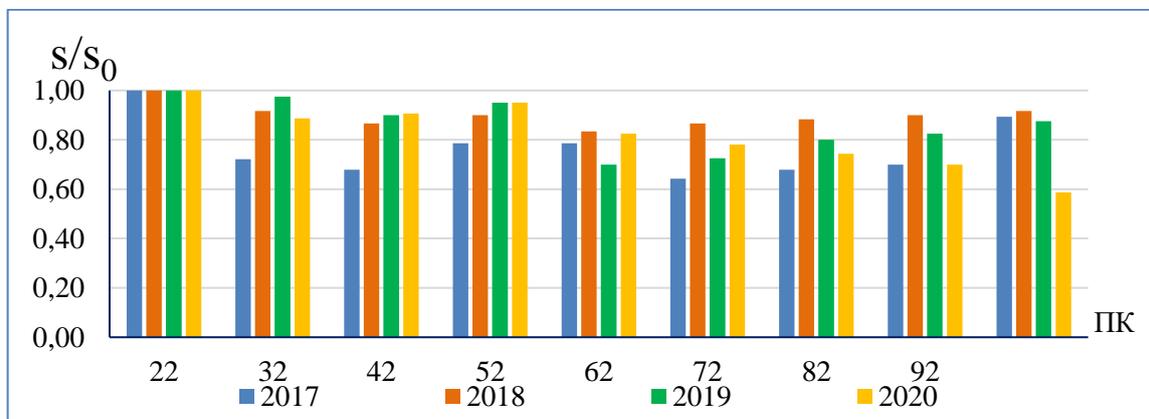
На основании анализа результатов натурных полевых исследований установлено, что распределение наносов в русле зависит от гидравлических параметров потока.

По результатам анализа проведенных многолетних исследований определено изменение количества наносов в соответствии с расходом воды русла Сох сай. В июне, июле и первой половине августа сезона наблюдался максимальный расход взвешенных наносов.

Во второй половине августа и начале сентября отмечено снижение расхода взвешенных наносов в соответствии с расходом воды. Установлено, что риск заиления гидротехнических сооружений, забирающих воду из русла Сох сай, соответствует максимальному расходу воды сезона. В проведенных исследованиях также анализированы изменения, происходящие в русле реки. Проанализированы мутность потока и деформации русла в зависимости от

расхода воды, а также в каждом створе измерены морфометрические параметры потока.

Разработана гистограмма распределения относительной мутности по длине потока на основе натурных полевых исследований (рис. 2). На гистограмме показаны эрозионно-аккумулятивные процессы, происходящие в русле Сох сай.



**Рис.2. Гистограмма распределения относительной мутности по длине потока**

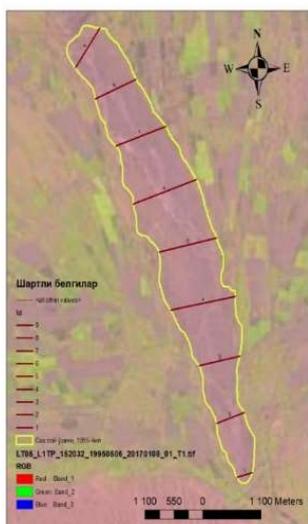
В натурно-полевых исследованиях отобраны пробы донных и взвешенных наносов. Собранные данные были проанализированы в лабораторных условиях. Определен фракционный состав донных и взвешенных наносов. Из анализа полученных данных стало известно, что состав донных наносов колеблется от 0,2 мм до 200 мм, а содержание взвешенных наносов от 0,2 мм до 0,001 мм.

Как видно из анализа исследований, проведенных в натурных полевых условиях (рис. 2), сделаны выводы о наличии как эрозионных, так и аккумулятивных условий в рассматриваемых створах. Поток насыщается мутью в процессе размыва, в следующем створе движение потока с такой нагрузкой замедляется, поток расширяется и образует новое русло. Этот процесс может повторяться непрерывно в течение года. Было замечено, что в тех случаях, когда не было существенной разницы между пропускной способностью потока и расходом наносов, русло имело относительно устойчивую форму. На основе анализа гидравлических параметров потока и геодезических параметров русла проанализированы зависимости, представляющие параметры русла. Обоснована необходимость учета энергетического состояния потока при определении морфометрических параметров русла горной реки.

В третьей главе диссертации «**Оценка русловых процессов на основе геоинформационных систем (ГИС)**» разработана гидравлическая модель и создана база данных по использованию геоинформационных систем (ГИС) при оценке русловых процессов.

Разработка базы данных объекта исследования осуществлялась на основе многолетнего анализа данных. Изучена динамика изменений русла Сох сай за последние 25 лет. Для этого с официального сайта GloVis были загружены спутниковые данные за 1995-2020 годы. Здесь использованы

спутниковые данные Landsat 5 за период 1995–2000 гг., Landsat 7 за период 2000–2013 гг. и Sentinel 2 за период 2013–2020 гг. Загруженные данные были введены в программное обеспечение ArcGIS и проанализированы. По полученным данным в целях оценки процессов в русле Сох сай были определены морфометрические параметры русла на выбранных створах по длине реки. На каждом створе по годам наблюдалось формирование русла и площади поверхности. По результатам сбора данных за последние 25 лет в Сох сай наблюдалось изменение формы русла на каждом створе (рис. 3). Данные, собранные в полевых экспериментах по данным алгоритмам анализа, сравнивались с данными, полученными методом ГИС, и оценивалась достоверность полученных результатов. По анализам коэффициент корреляции составил 0,94.



**1995 год**



**2000 год**



**2015 год**



**2020 год**

**Рис.3. Русловые процессы в объекте исследования по годам**

Для изучения и анализа наблюдаемых морфометрических изменений в русле реки было выполнено несколько операций над данными, загруженными

через приложение ArcMap программного обеспечения ArcGIS, измерены необходимые данные, а также разработаны карты в следующем порядке:

а) площадь акватории была извлечена из загруженного трапецеидного изображения каждого дня по нормализованному разностному водному индексу (NDWI). Была использована следующая формула расчета:

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}; \quad (1)$$

где: NIR - ближний инфракрасный слой (Near Infrared);

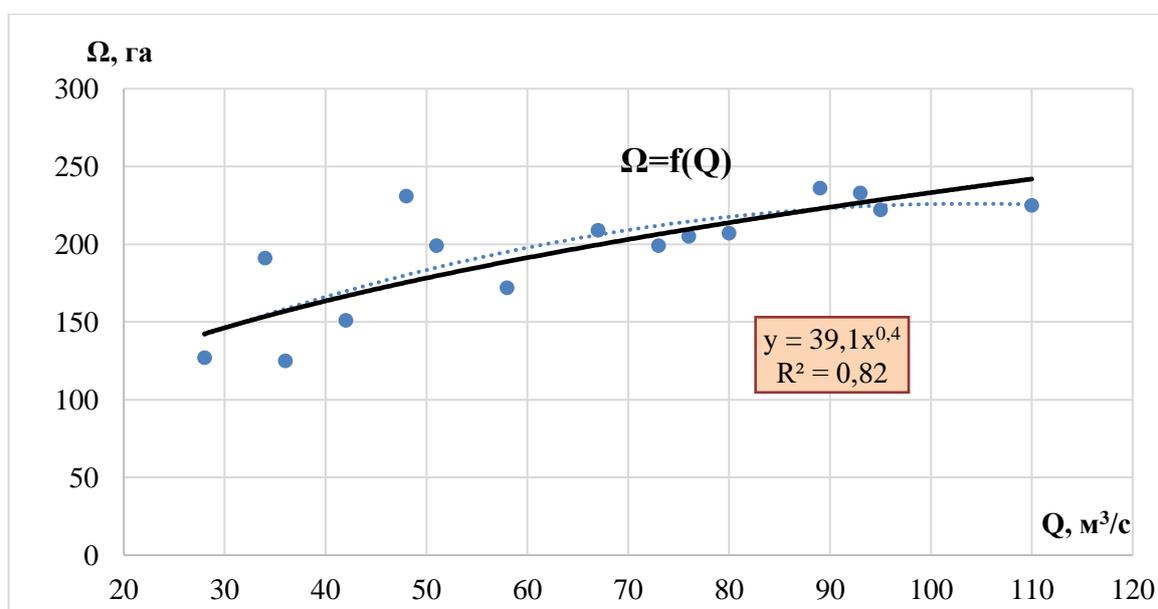
SWIR - короткий инфракрасный слой (Short-wave Infrared).

б) после выделения акватории объект исследования (бассейн Сох сай) был вырезан отдельно от общей загруженной площади с целью облегчения и ускорения выполнения нескольких операций на данных каждого изучаемого дня.

с) ширина поверхности воды в каждом выбранном створе измеряется в зависимости от изменения расхода воды по длине реки. На основе измеренных и рассчитанных значений для Сох сай была создана база данных за 4 года.

В результате наблюдений видно, что в течении последних пяти лет происходит размыв русла по правому берегу. В начальной части видно, что поток движется в основном по правому берегу, а на последней, наоборот, по левому берегу. Морфометрические параметры русла определены при оценке деформационных процессов, происходящих в русле Сох сай. Данные, полученные в результате измерений, анализированы методами математической статистики (коэффициент корреляции - 0,82). В результате было получено следующее уравнение, представляющее зависимость между площадью водной поверхности ( $\Omega$ ) и расходом воды (рис. 4).

$$\Omega = 39,1Q^{0,4} \quad (2)$$

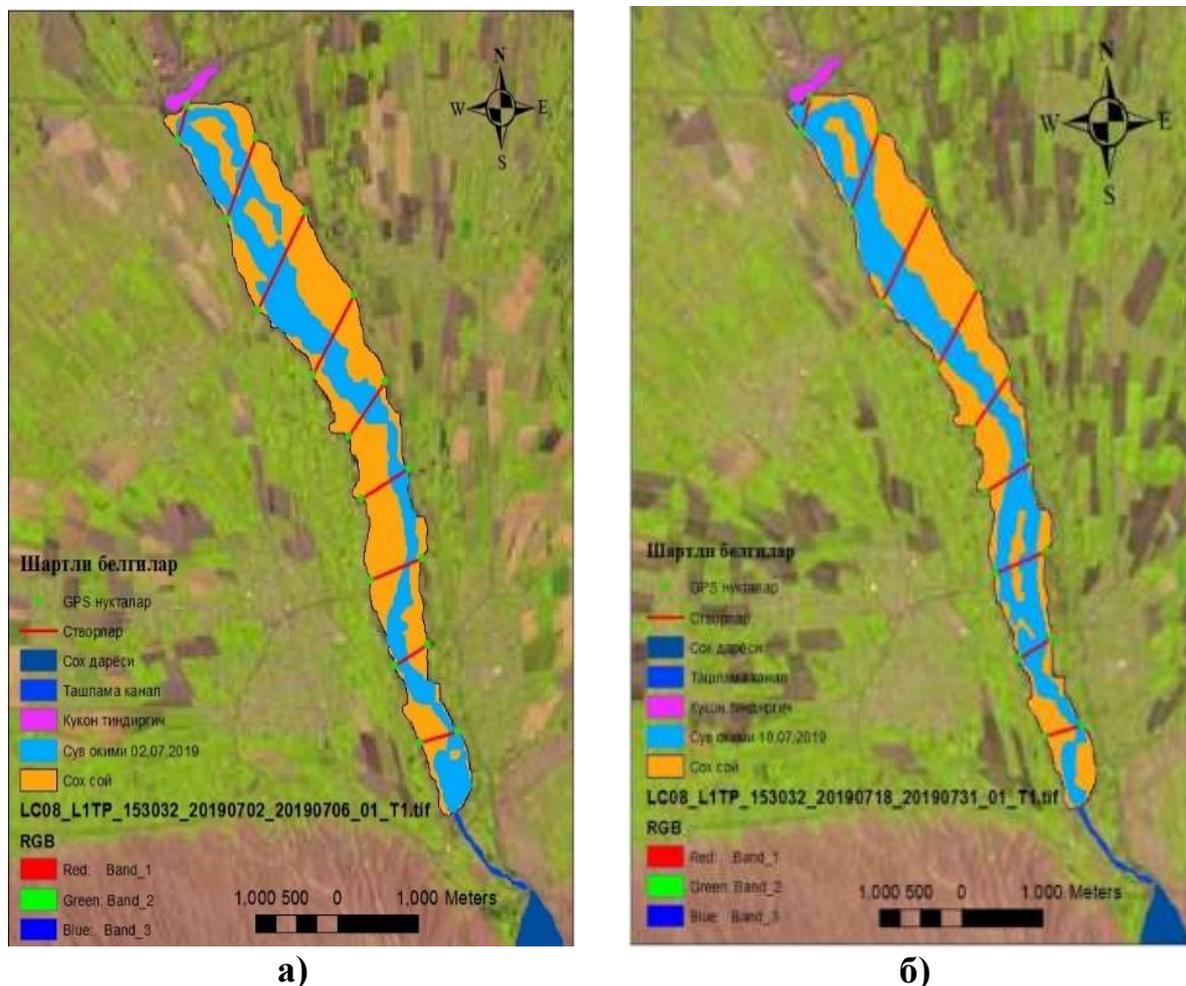


**Рис 4. График зависимости площади водной поверхности от расхода воды  $\Omega=f(Q)$**

Построен график зависимости измеренного среднесуточного расхода воды от площади водного зеркала, определенной в программе ArcGIS (рис. 4).

База данных Сох сой создана на основе спутниковых данных и собранных полевых исследований.

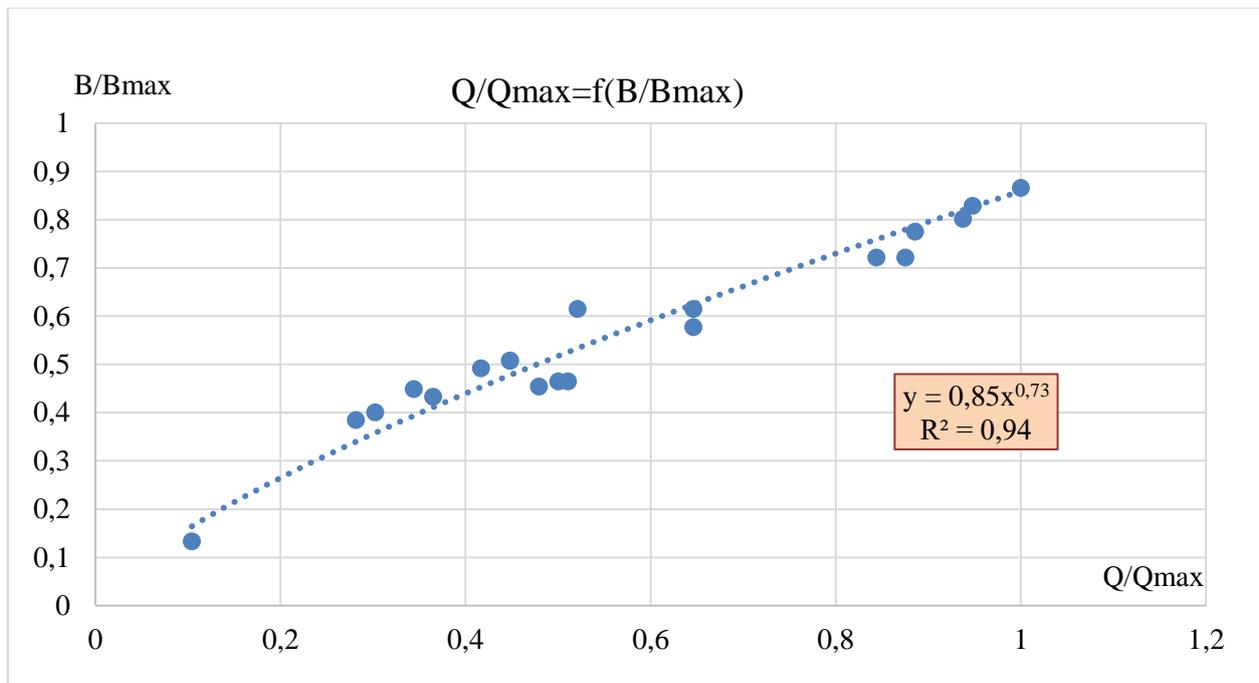
На основе созданных карт выделены участки с риском размыва и показано, что поток меняет свое направление в связи с процессами в реке с годами (рис. 5).



**Рис. 5. Карта формы русла**

На основании анализа полученных данных и разработанных карт обоснована возможность оценки изменения морфометрических параметров по длине русла. В частности, на отдельном участке Сох сой (ПК52-ПК55) основной поток движется по правому берегу, и эрозионные процессы происходят по правому берегу. На основании информации, полученной по снимкам и геодезическим измерениям, констатируется возможность анализа одного и того же процесса по длине русла реки.

На основе созданной базы и статистического анализа собранных данных построен график зависимости относительной ширины водной поверхности от относительного расхода воды  $\frac{B}{B_{max}} = f\left(\frac{Q}{Q_{max}}\right)$  (рис. 6).



**Рис. 6. График зависимости относительной ширины водной поверхности от относительного расхода воды**

Из исследований известно, что в рамках взаимодействия потока и русла изменяются и морфометрические параметры русла с изменением энергетического состояния потока. С другой стороны, по мере увеличения расхода воды можно наблюдать процесс уменьшения ширины водной поверхности. В результате морфометрические параметры русла определены на основе зависимости между расходом воды и шириной водной поверхности. На основе зависимости ширины водной поверхности от расхода воды обоснована возможность русловых процессов с помощью ГИС технологий. То есть, определив уровень воды можно определить элементы русла и потока, а затем деформационные процессы на основе морфометрических зависимостей. Как описано выше, при осуществлении расчета морфометрических параметров русла, развивая работы ряда ученых в этом направлении (М.В. Великанов, А.В. Караушев, К.Ш. Латипов, Е.К. Рабкова, А.М. Мухамедов) записывается следующим образом:

$$\frac{B_i}{ad} = A_B \left[ \frac{Q_i^{\frac{5}{2}}}{(ad)^2 \sqrt{agdi}} \right]^{\alpha}, \quad (3)$$

$$\frac{H_i}{ad} = A_H \left[ \frac{Q_i^{\frac{5}{2}}}{(ad)^2 \sqrt{agdi}} \right]^{\beta}, \quad (4)$$

где:  $B$  – средняя ширина русла,  $H$  – средняя глубина,  $A_B$ ,  $A_H$ ;  $\alpha$ ,  $\beta$  – коэффициенты, определяемые в эксперименте,  $d$  – средний диаметр наносов,  $i$  – уклон дна русла,  $Q$  – расход воды,  $a = \frac{\rho_0}{\rho} - 1$ ,  $\rho_0$  – средняя плотность наносов,  $\rho$  – плотность воды.

Используя программу ArcMap, а также данные измерений были определены коэффициенты, представляющие морфометрические зависимости  $A_B$ ,  $A_H$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  в уравнении (3) и (4). После определенных математических преобразований, приведенные выше выражения (3) и (4) представляются в следующем виде:

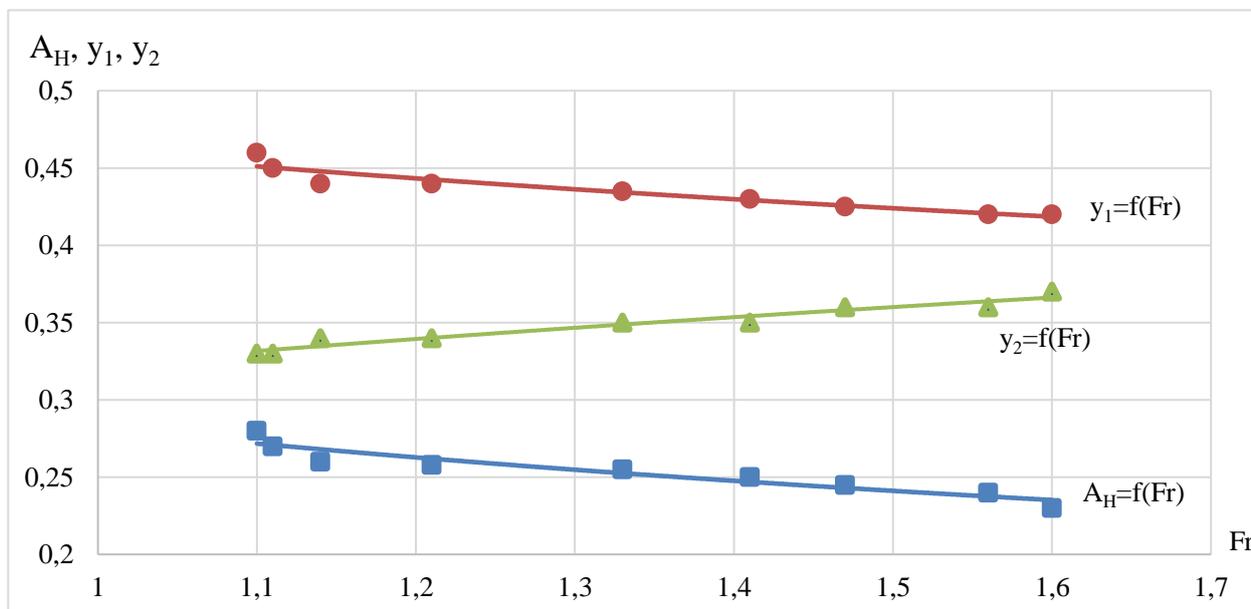
$$B = A_B K [M]^\alpha; \quad (5)$$

$$H = A_H K [M]^\beta; \quad (6)$$

где: 
$$K = \frac{ad}{i}; \quad M = \frac{Qi^{\frac{5}{2}}}{(ad)^2 \sqrt{agdi}}; \quad (7)$$

Коэффициенты, представляющие морфометрические зависимости (5), (6) определены на основании теоретических и натурно-полевых исследований, а также используя программу ArcMap в зависимости от энергетического состояния потока.

Зависимости, выявленные в результате исследования, сравнивались с другими исследованиями, проведенными в этом направлении. Можно заметить, что для определения морфометрических зависимостей русла постоянный коэффициент и показатель степени, являющиеся неопределенными в уравнении (4), также являются переменными для определенных условий. Из результатов, определенных ГИС, видно, что эти изменения зависят от энергетического состояния потока. На основе анализа полученных результатов был построен график зависимости постоянного коэффициента и показателя степени от числа Фруда (рис. 7).



**Рис. 7. График определения коэффициентов морфометрической зависимости**

Для проверки достоверности определяемых величин были измерены ширина поверхности и средняя глубина потока в каждом выбранном створе в

русле Сох сай и сопоставлены со спутниковыми данными. Максимальная разница составила 5-6%.

В четвертой главе диссертации «Рекомендации по использованию результатов исследования на практике» разработан алгоритм оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в русле на основе ГИС технологий. Разработаны рекомендации по оценке морфометрических параметров русла реки на основе ГИС. По базе данных, разработанных на основе проведенных исследований, усовершенствован метод определения морфометрических параметров потока и русла, деформационных процессов в русле.

Обоснован разработанный метод эрозионно-аккумулятивных процессов, происходящих в русле реки по дистанционному мониторингу и анализу на основе ГИС.

При этом была разработана блок-схема по оценке процессов в русле реки на основе ГИС (рис. 8).



**Рис.8. Блок-схема по оценке русловых процессов на основе ГИС**

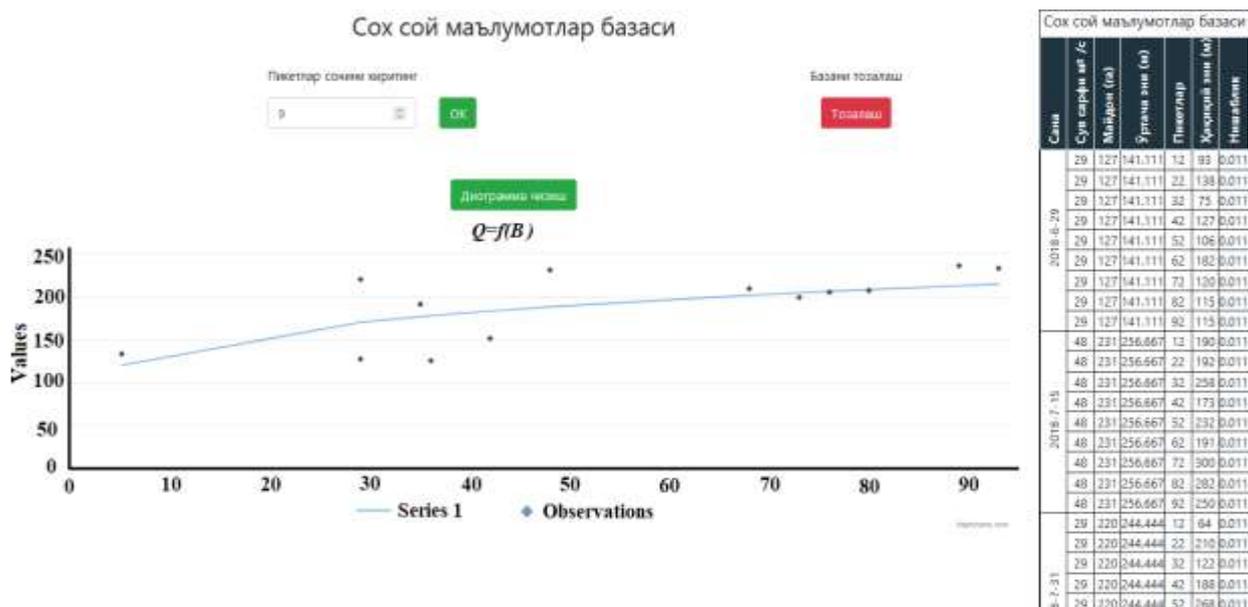
Последовательность использования базы данных Сох сай выполнена в следующем порядке:

1) в программу расчета вводятся следующие исходные данные: среднесуточный расход воды, площадь водной поверхности, средняя ширина, фактическая ширина. Здесь фактическая ширина русла определяется по спутниковым данным по каждому створу.

2) гидравлические элементы потока, в том числе средняя глубина, площадь поперечного сечения потока, средняя скорость потока, рассчитываются с помощью широко используемых формул.

3) строятся графики зависимости площади водной поверхности и средней ширины от расхода воды и предоставляется полная информация для рассматриваемого участка русла (рис. 9).

На основе заданной программы расчетных значений и разработанной базы данных получена возможность дистанционной оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в русле. В результате этого оперативно определяются условия и количество размыва или заиления в русле, а также рекомендуется возможность разработки эффективных мероприятий по рассматриваемому объекту.



**Рис.9. Интерфейс базы данных**

С помощью графика оценивается процесс, происходящий на каждом пикете русла:

- если площадь водной поверхности и средняя ширина русла соответственно увеличиваются с увеличением расхода воды, то процесс деформации в русле не наблюдается;

- если средняя ширина русла увеличивается без изменения расхода воды, то донные и взвешенные наносы в потоке оседают по руслу, т. е. в русле реки происходят аккумулятивные процессы;

- если средняя ширина русла остается неизменной с увеличением расхода воды, в русле происходит заиление по глубине, то есть в русле происходят эрозионные процессы;

- по зависимости изменений расхода воды и площади водной поверхности в течении месяцев и года, создана возможность оперативных мер.

Используя базу данных, разработанную по Соҳ сай можно дистанционно оценить длину русла, деформацию в каждом сечении, затрачивая меньше времени и меньше труда, этим методом достигается ресурсосбережения.

## ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований по диссертации доктора философии PhD: “ГИС технологии при оценке русловых процессов” были представлены следующие выводы:

1. На основании анализа теоретических и натурно-полевых исследований по оценке эрозионно-аккумулятивных процессов в русле, при оценке деформационных процессов в руслах помимо определения расхода твердого стока, обоснована необходимость учета состава наносов и энергетического состояния потока.

2. При анализе данных, собранных в натурно-полевых условиях методами математической статистики и с использованием ГИС технологий, создана карта объекта исследований, а также на основе карты, по каждому пикету разработан график зависимости относительной средней ширины от относительного расхода воды  $\frac{B}{B_{max}} = f\left(\frac{Q}{Q_{max}}\right)$ . Усовершенствован метод определения морфометрических параметров русла на основе изменения средней ширины русла под влиянием эрозионно-аккумулятивных процессов.

3. На основании данных теоретических и полевых исследований рекомендован метод дистанционной оценки эрозионно-аккумулятивных процессов в руслах, с учетом повышения средней ширины русла поверхности с увеличением расхода воды в открытых руслах до определенного уровня.

4. На основе использования данных ДИО в ГИС технологиях, использования изображений с сверхвысокой резoluцией Sentinel 2 и данных, полученных в натуральных полевых условиях, разработаны рекомендации по формированию русла.

5. В результате анализа данных, собранных в исследованиях, проведенных в натурно-полевых условиях, и многолетних данных, определенных на основе ДИО методами математической статистики усовершенствован метод определения морфометрических зависимостей.

6. Анализ данных, собранных при гидравлических, гидрологических, геодезических исследованиях, а также при определении деформационных процессов в русле по использованию ГИС технологий, на основе полученных данных для объекта исследования разработана база данных и получено свидетельство от Агентства интеллектуальной собственности.

7. Разработанная на основе проведенных исследований база данных и метод оперативного определения процессов в реке рекомендованы управлению ирригационной системы Сох-Октепа. В результате на основе изменения оперативных морфометрических параметров при определении эрозионно-аккумулятивных процессов в русле реки можно достичь экономической эффективности.

**THE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING FOR THE SCIENTIFIC  
DEGREES DSc.03/30.12.2019.T.10.02 AT THE “TASHKENT INSTITUTE  
OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION  
ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY**  

---

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

**ATAKULOV DINISLAM YERMAGANBET UGLI**

**GIS TECHNOLOGIES FOR EVALUATION OF CHANNEL PROCESSES**

**05.09.07 – Hydraulics and Engineering hydrology**

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

**Tashkent – 2022**

The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical science was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with № B2021.1.PhD/T2155.

The doctoral dissertation has been prepared at "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers" the National Research University.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on website ([www.tiame.uz](http://www.tiame.uz)) and information-educational portal «ZiyoNet» at the adres ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific advisor:** Arifjanov Aybek Muhamedjanovich  
Doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** Fayziyev Xamitxon  
Doctor of technical sciences, professor

Juliev Mukhiddin Komilovich  
Doctor of philosophy

**Leading organization:** Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology

The defense of the thesis will be held «13» January 2023 14<sup>00</sup> hours at a meeting of Scientific council DSc 03/30.12.2019.T.10.02. at Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers National research university at the address: 100000, Tashkent st. Qori-Niyoziy, 39, tel: (99871) 237-22-67, Fax: (99871) 237-54-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz)

The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Center of Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers National research university (registration number №249) Address: 100000 Tashkent, Qori-Niyoziy st. 39, Tel: (99871) 237-22-67), e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz)

Abstract of dissertation was sent «26» december 2022 y.

(register of the distribution protocol № 249 from «26» december 2022.



**T.Z.Sultonov**  
Chairman of the scientific council for  
awarding of scientific degrees, doctor  
of technical sciences

**F.A.Gapparov**  
Scientific secretary of the scientific  
council for awarding of scientific  
degrees, doctor of technical sciences

**D.R.Bazarov**  
Deputy chairman of the academic  
seminar under the scientific council for  
awarding of scientific degrees, doctor  
of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** to develop methods for evaluating erosion and accumulation processes in the foothills rivers with using GIS technologies.

**Object of the research work** of the study, chosen the valley of the Sokh river in the Sokh river basin in Fergana region.

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

developed the method of evaluating the change of the morphometric parameters of the riverbed in the foothills river on the basis of GIS technologies through taking into account the energetic condition of the stream;

developed database and a calculation algorithm based on GIS technologies for the assessment of erosion and accumulation processes in the foothills rivers;

tested the possibilities of using satellite data, ArcMap software and remote sensing technologies based on the evaluation of the processes in the bed of the foothills rivers;

improved method of using GIS technologies to determine the morphometric parameters based on the strength conditions of the core section.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained on the development of methods for evaluating erosion and accumulation processes using GIS technologies in the foothills rivers:

Recommended to introduce the method of evaluation of erosion and accumulation processes in the Sokh river bed based on GIS, innovative technologies, to the “Sokh-Oktepa” irrigation system department of the Sirdarya Sokh Irrigation Systems basin under the jurisdiction of the Ministry of Water resources (reference No NK64532136 of the Ministry of Water resources dated February 1, 2022). As a result, it was possible to determine the erosion and accumulation processes in the Sox stream bed belonging to the Sox-Oktepa irrigation system based on the change of morphometric parameters;

Developed database for the evaluation of deformation processes in the Sokh river bed and recommended to be introduced to the “Sokh-Oktepa” irrigation system department under the management of the Sirdarya Sokh irrigation systems basin under the jurisdiction of the Ministry of Water resources (reference No NK64532136 of the Ministry of Water resources dated February 1, 2022). As a result, created the possibility of remote assessment of the rapid determination of the formation of the river bed;

Implemented method of evaluation of erosion and accumulation processes in the Chirchik River bed based on GIS innovative technologies to the “Yukori Chirchik water facilities” department under the “BVO Sirdaryo” organization (reference No NK64532136 of the Ministry of Water resources dated February 1, 2022). As a result, it was possible to evaluate the morphometric parameters of the Chirchik River bed and deformation processes in the bed based on GIS.

**The volume and structure of the dissertation:** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 118 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Арифжанов А.М., Юрик Л., Самиев Л.Н., Акмалов Ш.Б., Атакулов Д.Е. Landsat OLI нинг SWIR ва NIR тасвирлари орқали ирригация тизимларининг ўзанини ўрганиш. “Ирригация ва мелиорация” журнали. 2019 йил. 1-сон. 43-47 б. (05.00.00; №22).
2. Исаков Х., Ахмедов И., Атакулов Д., Арифжанов С. Тоғ олди дарёларда туб чўкиндилар сарфининг ҳисобини такомиллаштириш. Архитектура. Қурилиш. Дизайн Илмий-амалий журнали. 2019 й. 2-сон. 45-47 б. (05.00.00. №4)
3. Самиев Л., Бабажанов Ф., Атакулов Д. Дарё чўкиндиларини фракцион таркибининг тақсимооти. Агро илм журнали. №3-сон. 2020. 63-64 б. (05.00.00. №3)
4. Арифжанов А.М., Апакхўжаева Т. У., Хошимов С.Н., Атакулов Д.Е. Ўзанлардаги аккумуляцион ва эрозия жараёнларни баҳолашда инновацион технологиялар. Ирригация ва мелиорация, 2020, 4-сон, 64-68 б. (05.00.00; №22).
5. Ходжиев А., Отахонов М., Атакулов Д. Сув захиралари назорати ва ҳисоб-китоб тизимини мукамаллаштиришда замонавий инфорацион технологияларнинг роли. Агро Илм, 2020. Махсус сон, 89-91 б. (05.00.00. №3)
6. Арифжанов А.М., Хошимов С.Н., Атакулов Д.Е. Сув омборларида лойка босиш жараёнини замонавий технологиялар ёрдамида баҳолаш. Илм-фан ва инновацион ривожланиш журнали, 2021 й., 2-сон. 69-76 б. (05.00.00; №21)
7. Arifjanov A.M., Axmedov I.G., Umarov I.I., Atakulov D.E. Innovative technologies in evaluation of processes in bank. Scientific and technical journal of NamIET, VOL 6 Issue (1) 2021. 274-279 б. (05.00.00; №33)
8. Arifjanov A.M., Axmedov I.G., Samiev L.N. Atakulov D.E. Innovative technologies in the assessment of accumulation and erosion processes in the channels. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. Vol.12 No. 4 (2021), 110-114. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i4.481>
9. Kogutenko L., Abduraimova D., Apakhojaeva T., Atakulov D. GIS technology in the assessment of erosion and accumulation processes in the riverbed. International Journal of Research & Development (IJRD). Vol. 7 Issue 10. EPRA 2022. SJIF Impact Factor (2022):8.197 <https://doi.org/10.36713/epra11226>

## II бўлим (II часть; II part)

10. Арифжанов А.М., Самиев Л.Н., Акмалов Ш.Б., Атакулов Д.Е. Соҳ сой маълумотлар базаси. Интеллектуал мулк агентлигидан берилган гувоҳнома. ВГУ 00405. 02.10.2020 й.
11. Arifjanov A.M., Akmalov Sh.B., Axmedov I.G., Atakulov D.E. Evaluation of deformation procedure in waterbed of rivers. XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 403 (2019) 012155. [doi:10.1088/1755-1315/403/1/012155](https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012155)
12. Ibragimova Z.I., Abduraimova D.A., Apakhojaeva T.U., Atakulov D.E. Evaluation of erosion and accumulative process with using Geoinformation systems in water resource management. Conference: 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) [doi:10.1109/ICISCT47635.2019.9012020](https://doi.org/10.1109/ICISCT47635.2019.9012020)
13. Атакулов Д., Жумабоев Х., Рузиев Д. Сунъий йўлдош маълумотларини юклар олиш методикаси. “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги анъанавий XVIII - ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий - амалий анжумани. 3 том, 265-268 б. 2019 й.
14. Babajanov F.K., Atakulov D.E. Evaluation of the hydraulic and morfometric connections of the riverbed with using GIS. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 869, Issue 4, 9 July 2020, [doi:10.1088/1757-899X/869/4/042028](https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042028)
15. Fatxullaev A.M., Abduraimova D.A., Samiev L.N., Otahonov M.Yu., Atakulov D.E. Method designing of open drainages. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 883, Issue 1, 20 July 2020, [doi:10.1088/1757-899X/883/1/012047](https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012047)
16. Samiev L.N., Babajanov F.K., Allayorov D.Sh., Atakulov D.E. The influence of sedimentation reservoir on hydraulic parameters of irrigation canals. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 883, Issue 1, 20 July 2020, [doi:10.1088/1757-899X/883/1/012031](https://doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012031)
17. Arifjanov A.M., Samiev L.N., Apakhojaeva T.U., Atakulov D.E. Processes of Mirishkor channel using GIS technologies. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 918, Issue 1, 6 October 2020, [doi:10.1088/1757-899X/918/1/012143](https://doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012143)
18. Arifjanov A.M., Samiev L.N., Apakhojaeva T.U., Atakulov D.E., Mekikuziev S. Irrigation network extraction in arid regions with using worldview-2 satellite data. International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” Volume 264, 2021. [doi.org/10.1051/e3sconf/202126403012](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403012)
19. Атакулов Д., Абилов А. SRTM сунъий йўлдош тасвирлари орқали Соҳ сой суви оқимига таъсир этувчи рельеф ва унинг харитасини яратиш. “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги анъанавий XXI - ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий - амалий анжумани. 135-139 б. 2022 й.

Автореферат «ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (25.11.2022 й.).

Босишга рухсат этилди: 02.12.2022  
Бичими: 60x84 <sup>1/16</sup> «Times New Roman»  
гарнитурادا рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи 2,8. Адади 100. Буюртма: № 290  
Тел: (99) 832 99 79; (99) 817 44 54  
Гувоҳнома reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.  
Манзил: Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй.