

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**

**DSC. 03/30.12.2019. Т.10.02 РАҶАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  
**ИРРИГАЦИЯ ВА СУВ МУАММОЛАРИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

**ГАППАРОВ ФУРҚАТ АХМАТОВИЧ**

**СУВ ОМБОРЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ГИДРАВЛИК ВА  
ГИДРОЛОГИК РЕЖИМИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

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

**Тошкент – 2020**

**Докторлик (Doctor of Science) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата докторской диссертации (Doctor of Science)**

**Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract**

**Гаппаров Фурқат Ахматович**

**Сув омборларидан фойдаланишнинг гидравлик ва  
гидрологик режимини такомиллаштириш.....**

3

**Гаппаров Фурқат Ахматович**

**Совершенствование гидравлических и гидрологических  
режимов водохранилищ при эксплуатации .....**

29

**Gapparov Furkat Axmatovich**

**Improving hydraulic and hydrologic regimes of water reservoirs  
exploitation**

55

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

**References.....**

59

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**

---

**DSc. 03/30.12.2019. Т.10.02 РАҶАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

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

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

**ГАППАРОВ ФУРҚАТ АХМАТОВИЧ**

**СУВ ОМБОРЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ГИДРАВЛИК ВА  
ГИДРОЛОГИК РЕЖИМИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**05.09.07 – Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

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

**Тошкент – 2020**

**Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2019.3.DSc/T317 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Иррагация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти ва Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (resume)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tiiame.uz](http://www.tiiame.uz)) ва “ZiyoNet” ахборот-таълим тармоғига ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий маслаҳатчи:**

**Арифжанов Айбек Мухамеджанович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Файзиев Хамидхон**  
техника фанлари доктори, профессор

**Хужаев Исматилла Кушаевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Жонқобилов Улуғмурод Умбарович**  
техника фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

**Ўзбекистон миллий университети**

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институти хузуридаги **DSC.03/30.12.2019.T.10.02** рақамли илмий кенгашнинг «\_\_\_\_\_» 2020 й. соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент ш., Кори-Ниёзий кўчаси, 39 уй. Тел. (+99871) 237-22-09; факс: 237-54-79; e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz)).

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

Диссертация автореферати 2020 йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(2020 йил \_\_\_\_\_ даги №\_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

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

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

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

## **КИРИШ (докторлик диссертациясининг аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Жаҳонда дарёлар оқимини сув омборлари ёрдамида ростлаш мавжуд сув ресурсларидан комплекс фойдаланишнинг муҳим масалаларидан бири бўлиб ҳисобланмоқда. Шу жиҳатдан, мавжуд сув омборларидан ишончли ва самарали фойдаланиш, энг мақбул иш режимларини илмий асослаш, вегетация даврида истеъмолчиларни бир маромда сув билан таъминлаш, эксплуатация даврида йўқотилган фойдали ҳажмни оширишни такомиллашган усулларини ишлаб чиқишига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан АҚШ, Австралия, Нидерландия, Дания, Австрия, Буюк Британия, Германия, Хитой, Миср, Россия, Канада, Ўзбекистон ва бошқа ривожланган мамлакатларда сув омборларини лойқа-чўкиндиларга тўлиш жадаллигини камайтириш ва фойдали ҳажмини оширишнинг конструктив ечимларини берувчи математик моделлаштириш ҳамда гео-ахборот технологияларига асосланган энг мақбул иш режимини ишлаб чиқиш ва уларнинг ишончли эксплуатациясини таъминлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда сув омборларидан фойдаланишда самарали иш режимини ишлаб чиқиш ва дарё ҳавзасига антропоген босимни камайтириш усулларининг ишончли ва инновацион технологияларини ишлаб чиқишига йўналтирилган мақсадли илмий тадқиқот ишлари олиб боришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, сув омборларидан ишончли ва самарали фойдаланишда сув омборларини гидравлик ва гидрологик режимини такомиллаштиш усулларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бирга, сув омборларидаги ҳисобий тўлқин баландлигини, сув баланси элементларини ҳисобга олган ҳолда сув омборлари фойдали ҳажми камайишини аниқлаш ва фойдали ҳажмини ошириш долзарб мuaаммолардан ҳисобланади.

Ҳозирда республикамиизда сув омборларини барпо этиш, иншоотлар самарадорлигини ва хизмат муддатларини ошириш ҳамда уларнинг ишончли эксплуатациясини таъминлаш, самарали тўлдириш ва бўшатишни амалга ошириш, қирғоқлар шаклланиш ҳолатларини оддини олиш, сув ресурсларидан самарали фойдаланишга таъсир этувчи омилларни аниқлаш ҳамда такомиллаштириш имкониятларини берувчи мавжуд гидравлик ҳисоблашларнинг янги усулларини яратишга доир чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан “...миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш учун мелиорация ва ирригация объектларини ривожлантириш”<sup>1</sup> вазифаси белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан сув омборларининг дарё

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикаси янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги фармони.

сувлилигини ва эксплуатация даврида сифими ўзгаришини, ростланган оқим таъсирида дарё гидрологик режими ўзгаришининг сув олиш иншоотларига таъсирини ҳисобга олган ҳолда бошқаришнинг илмий асосланган самарадор усулларини, уларни ҳисоблашнинг илмий ва амалий аҳамиятга эга бўлган назарий асослари ва усулларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралядаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси” Фармони, 2018 йил 17 апрелидаги ПФ-5418-сон “Қишлоқ ва сув хўжалигини бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги Фармони, 2017 йил 25 сентябридаги ПҚ-3286-сон “Сув обьектларини мухофаза қилиш тизимини келгусида такомиллаштириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги, 2017 йил 27 ноябридаги ПҚ-3405-сон “2018-2019 йиллар давомида суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва ирригацияни ривожлантириш давлат дастури тўғрисида”ги Қарори, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-хуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қиласди.

**Тадқиқотниң республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф мухитни мухофаза қилиш” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича халқаро илмий тадқиқотлар шархи<sup>2</sup>.** Хозирги кунда сув омборларидан самарали ва хавфсиз фойдаланишда сув омборлари гидравлик ва гидрологик режимини такомиллаштириш бўйича жаҳоннинг етакчи илмий марказларида ва олий таълим муассасаларида, жумладан Шимолий Каролина давлат университети қошидаги Сув ресурслари тадқиқоти институти, Юта давлат университетининг Техник маркази, US Bureau of Reclamation (АҚШ), Вена давлат университетининг География ва регионал тадқиқотлар департаменти (Австрия), Берн университети қошидаги География институти (Швейцария), Вагиненген Университети (Голландия), University of Southampton (Буюк Британия), Киота Университети қошидаги Хавфнинг олдини олиш илмий-тадқиқот институти (Япония), Илмий тадқиқот учун Швеция миллий фонди (SNSF), Япония сув агентлиги, Ганновер Университети (Германия), Давлат гидрология институти ва Сув муаммолари институти (Россия), Тоҷикистон Сув муаммолари институти, Ўзбекистон миллий университети, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институти,

<sup>2</sup>Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шархи

<https://www.researchgate.net/publication>; <http://www.enr.colostate.edu/>; Kantoush S.A., et all. Impacts of sediment replenishment below dams on flow and bed morphology of river. CZMRD LLC – 2010, P.285-303; <https://link.springer.com/article/>; <https://www.usa.gov/federal-agencies/bureau-of-reclamation>; <https://scienceproblems.ru/>; <https://www.springer.com/gp> ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтлари (Ўзбекистон) томонидан кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Дарё оқимини бошқариш, дарёдан сув олиш, ўзан деформацияси ва ўзанни ростлашни такомиллаштириш ва ҳисоблаш усулларига доир жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида бир қатор, жумладан қўйидаги натижалар олинган: дарё оқими ва каналлар мураккаб тизимидағи гидравлик режим ва оқизиклар транспорти моделлаштирилган, морфологик хариталар ишлаб чиқилган (DHI Water and Environment, Дания), сув омборини дарё гидрологик режимиning ўзгаришига таъсирини башорат қилиш усуллари ишлаб чиқилган (Колорадо университети, АҚШ), сув омборлари ва тўғонлар хавфсизлигини таъминлашнинг янги материалларга асосланган технологиялари ишлаб чиқилган (Женева давлат университети), тўғон ва дарё гиротехник иншоотларининг ўзан морфологиясининг шакллантириши моделлаштирилган (Вена университети, Австрия; HULL ва Southampton университети, Буюк Британия; Япония сув агентлиги), дарёлар оқимини рационал бошқариш концепцияси ишлаб чиқилган (Department of Geomatic Engineering, Kwame Nkrumah University of Science & Technology, Гана).

Дунёда дарё оқимини бошқариш ва унинг ўзанида, сув омборлари ҳавзасида юз берадиган жараёнларга антропоген таъсирини юмшатиш учун ишлаб чиқилган тадбирларни такомиллаштириш бўйича қатор, жумладан қўйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: турли худудлардаги сув омборлари фойдали ҳажмининг ўзгаришини аниқлаш, сув омборларидағи гидравлик ва гидрологик жараёнларни баҳолаш, сув омбори шамол-тўлқин режими характеристикасини, гравитацион тўлқин параметрларини аниқлаш усулини такомиллаштириш, фойдали ҳажмини оширишни конструктив ечимларини ишлаб чиқиш, сув омборларидағи тўлдириш ва бўшатишни энг мақбул гидравлик ва гидрологик режимини аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ҳозирги вақтда сув омборларининг таъсир доирасини ўрганиш, уларнинг лойқа-чўкиндилар билан тўлиши, сув балансининг ҳисоблари ва сув йўқотиш муаммолари бўйича А.Б.Авакян, С.Т.Алтунин, М.А.Великанов, А.В.Караушев, А.Н.Гостунский, К.И.Россинский, И.А.Кузьмин, И.И.Леви, М.А.Мостков, И.А.Молдованов, Г.И.Шамов, И.А.Шнеер, В.Г.Саноян, В.С.Лапшенков, А.М.Мухамедов, К.Ш.Латипов, И.А.Бузунов, Ф.Ш.Мухамеджанов, Х.А.Исмагилов, В.А.Скрыльников, Э.Ж.Махмудов, А.М.Арифжанов, Ф.Хикматов, М.Р. Икрамова ва бошқа кўплаб олимлар томонидан илмий тадқиқотлар олиб борилган ва ижобий натижалар олинган.

Сув омборлари шамол-тўлқин режими, шамол таъсирида ҳосил бўладиган тўлқин кўрсатгичлари ва уларни сув омборларидан фойдаланишдаги таъсири муаммолари Л.Е. Анапольская, Б.И. Белесков, М.Р. Бакиев, М.С.Кожевникова, А.Кандаков, А.К. Митропольский, Е.Я.Фроликова, И.В. Осадчая, В.В. Перепелкина, В.А. Скрыльников, А.Х. Содиков ва бошқаларнинг илмий тадқиқот ишларида ёритилган ва шамол

таъсирида ҳосил бўладиган тўлқин параметрларини аниқлаш бўйича турли хил эмпирик боғланишлар олинган.

Сув омборлари иш режимини такомиллаштириш масалалари А.Б. Авакян, А.Е. Асарин, К.Н. Бестужева, А.М. Резниковский, В.П. Салтанкин, К.М.Беркович, В.Ф.Бреховских, А.В.Караушев, А.М.Мухамедов, О.А.Каюмов, А.Б.Китаев, Ю.М.Матарзин, Д.А.Никифорова, Я.Ф.Плешков, Ш.Р.Поздняков, Л.В.Потапова, М.Я.Прытков, А.Д.Саваренский, В.П. Салтанкин, С.Х.Таглави, В.А. Шарапов, Ю.Н.Шавнина, В.И.Штефан, К.К.Эдельштейн, D.W.Baker, B.P.Bledsoe, C.M.Albano, N.L.Poff, G.Williams, R. Poepll, S.A.Kantoush, Y.G.Lai, B.N.Eustis, D.S. van Maren, S.Heaven, T.Tanto, D.Rycroft ва қатор тадқиқотчиларнинг ишларида ёритиб берилган.

Ҳозирги вақтда республикамиздаги сув омборларини самарали иш режимини такомиллаштириш ва истеъмолчиларни ишончли сув таъминотини амалга оширишнинг назарий асосларини ишлаб чиқиша замонавий янги информацион технологиялар асосида сонли ҳисоблаш усулларини қўллаш масалаларига етарли эътибор қаратилмаган. Шу сабабли сув омборларининг такомиллашган энг мақбул иш режимини ишлаб чиқиш ва ушбу режим асосида самарали тўлдириш ва бўшатишни амалга ошириш, йўқотилган фойдали ҳажмни оширишнинг конструктив ечимларини ишлаб чиқиш ва улар элементларини ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш каби муаммолар етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасанинг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти (ИСМИТИ) илмий-тадқиқот ишлари режасининг 3/2007 сон “Трансчегаравий ва маҳаллий дарёлардан тўйинадиган сув омборларини самарали тўлдириш ва бўшатишдаги диспетчерлик графиги тузишга тавсиялар ишлаб чиқиш” (2007-2008), 12/2009 сон “Айнан кузатишлар асосида сув омбори эксплуатациясини такомиллаштиришга тавсиялар ишлаб чиқиш” (2009), 10/2010 сон “Сув омбори эксплуатациясининг янги таҳрирдаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (Каттақўргон сув омбори мисолида)” (2010), 10/2010 сон “Жанубий Сурхон сув омборидан фойдаланишнинг янги таҳрирдаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2010), 4/2011 сон “Норин-Сирдарё Ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли кичик ҳажмдаги сув омборларидан фойдаланишнинг янги таҳриридаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2011), 16/2011 сон “Аму-Қашқадарё Ирригация тизимлари ҳавза бошқармасига қарашли кичик ҳажмдаги сув омборларидан фойдаланишнинг янги таҳриридаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2011), 9/2012 сон “Тусунсой ва Коровултепа сув омборлари эксплуатациясининг янги таҳрирдаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2012), 8/2012 сон “Каркидон сув омбори эксплуатациясининг янги таҳрирдаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2012), 6/2013 сон “Андижон сув омборидан фойдаланишнинг янги таҳрирдаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2013), 3/2013 сон “Тошкент сув омборидан фойдаланишнинг янги

тахрирдаги тартиб-қоидаларини ишлаб чиқиш” (2013), ҚХА-7-083-2009 сон “Мавсумий бошқарилувчи сув омборлари эксплуатацияси ишончлилигини экологик ва техник омилларни ҳисобга олган ҳолда ошириш” (2009-2011), ҚХА-7-024-2012 сон “Иrrигация сув омборларининг фойдали ҳажмини ва иншоотлари мустаҳкамлигини ошириш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқиш” (2012-2014) ва ҚХА-7-021-2015 сон “Узоқ вақт ишлатилаётган сув омборлари иншоотлари мустаҳкамлигини таъминлаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш” (2015-2017) ва Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти илмий-тадқиқот ишлари режаларининг “Иrrигация тизимлари, гидротехник иншоотлар ва сув омборлардан самарали фойдаланишнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш”, 1.15. “Мавсумий бошқарилувчи сув омборларининг фойдали ҳажмини ошириш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқиш” мавзуларидағи лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** сув омборларидан фойдаланишнинг гидравлик ва гидрологик режимини, сув омборлари ҳисобий тўлқин баландлигини ва фойдали ҳажми ўзгаришига таъсир кўрсатувчи омилларни инобатга олиб такомиллаштиришдан иборат.

**Тадқиқот вазифалари:**

сув омборлари худудида шамол-тўлқин режими тавсифларини табиий-дала кузатувлари асосида баҳолаш;

сув омборларидаги ҳисобий тўлқин баландлигини аниқлаш усулини ишлаб чиқиш ва конструктив тўлқин қайтарувчи элементларини такомиллаштириш;

сув омбори сув баланси моделига асосланиб сув омборларининг фойдали ҳажми камайишини аниқлаш усулини такомиллаштириш;

сув омборлари фойдали ҳажмини конструктив ечимларини оқимнинг гидравлик ва гидрологик параметрларини инобатга олган ҳолда ишлаб чиқиш;

сув омборларини таъминловчи манбаларнинг ва сув омбори иш режимининг гидравлик ва гидрологик ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларини энг мақбул тўлдириш ва бўшатиш усулини ишлаб чиқиш;

сув омборларидан самарали ва ишончли фойдаланишни таъминловчи гидравлик ва гидрологик режимини такомиллаштириш усуллари бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш.

**Тадқиқот объектлари** сифатида амалда фаолият юритаётган тоғ, тоғ олди ва текисликдаги сув омборлари олинган.

**Тадқиқот предмети** сув омборлари шамол-тўлқин режими, сув омборларини лойқа-чўкиндиларга тўлиши ҳамда сув омборларини тўлдириш ва бўшатишда фойдали ҳажмини ўзгариш жараёни ташкил этади.

**Тадқиқот усуллари.** Тадқиқот жараёнида экспериментал ва дала-кузатувининг умумий қабул қилинган усуллари, математик ва гидравлик моделлаштириш ва уларни сонли ечиш усулларидан фойдаланилган.

## **Тадқиқотнинг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:**

тоғ, тоғолди ва текисликдаги сув омборлари худудида шамол-тўлқин режими тавсифлари кузатувлар асосида баҳоланган;

сув омборлари фойдали ҳажми ўзгаришини аниқлаш усули сув омборларидаги лойқа-чўқиндиларни ҳисобга олган ҳолда такомиллаштирилган;

тоғ, тоғолди ва текисликдаги сув омборлари худудидаги метеорологик ўзгаришларни инобатга олиб гравитацион тўлқин баландлигини аниқлаш усули такомиллаштирилган;

сув омборини фойдали ҳажмини оширишга эришишда гидравлик жараёнларни инобатга олган ҳолда шамол-тўлқин зарбини камайтирувчи янги парапет конструкцияси тавсия этилган ва ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган;

сув омборларидан самарали фойдаланишда тўлдириш ва бўшатиш режимини ҳисоблаш усули сув таъминоти режимини инобатга олиб такомиллаштирилган;

сув омборларида сув баланси элементларини инобатга олиб, энг мақбул гидравлик ва гидрологик режимини таъминлашнинг ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган.

## **Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:**

сув омборлари худудида шамол-тўлқин режими элементларини ҳисоблашнинг компьютер дастури ва сув омборларидаги ҳисобий тўлқин баландлигини аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

сув омборлари сув баланси элементларини ҳисобга олган ҳолда фойдали ҳажми камайишини аниқлаш усули такомиллаштирилиб, сув омбори морфометрик элементлари аниқлаштирилган;

гидравлик ва гидрологик жараёнларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларидан фойдаланиш даврида йўқотилган фойдали ҳажмни ошириш учун парапетнинг янги конструкциясини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган;

сув омборларидаги гидравлик ва гидрологик ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларини энг мақбул тўлдириш ва бўшатиш усули ишлаб чиқилган;

сув омборларидаги гидравлик ва гидрологик ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларини энг мақбул тўлдириш ва бўшатиш усулини ҳисоблашнинг компьютер дастури ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий ечимларни ишлаб чиқишида умум қабул қилинган физик қонунлар ва синовдан ўтган математик усулларга асосланганлиги, олинган назарий натижаларни амалда ўтказилган тадқиқотлар натижалари билан солиширилганлиги ҳамда бошқа олимлар томонидан олинган маълумотлар билан таққослаб текширилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сув омборларининг энг мақбул гидравлик ва гидрологик режимини сув омбори фойдали ҳажмини ўзгаришларини

ҳисобга олган ҳолда такомиллаштирилганлиги, сув омборларини тўлдириш ва бўшатиш режимини сув исътемолини инобатга олиб ишлаб чиқилгани ҳамда сув омборларидағи ҳисобий тўлқин баландлигини аниқлаш усулини такомиллаштирилганлиги ва гравитацион тўлқин таъсирини камайтирувчи иншоотнинг янги конструкциясини параметрларини асосланганлиги ва ҳисоблаш усулини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сув омборларини тўлдириш ва бўшатиш режимини ҳисоблаш дастурини ишлаб чиқилганлиги, сув омборларида лойқаланиш жараёнини инобатга олиб фойдали ҳажмини ўзгаришини тезкор аниқлаш усулини такомиллаштирилганлиги, шамолтўлқини таъсирини баҳолаш асосида сув омборидан фойдаланиш ишончлилигини ҳамда гравитацион тўлқин зарбини камайтирувчи иншоот элементларини ҳисоблаш дастурини ишлаб чиқилганлиги ҳамда сув омбор фойдали ҳажмини оширишга қаратилган парапетнинг конструктив параметрларини аниқланганлиги сув омборидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш имконини бериши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Сув омборларидағи гидравлик ва гидрологик ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларини энг мақбул тўлдириш ва бўшатиш усулларини такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

сув омборлари худудида шамолтўлқин режими элементларини ҳисоблашнинг компьютер дастури ва сув омборлари тўғони учун хавфли бўлган ҳисобий тўлқин баландлигини аниқлаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Андижон, Тошкент, Талимарjon, Жиззах, Жанубий Сурхон ва Каттақўрғон сув омборлари эксплуатацияси бошқармалари томонидан Андижон, Тошкент, Талимарjon, Жиззах, Жанубий Сурхон ва Каттақўрғон сув омборларида жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 7 декабридаги 02/25-4705-сон маълумотномаси). Натижада сув омборларидан фойдаланишда сув сатҳини кўтариш орқали захирадаги сув миқдорини 10-15 фоизгача қўпайтириш ҳамда сув омборидан хавфсиз фойдаланиш имкони яратилган;

сув омборида сув балансини ташкил этувчи омилларни ҳисобга олган ҳолда сув омборлари фойдали ҳажмини аниқлаш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Қашқадарё вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармаси томонидан Лангар, Қизилсув, Қамаши, Қарабоғ, Нуғайли, Шўрабсой, Шўртан ва Дехқонобод сув омборларида, Намангандан вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармаси томонидан Жийдалисой, Варзик, Эскиер ва Кўксерексой сув омборларида, Тошкент вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармаси томонидан Тошкент сув омборларида жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 7 декабридаги 02/25-4705-сон маълумотномаси). Натижада лойқачўкиндиларни миқдорини аниқ баҳолаш ва сув омбори фойдали ҳажмини ошириш имконияти яратилган;

сув омборини фойдали ҳажмини оширишга эришишда гидравлик жараёнларни инобатга олган ҳолда шамол-тўлқин зарбини камайтирувчи парапет янги конструкциясини ҳисоблаш усули Каттақўргон ва Жиззах сув омборларида жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 7 декабридаги 02/25-4705-сон маълумотномаси). Таклиф қилинаётган парапетни ўрнатгач Каттақўргон сув омборининг фойдали ҳажми 39,75 млн. м<sup>3</sup> га, Жиззах сув омборининг фойдали ҳажмини 22,3 млн.м<sup>3</sup> га ошириш имконияти яратилган;

сув омборидан фойдаланишнинг гидравлик ва гидрологик режимини такомиллаштириш, сув омборини энг мақбул тўлдириш ва бўшатишни амалга ошириш усули Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Қашқадарё вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармаси томонидан Лангар, Қизилсув, Қамаши, Қарабоғ ва Дехқонбод сув омборларида, Намангандан Жийдалисой, Варзик, Эскиер ва Кўксерексой сув омборларида, Тошкент вилояти сув омборларидан фойдаланиш бошқармаси томонидан Тошкент сув омборларида жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2019 йил 7 декабридаги 02/25-4705-сон маълумотномаси). Натижада сув омборлари эксплуатациян самарадорлигини ошириш ҳисобига 10-15 фоизгacha сув ресурсларини тежаш ва барча истеъмолчиларни ишончли равишда сув билан таъминлаш имкони яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари халқаро, республика ва институт миқёсидаги анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган, шу жумладан 8 та халқаро ва 22 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича 47 та илмий ишлар чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фан доктори диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 19 та мақола, жумладан 12 та мақола республика ва 7 та мақола хорижий журналларда нашр қилинган, 4 та муаллифлик гувоҳномаси олинган.

**Диссертация тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ишининг ҳажми 193 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **Кириш** қисмida Ўзбекистонда ва жаҳонда ўтказилган тадқиқотлар асосида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, мақсади ва вазифалари, тадқиқот обьекти ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалар баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти 12

ёритилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилиши, ишнинг аprobацияси, чоп этилган натижалар ва диссертация тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг “Сув омборларидан фойдаланишинг гидравлик ва гидрологик режими тадқиқотлари таҳлили” деб номланган биринчи бобида сув омборларнинг фойдали ҳажмини ўзгаришини аниқлашга бағишлиланган мавжуд назарий ва амалий тадқиқотлар таҳлили келтирилган. Сув омборларида лойқа-чўқиндилар шаклланиши ва уларни ҳисоблаш усусларининг назарий асосларини такомиллаштириш бўйича С.Т.Алтунин, И.А.Бузунов, Ж.Брюне, М.А.Великанов, А.Н.Гостунский, А.В.Караушев, И.А.Кузьмин, К.И.Россинский, В.С.Лапшенков, И.И.Леви, А.М.Мухамедов, К.Ш.Латипов, Т.Тейлор, Г.И.Шамов, И.А.Шнеер, М.А.Мостков, И.А.Молдованов, Э.Ж.Махмудов, Ф.Ш.Мухамеджанов, Ф.Орт, В.Г.Саноян, В.А.Скрыльников, Х.А.Исмагилов, А.М.Арифжанов, М.Р.Икрамова ва бошқа кўплаб олимларнинг илмий тадқиқот ишлари таҳлили келтирилган. Сув омборларидағи лойқа-чўқиндилар миқдорини аниқлашда уларнинг ўзига хослигини ҳисобга олувчи қатор усуслар ишлаб чиқилган. Биринчи гуруҳ усуслари амалда ўтказилган табиий дала тадқиқотларига асосланади, иккинчи гуруҳ усуслари сув омборларидағи лойқаланиш ҳажмини аниқлашда ундаги оқимларнинг транспорт қилиш қобилиятининг ҳисобий створлардаги фарқига асосланади, учинчи гуруҳ усусларида лойқаланиш ҳажми ўзан ва оқим характеристикарининг ўзгариб боришини ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Олиб борилган тадқиқотлар таҳлилидан учинчи гуруҳ усусларининг ижобий натижаларга эришилганлиги қайд этилган.

Сув омборларида шамол-тўлқин режими, шамол таъсирида ҳосил бўладиган тўлқин кўрсаткичларини аниқлаш усуслари ва уларнинг сув омборларидан фойдаланиш жараёнига таъсири муаммолари Л.Е. Анапольская, Б.И. Белесков, Л.С. Гандин, Е.Я.Фроликова, Н.В. Кондратьев, М.С. Кожевникова, А. Кандаков, А.К. Митропольский, В. Мунк, И.В. Осадчая, Г. Свердrup, М.Р. Бакиев, В.А. Скрыльников, В.В. Перепелкина, А.Х. Содиков каби кўплаб олимларнинг илмий тадқиқот ишларида ёритилган.

Тадқиқотчилар томонидан олиб борилган изланишлар шамол режими характеристикиси параметрларини, керакли таъминланганликдаги шамол тезлигини аниқлашга бағишлиланган бўлиб, улар сув омборлари худудида шамол режимининг ҳисобий характеристикасини аниқлашда муҳим асос бўлдилар. Бу хусусда Б. И. Белесков, М. С. Кожевникова, И. В. Осадчая, В.А. Скрыльников, А.Х. Содиков ишланмаларини давом эттириш лозимлигига алоҳида эътибор қаратилган. Жумладан сув омборлари худудида ҳисобий шамол тезлигини аниқлашнинг аналитик ечими берилган бўлиб, шамол натижасида пайдо бўладиган тўлқинни ҳисоблашда шамолнинг таъсир этиш давомийлиги 6 соат деб қабул қилинган. Унда шамол тезлигидан бошқа параметрлари ҳисобга олинмаган. Тўлқин тарқалиши учун маълум вақт

үтиши, бундан ташқари тўлқиннинг тарқалиши сув омборининг ўлчамларига (узунлиги, чуқурлиги ва ҳ.к) ҳам бевосита боғлиқ.

Сув омборлари гидравлик ва гидрологик иш режимларини такомиллаштириш бўйича А.Б. Авакян, А.Е. Асарин, К.М. Беркович, К.Н. Бестужева, В.Ф. Бреховских, Г.В. Железняков, А.М. Резниковский, В.П. Салтанкин, Г.В. Ивашкевич, А.В. Карапашев, О.А. Каюмов, С.Н. Крицкий, Ю.М. Матарзин, М.Ф.Менкель, Д.А. Никифорова, Е.Е. Овчаров, Я.Ф. Плешков, Ш.Р. Поздняков, Л.В. Потапова, М.Я. Прыйтов, А.Д. Саваренский, В.П. Салтанкин, В.А. Скрыльников, М.Р. Икрамова, С.Х. Таглави, В.А. Шарапов, Ю.Н. Шавнина, В.И. Штефан, К.К. Эдельштейн, D.W. Baker, B.P. Bledsoe, C.M. Albano, N.L. Poff, G. Williams, R. Poepll, S.A. Kantoush, Y.G. Lai, B.N. Eustis, D.S. van Maren, S. Heaven, T.Tanton и D. Rycroft каби олимлар тадқиқотлар олиб борган.

Сув омборлари иш режимларини такомиллаштириш бўйича олиб борилган изланишларда дарё оқимини ростлаш учун дарё оқими режими, оқим ўзгарувчанлигини ва сув омбори ҳажми ўртасида функционал боғланишларни таклиф этган. Улар таклиф этган илмий натижалардан тадқиқотчилар оқим ҳажмини ростлаш ҳисобларининг статистик усуллари назарияларини ишлаб чиқишида фойдаланишган.

Г.В. Ивашкевич, А.С. Латкин ва В.А. Швецовларнинг олиб борган тадқиқотларида сув омборлари иш режимларининг ҳисоблари ҳар хил сувлилик даврларидаги оқимдан фойдаланиш мақсадга мувофиқлигини, бошқаришнинг тартиб-қоидаларини ишлаб чиқишга боғишиланган. Сув омборларидан фойдаланишни самарадорлигига гидрологик параметрларни ўзгаришини таъсири, жумладан ростлаш жараёнларига тошқин ва тўлинсув даврлари мисолида кўриб чиқилган. Натижада сув омборлари хусусиятидан келиб чиқкан ҳолда амалиётда бошқаришни тартиб-қоидалари диспетчерлик графиги кўринишида амалга оширилиши таклиф этилган.

Юқорида келтирилган ишлар таҳлили шуни кўрсатдики, сув омборлари иш режими назарий асослаш, амалда фаолият юритаётган республикамизнинг турли худудларида жойлашган ўзига хос сув ҳавзалари, яъни ўзанли, қуйилма сув омборларида бу йўналишда яна тадқиқотлар ўтказишни талаб қиласди. Сув омборларидан фойдаланишнинг гидравлик ва гидрологик режимларини такомиллаштириш, таъсир этувчи омиллар ва уларнинг ўзгаришларида содир бўладиган жараёнлар ҳамда уларни замонавий информацион технологиялар ёрдамида ҳисоблаш масалалари мажмуя ҳолида етарли ўрганилмаган. Олиб борилган таҳлиллар асосида диссертация ишининг мақсад ва вазифалари белгиланган.

Диссертациянинг “Сув омборларидан самарали фойдалинишнинг назарий ва амалий асослари” деб номланган иккинчи боби турли худудлардаги сув омборлари фойдали ҳажмининг камайиб бориши, сув омборлари косасининг параметрларининг шаклланиши ва фойдали ҳажми ўзгаришини лойқа-чўқиндиларни ҳисобга олган ҳолда аниқлашга бағишиланган.

Сув омборлари фойдали ҳажмининг ўзгаришида лойқаланиш жараёнларининг таъсирига алоҳида эътибор қаратилган. Лойқаланиш ҳажмини аниқлашда сув омборининг асосий параметрлари сув ҳажми ва сув сатҳининг ўзгаришини инобатга олиш бўйича тадқиқотлар олиб борилган. Бу йўналишда И.А.Шнеер, А.В.Караушев, В.С.Лапшенков, К.Ш.Латипов, В.А.Скрыльников ва бошқалар олиб борган изланишларни ривожлантириб, лойқалик миқдорининг сув омборида тақсимланишини баҳолаш учун кинетик энергиянинг ўзгариши ҳақидаги теоремадан фойдаланиб, лойқалик миқдорини сув омборида тақсимотини ифодалаш қўйидагича ёзилган:

$$\frac{s_i}{s_o} = \left( \frac{\omega_i}{\omega_o} \right)^{n_1} \exp \left\{ - \frac{3g(\rho_t - \rho)}{\rho_t Q^2} \int_0^l \sin \alpha \omega^2 dl \right\} \quad (1)$$

бу ерда:

$\rho_t$  ва  $\rho$  – мос равишда қаттиқ заррачалар ва суюқлик зичлиги;

$Q$  – сув сарфи.

У ҳолда, лойқа оқизиқлар сарфи қўйидаги формула билан аниқланади:

$$P_i = s_i Q . \quad (2)$$

Лойқа оқизиқлар ҳажми эса қўйидагича аниқланади:

$$V_i = s_i Qt . \quad (3)$$

Қаралаётган кесимдаги оқим юзасини  $\omega_i$  чуқурлик функцияси сифатида қабул қилиб:

$$\omega_i = f(H_i) ; \quad (4)$$

Лойқалик ҳажмини ўзгариши учун (2) ва (3), (4) ларни (1) га қўйиб, қўйидаги ифода олинган:

$$\frac{V_i}{V_{MDC}} = \kappa \left( \frac{H_i}{H_{MDC}} \right)^{n_1} ; \quad (5)$$

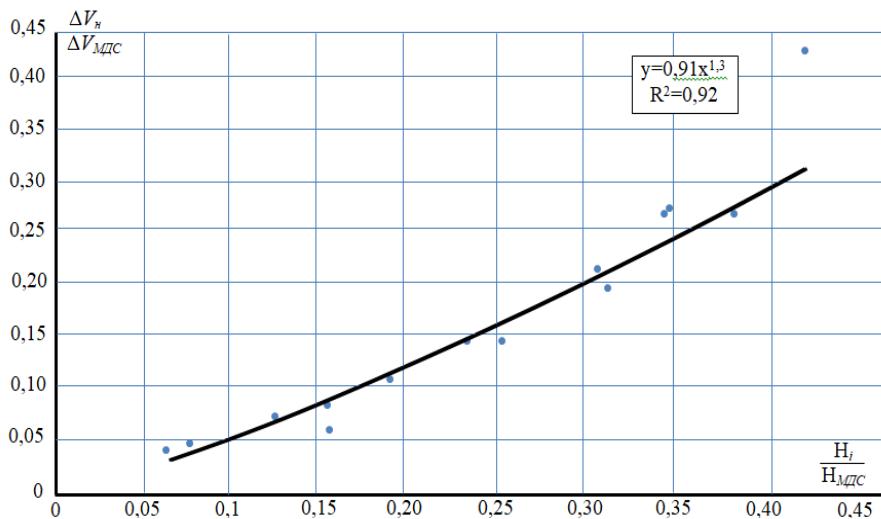
бу ерда:

$V_i$  ва  $V_{MDC}$  - сув омборлари тубидан  $H$  чуқурликгача ва меъёрий димланган сатҳгача тўпланган чўкиндилар ҳажми;

$\kappa$  ва  $n_1$  – коэффициентлар, табиий дала шароитидаги тадқиқотлар асосида аниқланган.

Олиб борилган табиий дала шароитидаги тадқиқотларда тўпланган маълумотларнинг математик статистика услублари асосида таҳлили натижасида (корреляция коэффициенти 0,95) сув омборидаги нисбий лойқаланиш ҳажмини нисбий чуқурлигига боғлиқлигини ифодалайдиган қўйидаги ифода олинган (1-расм):

$$\frac{\Delta V_H}{\Delta V_{MDC}} = 0,95 \left( \frac{H}{H_{MDC}} \right)^{1,26} \quad (6)$$



**1-расм. Сув омбори нисбий лойқаланиш ҳажмини нисбий чукӯрликка боғлиқлик графиги**

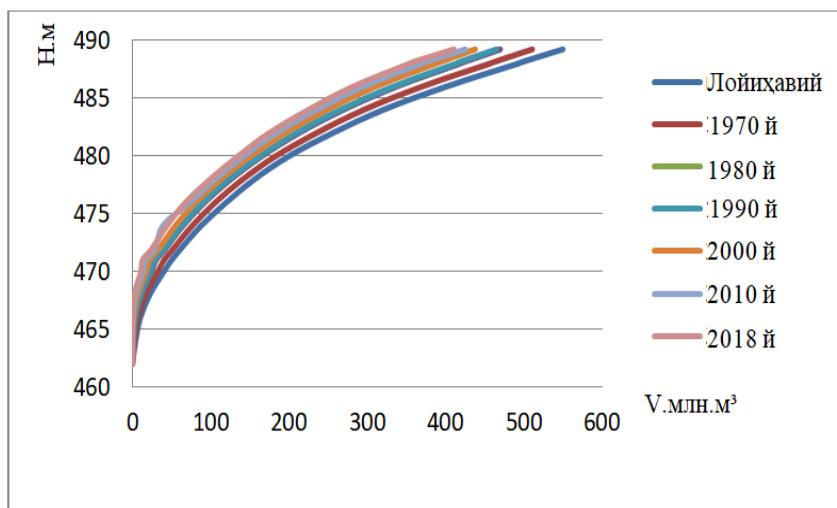
Чимқўрғон, Тошкент, Жанубий Сурхон ва бошқа бир қатор сув омборлари фойдали ҳажми камайишининг ҳисбий катталигини ва сув омбори ҳавзасида олиб борилган кузатувлари натижасида олинган маълумотларни солиштириш шуни кўрсатадики, таклиф этилган усул ишончли натижаларни беради.

Исталган йил учун (6) ифодадан фойдаланиб сув омбори ҳажмини ўзгаришини ундаги сув сатҳига боғлаб қуидаги формула орқали ҳисоблаш мумкин (2-расм):

$$V = V_{лои} - \Delta V_{MDC} \left( \frac{\Delta V}{\Delta V_{MDC}} \right) \quad (7)$$

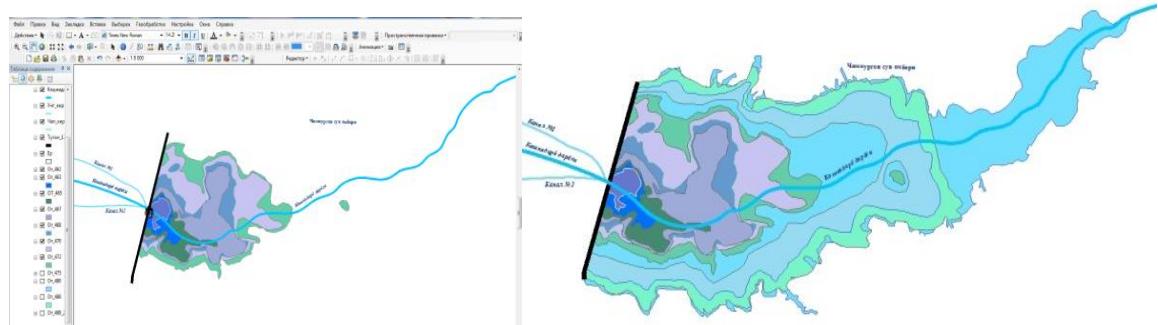
бу ерда:  $V_{лои}$  - лойиҳавий эгри чизиги бўйича аниқланган сув омбори ҳажми.

Чимқўрғон сув омбори ҳажмининг турли йиллар кесимида ўзгариши 2- расмда келтирилган.



**2-расм. Турли йиллар учун Чимқўрғон сув омбори ҳажмининг сув сатҳига боғлиқлик графиги**

Юқорида олиб борилган кузатув ва ҳисоблаш ишлари натижалари асосида сув омборининг умумий ҳолати, эксплуатация даврида ҳажм ва сатҳ ўзгаришлари геоахборот тизими асосида шакллантирилди (3-расм). Бу дастур хариталаштирилган маълумотларни таҳлил қилиш, қўшимча маълумотлар базасига мурожат қилиш ва уларни харитага жойлаштириш имконини берган. Иш натижаларини яратилган дастур орқали осон тақдим қилиш сув омборлари ҳавзасининг сифатли харитасини босмадан чиқариш ёки диаграммалар, жадваллар, чизма, расм ва суратларни бошқа файллар билан боғлаш имконини берган.



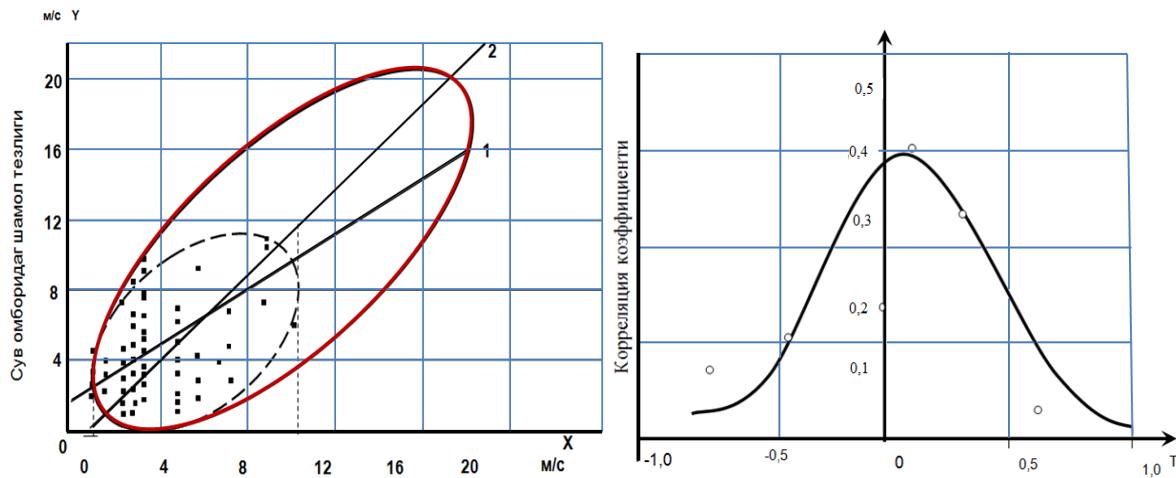
**3-расм. Сув омбори сув сатҳи ўзгаришини ГАТ асосида баҳолаш**

Диссертациянинг “Сув омборларидаги гравитацион тўлқин параметрлари тадқиқоти” деб номланган учинчи бобида табиий дала шароитида сув омборларида шамол-тўлқин режими, шамол таъсирида ҳосил бўладиган тўлқин кўрсаткичларини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Тадқиқотлар Андижон, Хисорак, Талимаржон, Каттақўргон сув омборларида олиб борилган. Олиб борилган тадқиқотлар асосида сув омборларида шамол-тўлқин режимини баҳолашда сув омборида бевосита кузатувлар олиб борилмагандага яқин орадаги метеостанцияларда кузатилган маълумотлардан фойдаланиш йўллари шамол ҳаракатига таъсир этувчи барча омилларни ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилди. Сув омбори билан метеостанциядаги шамол тезликларининг ўртасидаги корреляцион боғланишнинг қийматини текшириб, корреляцион коэффициент сув омборида ва метеостанцияда бир вақтда кузатилган шамол тезликлари бўйича ҳисобланиши асосланди.

Тадқиқотлар таҳлили бўйича (4-расм) овалнинг узунлиги кузатувлар сони билан бевосита боғлиқ бўлиб, овал қанчалик узун бўлса, шунчалик қўп кузатувлар олиб борилганлигини, пунктир чизик билан чегараланган овал кузатишлар бир йил давомида олиб борилганлигини билдиради, қалин чизик - 50 йил давомида мумкин бўлган кузатишлардир. Шундай қилиб, горизонтал ўқда метеостанциядаги ўртacha ойлик шамол тезлиги қийматини топиб бир вақтнинг ўзида регрессия чизигининг ординатасини аниқланади. Шу билан бирга ўша ординатага мос равишда сув омборида кузатилган шамол тезлигининг ўртacha арифметик қиймати аниқланган. Бу қиймат сув омборидаги шамол тезлигининг ўртacha ойлик қийматини акс эттиради. Агар

хисобий шамол тезлигини топиш керак бўлса, унда графикнинг 2-чизигидан, яъни шамолнинг хисобий тезликларини бирлаштирган овал чизикдан фойдаланилади.



**4-расм. Метеостанция, сув омборида кузатилган ва ҳисобий шамол тезликлари орасидаги боғлиқлик графиги**

Сув омборида кузатувлар олиб борилмаган ҳолларда ундаги шамолнинг ҳисобий тезлигини, таъминланганлигини ва бошқа параметрларини аниқлашда юқорида келтирилган тавсияларни ҳисобга олган ҳолда амалга ошириш лозим. Шамолнинг ҳисобий тезлигини аниқлашда нафақат шамол тезлигининг абсолют қиймати, балким шамолнинг давомийлигини ҳам албатта инобатга олиш талаб этилади, чунки ҳар бир сув омборидаги ҳисобий вақтда шамолнинг камроқ узлуксиз давомийлигига унинг кўпроқ қиймати тўғри келади. Одатда сув омборларида шамолнинг ҳисобий тезлигининг давомийлигини 6 соатга тенг деб олиш тавсия этилади. Амалиётда шамол ҳисобий тезлигининг давомийлиги сув омборининг ўлчамига (тўлқиннинг тарқалиш узунлиги, сув омборининг чуқурлигига) боғлиқ. Албатта шамол ҳисобий тезлигининг давомийлиги тўлқин харакатининг тўлқин бошланган қирғоқдан то тўлқин сўнган қирғоқча бўлган масофани босиб ўтган вақтига (масалан, тўғон учун хавфли шамол – сув омборининг бўйламаси бўйлаб тўғонга қараб йўналган шамолнинг то тўғонгача бўлган масофани босиб ўтишига сарфланган харакатлиниш вақтига) тенг бўлиши назарда тутилган.

Шамол натижасида пайдо бўладиган тўлқинлар гравитацион тўлқинлар тоифасига мансублигини инобатга олиб  $h$  тўлқин баландлигини ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ) эркин тушиш тезланишига,  $Z$  тўлқиннинг тарқалиш узунлигига ва  $V_W$  шамол тезлигига боғлиқ ҳолда аниқланади:

$$h = f(g, Z, V_W).$$

Ўлчов бирликлар назариясидан фойдаланиб, юқоридаги катталиклар орасидаги боғланишни қуидагича ёзамиз:

$$\frac{h}{Z} - A \frac{V_W}{\sqrt{gZ}} = 0. \quad (8)$$

Натижада коэффициентларни аниқлаб түлкін тезлиги учун қуидаги ифодани ёзиш мүмкін:

$$V = A \sqrt{V_w} Z^{0.25}. \quad (9)$$

Түлкіннинг ҳаракатланиш вақти:

$$t_s = \int_0^Z \frac{dZ}{V} = \frac{1}{0,105} \sqrt{V_w} \int_0^Z Z^{-0.25} dZ = \frac{12,7}{\sqrt{V_w}} Z^{0.75} = 0,004 \frac{Z^{0.75}}{\sqrt{V_w}} \quad (10)$$

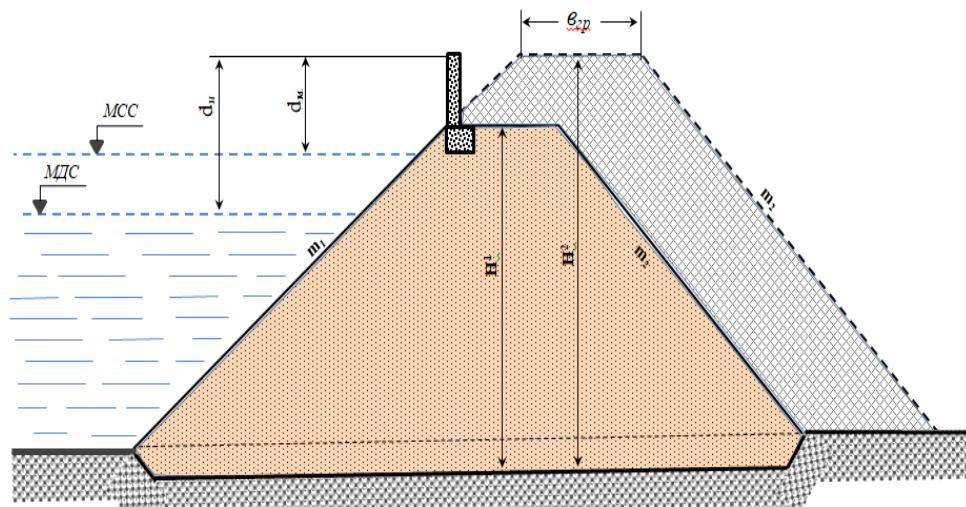
Түлкін баландлигини аниқлаш учун қуидаги ифода таклиф этилган:

$$h_{1\%} = 0,0027 V_w \sqrt{\frac{Z}{g}} \quad (11)$$

Сув омборлари түғонига хавфли йұналишда ҳосил бўладиган түлкіннинг ҳисобий баландлигини аниқлашда ҳар бир сув омбори түғони учун хавфли бўлган йұналиш бўйича (шамолнинг ҳисобий тезлиги, түлкіннинг тарқалиш узунлиги, сув омбори чуқурлиги ва х.к.) тўғри келадиган кўрсаткичлар аниқлангандан сўнг түлкіннинг ҳисобий баландлиги аниқланади. Тўлқин кўрсаткичига таъсир этувчи барча омилларни ҳисобга олган ҳолда топилган тўлқин катталиги сув омборларини лойиҳалашда ва ҳозирги кунда эксплуатация қилиниб келаётган сув омборларининг гидротехник иншоотларининг мустаҳкамлигини аниқ баҳолаш учун хизмат қиласи.

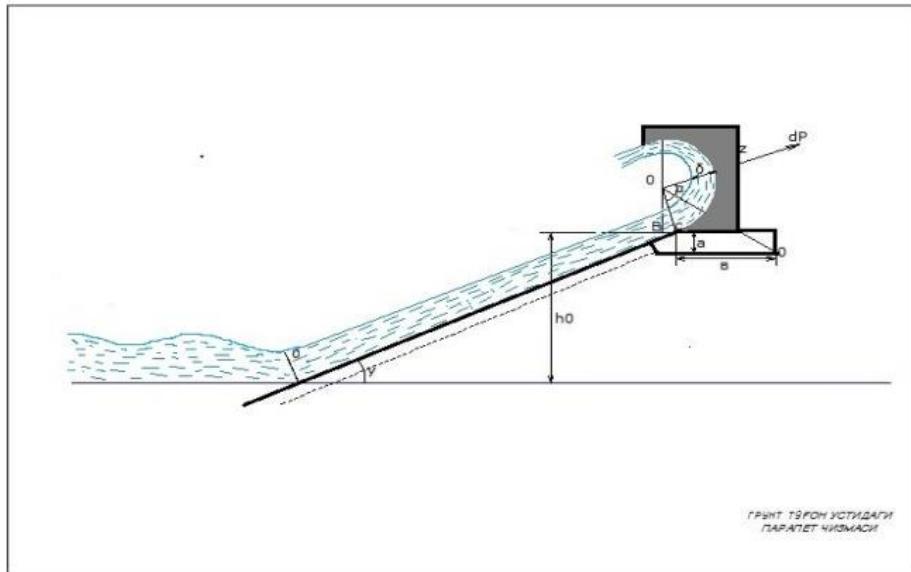
Сув омборларида лойқа-чўкинди ва шамол-тўлқин режимлари натижаларига кўра сув омборлари фойдали ҳажмини оширишда парапетнинг такомиллашган конструкцияси ва уни ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган.

Парапет мураккаб бўлмаган гидротехник иншоот бўлиб, у сув омборлардаги сув сатхининг хавфсиз кўтарилишига имкон беради ва бунинг натижасида сув омборларида қўшимча сув йифиб боришга имконият яратилади (5-расм). Бунинг учун парапетнинг конструктив параметрларини аниқ ҳисобини бажариш иншоотда авария ҳолатини олдини олишга хизмат қиласи.



5-расм. Парапетнинг ўрнатилиш схемаси

Цилиндрик ишчи юзали парапетнинг конструкцияси босимли қияликка уринма йўналиши бўйлаб ўрнатилади ва тўлқин урилиши натижасида тушадиган оғирликни текис таҳсимлайди. У қирғоққа урилувчи тўлқин йўналишини ўзгартирибгина қолмай, сув оқими таъсирини бир неча баробар пасайтириб, сувни юқори қисмга сочилишининг олдини олади (6-расм).



**6-расм. Парапетнинг конструкцияси схемаси**

Парапетга таъсир этувчи куч моменти қирғоққа урилувчи тўлқинларнинг қурилманинг цилиндрик юзаси бўйлаб ҳаракатидан ҳосил бўладиган марказдан қочма куч билан ифодаланади. Сувнинг ҳаракати давомида ҳосил бўладиган юклама қиймати марказдан қочма кучлар билан ифодаланади.

Тўғоннинг устки қисмига парапет ўрнатилганда тўлқин тўғон қиялигидан юқори қисми цилиндр шаклидаги парапетга ўтади. Парапет юқори қисмидаги сув қатламишининг қалинлигини аниқлашда парапет юқори қисмининг бирламчи баландлиги шартли равишда ёрдамчи қияликнинг юқори қисмiga teng қилиб олинади.  $\bar{\varphi}$  бурчак синуси қияликнинг горизонтга нисбати билан аниқланади (6-расм):

$$\sin \bar{\varphi} = \frac{R + R \cos \varphi}{(\pi - \varphi) R} = \frac{1 + \cos \varphi}{\pi - \varphi} \quad (12)$$

Агар уринма тўлқин ҳаракати босимли қиялик бўйлаб тўғон устидан юқорига давом этса, келтирилган қиялик бўйича уринма тўлқин ҳажми ўз ҳолатида қолади ва келтирилган тўлқин баландлиги қуйидагича аниқланади:

$$\frac{\delta_{run} + \delta_x}{2} \frac{h_0}{\sin \varphi} + \frac{\delta_x}{2} \frac{\bar{h}_{run} - h_0}{\sin \bar{\varphi}} = \frac{\delta_{run}}{2} \frac{h_{run}}{\sin \varphi}. \quad (13)$$

бу ерда:  $\delta_x$  - С нуқтадаги сув қатламишининг қалинлиги;

$\delta_{run}$  – босимли қиялик ва унинг давомийлиги бўйича меъёрий димланиш сатҳи(МДС)даги тўлқин баландлиги  $h_{run}$  энг катта бўлган қийматидаги сув қатламишининг қалинлиги.

$$h_{run} = \frac{\delta_{run}(h_{run} \sin \varphi - h_0 \sin \varphi)}{\delta_x \sin \varphi} + h_0 \left(1 - \frac{\sin \varphi}{\sin \bar{\varphi}}\right).$$

бу ерда:  $\delta_x = \delta_{run} \left(1 - \frac{h_0}{h_{run}}\right)$  ҳисобга олинса,

$$h_{run} = h_0 + (h_{run} - h_0) \frac{\sin \bar{\varphi}}{\sin \varphi}. \quad (14)$$

Уринма түлқин ҳажми босимли қияликдаги уринма түлқин ҳажмини  $h_0$  баландликкача ва юқори қисмининг шакли цилиндр юзали парапетта алмашиниб келтирилган қияликдаги ҳажмлардан иборат.

Ҳажм тўғоннинг босимли қиялигига трапеция, келтирилган қияликда учбурчак майдонидан аниқланади. Ҳисоблар парапетнинг 1 метр узунликдаги кесимида ўтказилади.

$$\frac{\delta_0 + \delta_x}{2} \frac{h_0}{\sin \varphi} + \frac{\delta_x}{2} \frac{h_x}{\sin \varphi} = \frac{\delta_{run}}{2} \frac{h_{run}}{\sin \varphi} \quad (15)$$

ёки  $(\delta_0 + \delta_x)l_0 + \delta_x l_x = \delta_{run} l_{run},$

$$\delta_0 = \delta_x \left(1 + \frac{l_0}{l_x}\right) \text{ ҳисобга олинса,}$$

$$\delta_x \left(2 + \frac{l_0}{l_x}\right) l_0 + \delta_x l_x = \delta_{run} l_{run}$$

Босимли ва келтирилган қияликлардаги түлқин баландлигини  $h_0 + h_x$  эътиборга олиб, сув қатламишининг  $\delta_x$  қалинлиги қуидагича аниқланади:

$$\delta_x = \frac{\delta_{run} l_{run} l_x}{(l_0 + l_x)^2}. \quad (16)$$

бу ерда:  $l_0 = \frac{h_0}{\sin \varphi}$  - МДС сатхидан парапетгача бўлган қиялик узунлиги;

$l_x = \frac{h_x}{\sin \varphi}$  ва  $l_{run} = \frac{h_{run}}{\sin \varphi}$  – тўғоннинг босимли қияликларида ва келтирилган қияликдаги уринма түлқин узунлиги.

Парапетга уринма түлқин таъсиридаги элементар кучнинг ағдарувчи моменти қуидагига teng (парапетнинг 1 метр узунликдаги кесими учун):

$$dM = \frac{dm v_x^2}{R} ((h_\infty + a) \sin(\alpha + \varphi) - (b - l_\infty) \cos(\alpha + \varphi)). \quad (17)$$

бу ерда:  $dm = \rho \delta R d\alpha$  – сув элементар массаси.

Сув қатлами қалинлиги  $\delta$  ни қуидаги боғланиш орқали топамиз:

$$\delta = \frac{\delta_x}{h_x} (h_x - h_0 - h_\alpha). \quad (18)$$

бу ерда:  $\delta_x$  - МДС даги қияликга уринма түлқиннинг  $h_x$  сув қатлами қалинлиги.

Сув қатлами қалинлиги  $\delta_x = \frac{\delta_{чип} \bar{h}_{чип}}{h_x}$  teng.

бу ерда:  $\bar{h}_{чип} = h_0 + (h_{чип} - h_0) \frac{1 + \cos \varphi}{(\pi - \varphi) \sin \varphi}$  келтирилган уринма түлқин

бу ерда:  $\delta_{\text{чип}}$  ва  $h_{\text{чип}}$  - сув қатлами қалинлиги ва қияликга уринма тўлқиннинг максимал қиймати.

Сув қатлами қалинлиги  $\delta_{r\text{ип}}$  қуйидаги боғланиш орқали аниқланади:

$$\delta_{r\text{ип}} = \frac{0,1\rho_a \bar{h}_{r\text{ип}} \sqrt{1+ctg^2\varphi}}{\rho g [(\bar{h}_{r\text{ип}} + z_2) \sqrt{1+ctg^2\varphi} - 0,0325L_\alpha]}. \quad (19)$$

$h_\alpha$  ва  $l_\alpha$  кесимлар қуйидаги боғланишлар орқали аниқланади:

$$h_\alpha = R[\cos\varphi - \cos(\alpha + \varphi)]; \quad l_\alpha = R[\sin(\alpha + \varphi) - \sin\varphi]$$

Энергиянинг сақланиш қонунидан фойдаланиб,  $v_x^2$  ни қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

$$v_x^2 = \frac{2}{3}g\bar{h}_{r\text{ип}} - \frac{2}{3}gh_x = \frac{2}{3}g(h_{r\text{ип}} - h_x). \quad (20)$$

Ағдарилмаслик моментини аниқлаш учун (17) ифодани интеграллаб, парапетнинг ҳар бир узунлик бирлигидаги юкламаси учун ( $h_x \leq h_o + R(1 + \cos\varphi)$  шарт ўринли бўлса) қуйидагича аниқланади (0 дан  $\alpha$  оралиғида):

$$\begin{aligned} M = \frac{1}{3}g\rho\delta_{\text{чип}}\bar{h}_{\text{чип}} & \left( \frac{\bar{h}_{\text{чип}}}{h_x^2} - \frac{1}{h_x} \right) \left\{ \frac{(h_x - h_o)^3}{R} + \left( \frac{a}{R} - \cos\varphi \right) (h_x - h_o)^2 \right. \\ & + \left[ \frac{l_\alpha^2}{R} - \frac{bl_\alpha}{R} + (l_\alpha + b + R\sin\varphi)\sin\varphi \right] (h_x - h_o) \\ & \left. + l_\alpha(b + R\sin\varphi)\cos\varphi - Ra(b + R\sin\varphi) \right\}. \end{aligned} \quad (21)$$

Агар  $h_x \geq h_o + R(1 + \cos\varphi)$  шарт ўринли бўлса, қуйидагича аниқланади (0 дан  $\pi - \varphi$  оралиғида);

$$M = \frac{1}{3}g\rho\delta_{\text{чип}}\bar{h}_{\text{чип}} \left( \frac{\bar{h}_{\text{чип}}}{h_x^2} - \frac{1}{h_x} \right) [C(h_x - h_o) - D]. \quad (22)$$

бу ерда:  $C=2 [(a + R)(1 + \cos\varphi) + b\sin\varphi];$

$$D = R[2R\cos\varphi(1 + \cos\varphi) + a(1 + \cos\varphi)^2 + b\sin\varphi\cos\varphi + (b + R\sin\varphi)(\pi - \varphi)].$$

Қиялиқдаги ва парапетдаги уринма тўлқиннинг момент  $M$  кўрсаткичи қуйидагича ўзгаради:

агар  $h_x \leq h_o$  бўлса, у ҳолда  $M=0$ , бунда парапетга сув таъсир этмаётган бўлади;

агар  $h_x \leq h_o \leq \bar{h}_{\text{чип}}$  бўлса, унда  $M$  нинг бошланғич қисми манфий, сўнгра ҳисобий катталиқ, уринма тўлқин тезлиги камайиши ҳисобига камайиб боради.

Агар  $h_x = \bar{h}_{\text{чип}}$ ,  $M=0$  га teng бўлса, уринма тўлқин нолга teng бўлади. Ҳисоблашда момент максимал қийматига teng деб қабул қилинади.

$h_x$  катталик ( $h_x \geq h_o + R(1 + \cos\varphi)$ ) ушбу шартда максимал катталик қуидаги  $\frac{dM}{dh_x} = 0$  ҳисобланади ва натижада қуидаги ифода олинган:

$$(h_x)_{\text{макс}} = \frac{2\bar{h}_{\text{чип}}(Ch_o + D)}{C(\bar{h}_{\text{чип}} + h_o) + D}. \quad (23)$$

Таклиф этилган парапетнинг афзалиги шундан иборатки, шамол таъсирида сочилаётган сувларни тўғон усти ва қуи босимсиз қияликларга ўтишининг олдини олади ҳамда сув омбори фойдали ҳажмини ошириш имкониятини яратади.

Диссертациянинг “Сув омборларидан самарали фойдаланишнинг иш режимини ишлаб чиқиши” деб номланган тўртинчи бобида сув омборлари сув балансига таъсир этувчи омилларни баҳолаш ва сув омборларининг энг мақбул иш режимини ишлаб чиқишига доир тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Дастлаб сув омборини таъминловчи дарё бўйича 20-30 йиллик гидрологик кузатув маълумотлари асосида сув оқимининг ўзгариши ўрганиб чиқилди ва шу йиллар ичидан сув кўп бўлган, ўртача ва кам сувлилари саралаб чиқилди. Сўнгра шу йиллардаги сув омборини ўн кунлик сув балансининг кирим ва чиқимни ташкил этувчилари ҳисобланди. Барча маълумотлар йиғилгандан сўнг сув омборини самарали тўлдириш ва бўшатиш учун диспетчерлик графиги тузилган. Диспетчерлик графиги сув омборини тўлдириш ва сув беришни чегаралаш чизиқларидан иборат деб қаралган.

Сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиги қуидаги аниқланган. Дастлаб сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизигини тузиш керак ва кейин бу график асосида сув омборини тўлдириш зарур. Сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизигининг ординаталарини аниқлаш учун ўн кунликлар бўйича сувнинг қуилиши ва чиқиши устидан кузатув олиб бориш зарур ва шу кузатув маълумотлари асосида сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизигининг ординаталари қуидаги боғланиш орқали аниқланади:

$$W_j = W_{m_{jla}} - S_{max} + \sum_{i=1}^j (A \sum K - \sum \chi). \quad (24)$$

бу ерда:  $W_j$  - тўлдиришни чегаралаш чизиги бўйича  $j$  – ўн кунлик охиридаги сув омборининг ҳажми млн. м<sup>3</sup>;  $j = 1, 2, 3, \dots, 36$  (ўн кунликлар сони);

$W_{m_{jla}}$  - сув омборининг тўла ҳажми, млн. м<sup>3</sup>;

$S_{max} = \sum_{i=1}^k (A \sum K - \sum \chi)$  – йиғиндининг йил мобайнидаги максимал қиймати,

яъни йиғилган сувни йил бошидан эришган максимал ҳажми, млн. м<sup>3</sup>;

$$A = \frac{W_\sigma}{W_k}$$

$k$  – йиғинди максимал қийматга эришган декада рақами;

$W_\sigma$  – ҳисобий йилга башпорат қилинган йиллик оқим ҳажми, млн. м<sup>3</sup>;

$W_k$  - кўп йиллик ўртача оқим ҳажми, млн. м<sup>3</sup>;

$\sum K$  - ўтган йиллар қузатувлари бўйича ўн кунлиқда сув омборига ўртача қуиши, млн. м<sup>3</sup>;

$\sum \mathcal{Y}$  - режа бўйича ўн кунлик мобайнида сув чиқиши, млн. м<sup>3</sup>.

Ўн кунликлар бўйича ўртача қуиши  $\sum K_j$  - ни кўп йиллик ўртача қуишига эга бўлган йилдан олса бўлади.

Ушбу чизикнинг кўтарилаётган қисми сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиги сифатида қабул қилинган (7-расм).

Сув чиқаришни чегаралаш чизиги қуидагича аниқланган. Камсувли йилларнинг вегетация даврида сув омборида йифилган сувни тежамкор сарфлаш мақсадида сув чиқаришни чегаралаш чизиги қурилади, у сув танқислигини вегетация даврига текис тақсимлаш ва истеъмолчиларнинг бу танқисликдан келадиган зарарини камайтириш имконини беради.

Сув омборидаги сувни чиқариш учун эса дастлаб сувни чиқаришни чегаралаш чизигини тузиш ва кейин шу график асосида сув омборидаги сувни чиқариш зарурлиги асосланган. Сув омборидаги сувни чиқаришни чегаралаш чизиги ординаталари қуидаги боғланиш орқали аниқланади:

$$W_j = W_0 - S_{min} + \sum_{i=1}^j (A \sum K - \sum \mathcal{Y}). \quad (25)$$

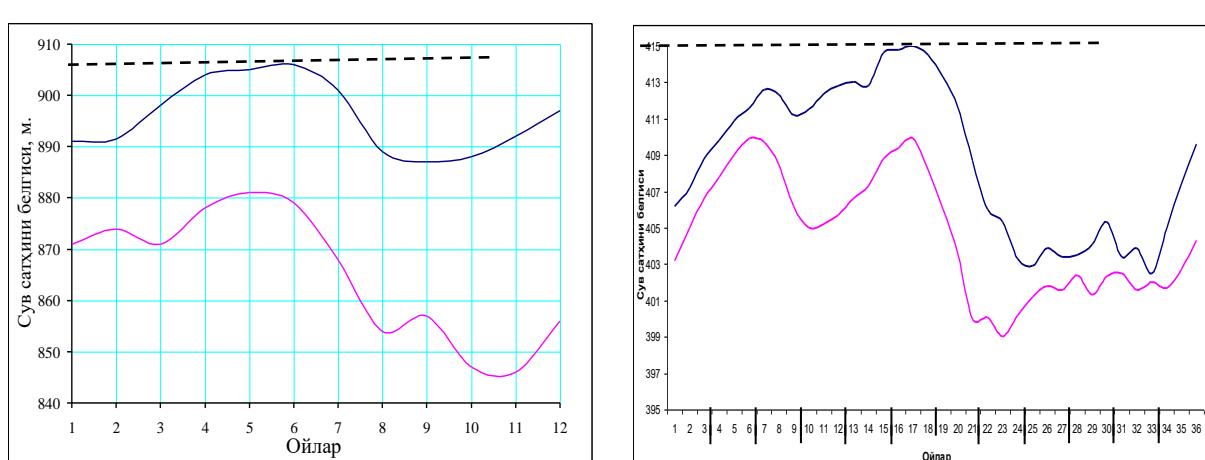
бу ерда:

$W_j$  - сув чиқаришни чегаралаш чизиги бўйича  $j$  – ўн кунлик оҳиридаги сув омборининг ҳажми, млн. м<sup>3</sup>;  $j = 1, 2, 3, \dots, 36$  (ўн кунликлар рақамлари);

$W_0$  - сув омборининг ўлик ҳажми, млн. м<sup>3</sup>;

$S_{min} = \sum_{i=1}^k (A \sum K - \sum \mathcal{Y})$  – йифиндининг минимал қиймати, яъни сув омбори ҳажмининг йил мобайнида максимал камайиши;

$k$  – йифинди минимал кийматга эришган декада рақами.



**7-расм. Андижон ва Жанубий Сурхон сув омборларини самарали тўлдириш ва бўшатиш графиги**

Таклиф этилган, Андижон, Жанубий Сурхон сув омборларини тўлдиришни чегаралаш чизигидан ҳар қандай йил учун фойдаланиш мумкинлиги тадқиқотлар асосида асосланган. Бунда ҳисобий йилгача сув омбори ҳажмининг лойқаланган қисми  $VW$  ни ҳисобга олиш керак. Сув омборининг ишлаш тартиботи ана шу график асосида олиб борилади, яъни уни тўлдирганда ёки бўшатганда юқори бъефдаги сув сатҳи белгиси кўрсатилган вақтда диспетчерлик графигидаги икки эгри чизик орасида бўлиши керак. Йилнинг барча гидрологик ўзгарувчи шароитларини ҳисобга олган ҳолда тузилган диспетчерлик графигидан фойдаланиш барча истеъмолчиларни ишончли равишда сув билан таъминлаш, сув кўп бўладиган йилларда ортиқча сув беришларидан мустасно ҳолда авария ҳолатларининг олдини олиш имкониятини яратади.

Диссертациянинг “**Тадқиқот натижаларини амалиётда фойдаланиш бўйича тавсиялар**” деб номланган бешинчи бобида тадқиқот натижаларидан амалиётда фойдаланиш бўйича тавсиялар келтирилган.

Тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш қуйидаги тартибда амалга оширилади:

*а) Сув омборлари фойдали ҳажмининг ўзгаришини баҳолаи бўйича.*

Сув омборларидан самарали фойдаланишнинг иш режимини ишлаб чиқишида, иншоотларни хавфсиз эксплуатация қилишда сув омборида сақланаётган сув ҳажми тўғрисида аниқ маълумотларга эга бўлиш лозим. Бу ҳажм сув омборининг ҳар йилги эксплуатацияси натижасида лойқа-чўқиндилар чўкиши ҳисобига камайиб боради. Бир йил ичida сув омборларида миллионлаб кубометр лойқа-чўқиндилар тўпланиши мумкин.

Тавсия этилаётган усул орқали сув омборлари фойдали ҳажмининг камайишини ҳисоблашда, сув омборлари эксплуатацияси давридаги сув балансини ташкил этувчилари, яъни кирувчи ва чиқувчи сув миқдорлари йиғиндиси ҳамда ушбу йилларнинг охирги ойларидаги сув сатҳларидан фойдаланилари ва тадқиқот ишида келтирилган (14),(16) ифодалар орқали аниқланади.

*б) Сув омборлари шамол-тўлқин режими параметрларини аниқлаш бўйича.*

Сув омборлари шамол-тўлқин режими параметрларини аниқлаш учун сув омборларидаги кузатув маълумотларидан фойдаланилари, агар сув омборларида кузатув маълумотлари бўлмаса унинг яқинида жойлашган метеостанцияда олиб борилган маълумотлардан фойдаланилари. Бунда сув омбори билан метеостанциядаги шамол тезликлари ўртасидаги корреляцион боғланиш қиймати текшириб кўрилади. Корреляцион коэффициент сув омбори ҳамда метеостанцияда бир вақтда кузатилган шамол тезликлари бўйича аниқланади. Таклиф этилган усуллардан фойдаланиш қуйидаги тартибда амалга оширилади:

келтирилган  $V_{W_{XIC}} = A(-\ln P_{XIC})^m$  формуладаги параметрларни аниқлаш учун метеостанцияларда олиб борилган барча йўналишлардаги кузатув

маълумотларидан эмас, сув обори тўғонига хавфли бўлган йўналишдаги шамол тезликларининг кўп йиллик маълумотларидан фойдаланилади;

шамол давомийлиги тўлқиннинг тарқалишидаги ҳаракат вақтига тенглигини назарда тутиб, (10) формула орқали аниқланади;

тўлқиннинг ҳисобий баландлигини аниқлаш учун сув омборларини ўлчамлари ва метеостанциядаги кузатувлар натижасида олинган шамол тезликлари бошланғич маълумот бўлиб хизмат қиласи;

тўлқиннинг тарқалиш узунлиги бўйича (ўша йўналишдаги шамолнинг ҳисобий тезлигини аниқлаган ҳолда) 1% ли таъминланганликдаги тўлқин баландлиги ҳисобланади ва ушбу ҳисобланган катталик тўлқиннинг ҳисобий баландлиги сифатида қабул қилинади.

Ҳисоблашларни тезкор амалга ошириш учун сув омборлари худудидаги шамол-тўлқин режими элементларини ҳисоблашнинг компьютер дастури яратилди. Тўлқин кўрсатгичига таъсири этувчи барча омилларни ҳисобга олган ҳолда топилган тўлқин катталиги сув омборларини лойихалашда ва хозирги кунда эксплуатация қилиниб келаётган сув омборларининг гидротехник иншоотларининг мустаҳкамлигини аниқ баҳолаш учун хизмат қиласи.

*в) Сув омборларида фойдали ҳажмини ошириши бўйича.*

Сув омборларининг йўқотилган фойдали ҳажмини қайта тиклаш чоратадбирларидан бири сув омбори тўғони устига парапет қурилмасини ўрнатиш орқали амалга оширилади. Сув омборлари фойдали ҳажмини оширишда мураккаб бўлмаган иншоот ҳисобланган парапетдан фойдаланиш иқтисодий самарадор ҳисобланади. Парапет сув омборлардаги сув сатҳининг кўтарилишига изн беради ва сув омборларида қўшимча сув йиғиб боришига имконият яратади.

Сув омборидаги гидравлик ва гидрологик жараёнларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларидан фойдаланиш даврида фойдали ҳажмини ошириш учун таклиф этилган парапетнинг янги конструкцияси ва унинг ҳисоблаш усуслари қўйидаги сув омборларида фойдаланиш учун тавсия этилган.

Каттақўрғон сув омборида ҳисоблар натижасига кўра Каттақўрғон сув омборига ўрнатиладиган парапетнинг ўлчамлари  $R=0,7$  м ва  $h_0=1,75$  м бўлганда мустаҳкамлиги асосланган. Шу сабабли сув омборининг сув сатҳини меъёрий димланиш сатҳига нисбатан яна 0,5 м га кўтариш мумкин.

Таклиф қилинаётган парапетни ўрнатгач сув сатҳини кўтарилиши натижасида сув омборининг фойдали ҳажми 39,75 млн.  $m^3$  га ортади.

Жиззах сув омборида ўрнатиладиган парапет ҳисоби бўйича ўлчамлари  $R=0,6$  м ва  $h_0=1,3$  м бўлганда иншоотдан фойдаланиш мумкин. Сув омборининг сув сатҳини меъёрий димланиш сатҳига нисбатан яна 1,8 м кўтариш мумкин бўлади. Сув сатҳини кўтариш натижасида сув омборининг фойдали ҳажмини 22,3 млн. $m^3$  га ошириш мумкин.

*г) Сув омборларидан самарали фойдаланиши бўйича.*

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида таклиф этилган сув омборларидан самарали фойдаланишда сув омборларидаги гидравлик ва

гидрологик ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда сув омборларини энг мақбул түлдириш ва бўшатиш усулидан фойдаланишда дастлаб сув омборларини таъминловчи дарёларнинг гидрологик режими ўрганилиб, улардаги ўзгаришлар асосланади. Сув омборлари сув балансининг кирим ва чиқимини ташкил этувчилари аниқланади. Барча маълумотлар тўплангандан сўнг сув омборларини самарали тўлдириш ва бўшатишдаги сув омборларини тўлдириш ва сув беришни чегаралаш чизикларининг ординаталари таклиф этилган (24), (25) формулалар ёрдамида ҳисобланади. Ҳисоблашларни тезкор амалга ошириш учун сув омборлари иш режимини тартибга солишининг дастури ишлаб чиқилди.

Тадқиқот натижаларининг сув омборларини эксплуатация қилишдаги амалий аҳамияти шундаки, уларда учраб турадиган носозликларни, авария ҳолатларини олди олинниб, сув омбори эксплуатацияси ишончлилиги ортади, сув омбори захирасидаги сувдан эса самарали фойдаланишга ва истеъмолчиларни кафолатли сув билан таъминлашга эришилади.

## ХУЛОСАЛАР

**“Сув омборларидан фойдаланишнинг гидравлик ва гидрологик режимини такомиллаштириш”** мавзусидаги докторлик (DSc) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хуносалар тақдим этилди:

1. Тоғ, тоғолди ва текисликдаги сув омборларини иш режимига бағишлиланган маълумотларнинг аналитик таҳлили асосида сув омборларида лойқа-чўқиндилар миқдори лойиҳадагига нисбатан ўрта ҳисобда 1,5-3 маротаба ортиқлиги кузатилди. Сув омборларида лойқаланиш жараёнларини баҳолашда оқим ўзгарувчанлигини инобатга олиш зарурати асосланди.

2. Сув омборларидаги гидравлик ва гидрологик жараёнларни инобатга олиб сув омбори фойдали хажми ўзгарувчанлигини аниқлаш усули такомиллаштирилди ва сув омбори фойдали хажмини ҳисоблашни дастури ишлаб чиқилди.

3. Сув омборларидаги гидравлик ва гидрологик жараёнларни баҳолашда ГАТ технологияларини қўллаш асосида сув омбори ҳавзасининг электрон харитаси тузилди. Бу эса сув омборларида юзага келадиган гидравлик ва гидрологик жараёнларни тезкор аниқлаш ҳамда лойқаланиш миқдорини прогноз қилиш имконини яратади.

4. Сув омборида шамол режими характеристикасини аниқлаш учун сув омборларида кузатувлар олиб борилмаган ҳолатларда унга яқин жойлашган метеостанция маълумотларидан фойдаланиш усуслари ишлаб чиқилди ва сув омборлари ҳудудларидаги шамолнинг ҳисобий параметрларини аниқлаш ва башоратлаш имконияти яратилди. Бу эса гравитацион тўлқиннинг таъсирини баҳолаш имконини беради.

5. Олиб борилган табиий дала тадқиқотлари асосида сув омбори ҳудудидаги метеорологик маълумотларга таяниб гравитацион тўлқин

параметрларини аниқлаш усули такомиллаштирилди. Такомиллаштирилган усул асосида тўлқин зарбини камайтирувчи иншоот-парапет параметрларини асослаш имконини яратади.

6. Сув омборларини гравитацион тўлқинлар таъсиридан ҳимояловчи иншоотнинг конструктив параметрлари асосланди ва ҳисоблаш усули ишлаб чиқилди. Бу эса иншоотга таъсир кўрсатувчи тўлқин зарбини камайтириш ва фойдали ҳажмини ошириш имконини яратади.

7. Сув омборларидаги метеорологик, гидравлик ва гидрологик жараёнларни инобатга олиб (шамолнинг ҳисобий тезлиги, тўлқиннинг тарқалиш узунлиги, сув омбори чуқурлиги ва ҳ.к ), сув омбори тўғонига хавфли йўналишда ҳосил бўладиган тўлқиннинг ҳисобий баландлигини аниқлаш усули таклиф қилинди. Тўлқин кўрсатгичига таъсир этувчи барча омилларни ҳисобга олган ҳолда топилган тўлқин баландлиги сув омборларидан ишончли фойдаланиш имкониятини оширади.

8. Сув омборларидаги тўлдириш ва бўшатишни энг мақбул гидравлик ва гидрологик режими сув истеъмоли талабларини инобатга олиб такомиллаштирилди ва ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилди. Такомиллаштирилган усул сув ресурсларидан самарали фойдаланишни 10-15 фоиз яхшилашга имкон яратади.

9. Кўп йиллик тадқиқотлар таҳлили асосида, йил бошида тезкор суратда, барча гидрологик ўзгарувчи шароитларини ҳисобга олган ҳолда сув омборларидан сув беришни диспетчерлик графигини ишлаб чиқиши усули таклиф этилди. Ишлаб чиқилган диспетчерлик графигидан фойдаланиш барча истеъмолчиларни ишончли равишда сув билан таъминлаш имконини беради. Сув кам бўлган йилларда эса сувни иқтисодий зарар энг кам бўладиган қилиб, қайта тақсимлаш ҳисобига, чегараланган миқдорда сув беришни салбий таъсирини олдини олади. Сув кўп бўладиган йилларда диспетчерлик графиги ортиқча сув беришларни олдини олади ва сув омборидан хавфсиз фойдаланиш имкониятини яратади.

10. Тадқиқот натижаларини татбиқ этиш самарадорлиги қуйидаги кўрсатгичлардан ташкил топган: тавсия қилинаётган усуллар орқали сув омборларидан фойдаланиш даврида лойқа-чўкиндиларни миқдорини аниқ баҳолаш ва сув омбори фойдали ҳажмини ошириш имконияти яратилади. Жумладан таклиф қилинаётган парапетни ўрнатгач Каттақурғон сув омборининг фойдали ҳажми 39,75 млн.  $m^3$  га, Жиззах сув омборининг фойдали ҳажмини 22,3 млн. $m^3$  га ошириш имконияти яратилади.

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

---

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И  
ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ  
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ГАППАРОВ ФУРКАТ АХМАТОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И  
ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ПРИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**05.09.07 - Гидравлика и инженерная гидрология**

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

**Ташкент - 2020**

**Тема докторской диссертации по техническим наукам (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2019.3.DSc/T317.**

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем и Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (resume)) размещен на веб-странице научного совета по адресу ([www.tiiame.uz](http://www.tiiame.uz)) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz))

**Научный консультант:**

**Арифжанов Айбек Мухамеджанович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Файзиев Хамидхон**  
доктор технических наук, профессор

**Хужаев Исматилла Кушаевич**  
доктор технических наук, профессор

**Жонкобилов Улугмурод Умбарович**  
доктор технических наук

**Ведущая организация:**

**Национальный Университет Узбекистана**

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» 2020 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSC. 03/30.12.2019. Т.10.02 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по адресу: 100000, г. Ташкент, ул. Кары-Ниязова д.39, тел. +99871-237-22-09; факс: +99871-237-54-79; e-mail: [admin@wwwtiiame.uz](mailto:admin@wwwtiiame.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (регистрационный номер №\_\_\_\_\_). Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары-Ниязова д. 39, тел. +99871-237-19-45 e-mail: [admin@wwwtiiame.uz](mailto:admin@wwwtiiame.uz)).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_\_\_» 2020 года.  
(протокол рассылки №\_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» 2020 г.)

**Т.З.Султанов**

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

**А.А.Янгиев**

Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**Д.Р.Базаров**

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

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации)**

### **Актуальность и востребованность темы диссертации.**

В мире научных исследований по регулированию стока рек с помощью водохранилищ является одним из важнейших задач комплексного использования водных ресурсов. Особое внимание уделяется эффективной и надёжной эксплуатации существующих водохранилищ, научному обоснованию оптимальных режимов работы, равномерному обеспечению водой всех водопотребителей в вегетационный период, разработке усовершенствованных методов увеличения утраченных полезных объёмов водохранилищ в период эксплуатации. При решении этих задач особое внимание в таких странах, как США, Австралия, Нидерланды, Дания, Австрия, Великобритания, Германия, Китай, Россия, Канада, Узбекистан и в других развитых странах уделяется вопросам разработки оптимальных режимов работы водохранилищ с применением гео-информационных технологий, математического моделирования, позволяющих определить заиление полезного объёма водохранилищ и обеспечить их надёжную эксплуатацию.

В мире значительное внимание уделяется выполнению целенаправленных научно-исследовательских работ по разработке эффективных и надёжных технологий, включающих в себя методы рациональных режимов эксплуатации водохранилищ и уменьшения антропогенной нагрузки на весь речной бассейн. В настоящее время одной из основных задач считается усовершенствование методов гидравлического и гидрологического режимов при эффективной и надёжной эксплуатации водохранилищ. Определение расчётной высоты волны, изменение полезного объема водохранилища с учётом параметров водного баланса, увеличение полезного объема являются одними из важнейших вопросов.

В настоящее время в Республике Узбекистан проводятся планомерные работы по строительству новых и повышению эффективности существующих водохранилищ, продолжительности срока службы сооружений и обеспечение их надёжной эксплуатации, осуществление эффективного наполнения и сработки, предотвращение негативных явлений при формировании берегов, создание новых методов и усовершенствование существующих гидравлических расчётов, способствующие определить и уточнить природные факторы, влияющие на эффективное использование водных ресурсов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы, одной из актуальных задач является решение вопросов по "...развитию мелиорации и ирригационных объектов для повышения конкурентоспособности национальной экономики"<sup>1</sup>. Особое внимание придают задачам проведения научно-исследовательских работ, направленных на разработку надежных,

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан “О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан” от 7 февраля 2017 года № УП 4947.

эффективных и научно-обоснованных методов управления водохранилищами с учетом водности года и изменения его емкости, изменения гидрологического режима реки под воздействием зарегулированного стока и их влияние на водозаборы, разработка методов расчета, представляющих научное и практическое значение.

Исследования по данной диссертации способствуют выполнению конкретных задач, определенных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года ПФ-4947 “О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”, от 17 апреля 2018 года ПФ-5418 “О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления сельским и водным хозяйством”, в Постановлениях от 25 сентября 2017 года ПП-3286 “О мерах по дальнейшему совершенствованию системы охраны водных объектов”, от 27 ноября 2017 года ПП-3405 «О государственной программе развития ирригации и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель на период 2018-2019 годы», также в других нормативно-правовых документах, имеющих отношение к данной деятельности.

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

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.** В мировой практике ведутся научно-исследовательские работы по усовершенствованию гидравлического и гидрологического режима водохранилищ, эффективной и безопасной их эксплуатации.

Существующие в этой области исследования отражены ведущими научными центрами и высшими учебными заведениями: Институт исследований водных ресурсов при Государственном университете Северной Каролины, Технический центр Государственного университета Юта, US Bureau of Reclamation (США), Департамент географии и региональных исследований Государственного университета Вены (Австрия), Институт географии при университете Берна (Швейцария), Университете Вагиненгена (Голландия), University of Southampton (Великобритания), Научно-исследовательский институт предотвращения угрозы при Университете Киота (Япония), Национальный фонд Швеции по научным исследованиям (SNSF), Водное агентство Японии, Университет Ганновера (Германия), Государственный институт гидрологии и Институт водных проблем (Россия), Институт водных проблем (Таджикистан), Национальный Университет Узбекистана, Ташкентский институт инженеров

---

<sup>2</sup>Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации

<https://www.researchgate.net/publication>; <http://www.enr.colostate.edu/>; Kantoush S.A., et all. Impacts of sediment replenishment below dams on flow and bed morphology of river. CZMRD LLC – 2010, P.285-303; <https://link.springer.com/article/>; <https://www.usa.gov/federal-agencies/bureau-of-reclamation>; <https://scienceproblems.ru/>; <https://www.springer.com/gp> и других источников.

ирригации и механизации сельского хозяйства, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем (Узбекистан).

В результате проведенных исследований по методам расчёта управления стоком реки, забора воды из реки, деформации русла и регулирования русла получен ряд результатов: построена модель гидравлического режима и транспорт наносов в сложных системах каналов и потока реки, разработаны морфологические карты (DHI Water and Environment, Дания), разработаны методы предсказания воздействия водохранилища на изменение гидрологического режима реки (Университет Колорадо, США), разработаны технологии основанные на новых материалах обеспечения безопасности водохранилищ и плотин (Государственный университет Женевы), смоделировано формирование морфологии русла гидротехнических сооружений плотин и реки (Венский университет, Австрия; HULL и Университет Southampton, Великобритания; Водное агентство Японии), разработана концепция рационального управления речных стоков (Department of Geomatic Engineering, Kwame Nkrumah University of Science & Technology, Гана).

В мире проводится ряд исследований по совершенствованию мероприятий, разработанных для управления стоком рек и смягчения влияния антропогенной нагрузки и на процессы, происходящие в руслах и бассейнах водохранилищ. Приоритетными направлениями являются: изменение полезного объёма водохранилищ на различных территориях, оценка гидравлических и гидрологических процессов в водохранилищах. Определение параметров ветро-волнового режима и гравитационной волны водохранилища, разработка конструктивных решений по увеличению полезного объёма, разработка методов определения оптимального гидравлического и гидрологического режима наполнения и сработки водохранилищ.

**Степень изученности проблемы.** В настоящее время проведены научные исследования А.Б.Авакяном, С.Т.Алтуниным, М.А.Великановым, А.В.Караушевым, А.Н.Гостунским, К.И.Россинским, И.А.Кузьминым, И.И.Леви, М.А.Мостковым, И.А.Молдовановым, Г.И.Шамовым, И.А.Шнеером В.Г.Санояном, В.С.Лапшенковым, А.М.Мухамедовым, К.Ш.Латиповым, И.А.Бузуновым, Ф.Ш.Мухамеджановым, Х.А.Исмагиловым, В.А.Скрыльниковым, Э.Ж.Махмудовым, А.М.Арифжановым, Ф.Хикматовым, М.Р.Икрамовой по изучению влияния водохранилищ, наполнение их наносами, расчёт водного баланса и проблем потери воды и другими учёными получены положительные результаты.

В научно-исследовательских работах Л.Е. Анапольской, Б.И. Белескова, М.Р.Бакиева, М.С.Кожевниковой, А.Кандакова, А.К.Митропольского, Е.Я.Фроликовой, И.В.Осадчей, В.В.Перепелкиной, В.А.Скрыльникова, А.Х.Садикова и других освещены проблемы ветрово-волнового режима водохранилищ, параметры волн, возникающие от влияния ветра и эксплуатации водохранилищ. Получены различные эмпирические

зависимости по определению параметров волны, возникающие от воздействия ветра.

В работах научных ученых А.Б. Авакяна, А.Е. Асарина, К.Н.Бестужевой, А.М.Резниковского, В.П.Салтанкина, К.М.Берковича, В.Ф.Бреховского, А.В.Караушева, А.М.Мухамедова, О.А.Каюмова, А.Б.Китаева, Ю.М.Матарзина, Д.А.Никифоровой, Я.Ф.Плешкова, Ш.Р.Позднякова, Л.В.Потаповой, М.Я.Прыткова, А.Д.Саваренского, В.П.Салтанкина, С.Х.Таглави, В.А. Шарапова, Ю.Н.Шавниной, В.И.Штефана, К.К.Эдельштейна, D.W.Baker, B.P.Bledsoe, C.M.Albano, N.L.Poff, G.Williams, R. Poepll, S.A.Kantoush, Y.G.Lai, B.N.Eustis, D.S. van Maren, S.Heaven, T.Tanton, D.Rycroft и других рассмотрены различные режимы работы водохранилищ.

В настоящее время недостаточно уделено внимания вопросам применения современных новых информационных технологий в разработке теоретических основ улучшения эффективного режима работы водохранилищ и водообеспечения потребителей. Недостаточно изучены проблемы, такие как, разработка оптимального режима работы водохранилища и эффективного наполнения и сработки, на основе этого режима создание конструктивных решений. Увеличение полезного объёма и усовершенствование методов расчёта их элементов.

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП) по темам: № 3/2007 “Разработка рекомендаций по составлению дисперчерских графиков оптимального наполнения и сработки водохранилищ на трансграничных и местных рек” (2007-2008), № 12/2009 “Разработать рекомендации по улучшению эксплуатации водохранилищ на основе данных натурных наблюдений” (2009), № 10/2010 “Разработка обновленных правил эксплуатации водохранилищ (на примере Каттакурганского водохранилища)” (2010), №10/2010 “Разработка обновленных правил эксплуатации Южно-Сурханского водохранилища” (2010), № 4/2011 “Разработка обновленных правил эксплуатации малых водохранилищ при бассейновом управлении ирригационных систем Нарын-Сырдарья” (2011), № 16/2011 “Разработка обновленных правил эксплуатации малых водохранилищ при бассейновом управлении ирригационных систем Аму-Кашкадарья” (2011), № 9/2012 “Разработка обновленных правил эксплуатации Тусунсайского и Карагултепинского водохранилищ” (2012), №8/2012 “Разработка обновленных правил эксплуатации Каркидонского водохранилища” (2012), № 6/2013 “Разработка обновленных правил эксплуатации Андижанского водохранилища” (2013), № 3/2013 “Разработка обновленных правил эксплуатации Ташкентского водохранилища” (2013), № КХА-7-083-2009 “Повышение эксплуатационной надежности водохранилищ сезонного регулирования на основе учета технических и экологических факторов” (2009-2011), № КХА-7-024-2012 “Разработка научно

обоснованных рекомендаций по повышению полезного объёма и надежности сооружений ирригационных водохранилищ” (2012-2014) и № КХА-7-021-2015 “Разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости гидротехнических сооружений длительно эксплуатируемых водохранилищ” (2015-2017) и планов научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства “Разработка научно обоснованных рекомендаций эффективной эксплуатации ирригационных систем, гидротехнических сооружений и водохранилищ”, 1.15. “Разработка научно обоснованных рекомендаций по увеличению полезного объёма сезонно регулируемых водохранилищ”.

**Целью исследований** является усовершенствование гидравлического и гидрологического режима, расчёт высоты волны и полезный объём водохранилищ с учетом изменения факторов, влияющих на эксплуатации водохранилищ.

**Задачи исследований:**

оценка на основании натурных наблюдений характеристик ветро-волнового режима на территории водохранилищ;

усовершенствование метода определения расчётной высоты волны и конструктивных элементов гасителей волн в водохранилище;

совершенствование метода определения уменьшения полезного объёма водохранилищ, на основании модели водного баланса водохранилища;

разработка конструктивных решений полезного объёма водохранилищ с учётом гидравлических и гидрологических параметров потока;

разработка методов оптимального наполнения и сработка водохранилищ с учётом гидравлических и гидрологических изменений режима работы водохранилищ и источников водообеспечения водохранилищ;

разработка рекомендаций по методам совершенствования гидравлического и гидрологического режимов, обеспечивающие надёжную и эффективную эксплуатацию водохранилищ.

**Объектами исследований** являются гидравлические и гидрологические режимы горных, предгорных и равнинных водохранилищ.

**Предметом исследований** является ветро-волной режим водохранилищ, заиление водохранилищ и процесс изменения полезного объёма при наполнении и сработке водохранилищ.

**Методы исследований.** В научных исследованиях использованы общепринятые методы экспериментальных и натурных наблюдений, методы математического и гидравлического моделирования и их цифрового решения.

**Научная новизна исследований** заключаются в следующем:

оценены на основе наблюдений определены характеристики ветро-волнового режима на территории горных, предгорных и равнинных водохранилищ;

усовершенствован метод определения изменения полезного объёма водохранилища с учётом заиления водохранилища;

усовершенствован метод определения высоты гравитационной волны в зависимости от метеорологических изменений на территории горных, предгорных и равнинных водохранилищ;

рекомендована новая конструкция парапета, уменьшающая силу ветроволнового удара и разработан метод расчёта с учетом гидравлических процессов с целью увеличения полезного объёма водохранилища;

усовершенствован метод расчёта режима наполнения и сработка при эффективной эксплуатации водохранилищ с учётом режима водообеспечения;

разработана программа расчёта обеспечения оптимального гидравлического и гидрологического режима водохранилищ с учётом элементов водного баланса водохранилища.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

разработана компьютерная программа расчёта параметров ветроволнового режима на территории водохранилищ и метод определения высоты расчётной волны;

усовершенствован метод определения уменьшения полезного объёма с учётом параметров водного баланса водохранилищ, уточнены морфометрические элементы водохранилищ;

разработан метод расчёта новой конструкции парапета с учётом гидравлических и гидрологических процессов, позволяющие восстановить полезный объём водохранилища в результате длительной эксплуатации;

разработан метод оптимального наполнения и сработка водохранилищ с учётом гидравлических и гидрологических изменений водохранилищ;

разработана компьютерная программа расчёта метода оптимального наполнения и сработка водохранилища с учётом гидравлических и гидрологических изменений.

**Достоверность результатов исследований.** Достоверность результатов исследований основана на законах физики и подтверждена математическими методами теоретических решений, проведена сравнительная характеристика полученных результатов с данными натурных и теоретических исследований, полученных другими авторами.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научное значение результатов исследований состоит в усовершенствовании оптимальных гидравлических и гидрологических режимов водохранилищ с учётом изменения полезного объёма, разработан режим наполнения и сработка водохранилища с учётом водопотребления, усовершенствован метод определения высоты расчётной волны в водохранилище, обоснованы параметры новой конструкции сооружения, уменьшающее влияние гравитационной волны и разработан метод расчёта.

Практическое значение результатов исследований состоит в том, что разработана расчётная программа режима наполнения и сработка водохранилищ, усовершенствован метод определения изменения полезного объёма в результате заилиения водохранилища, разработана расчётная программа надёжности эксплуатации водохранилища и параметров

сооружения, позволяющие уменьшить силу удара гравитационной волны. В результате влияния ветро-волновых процессов в водохранилище определены конструктивные параметры парапета, направленные на увеличение полезного объёма водохранилища.

**Внедрение результатов исследований:** На основе полученных результатов по усовершенствованию методов оптимального наполнения и сработки водохранилищ с учётом гидравлических и гидрологических изменений в водохранилищах:

метод определения высоты расчётной волны, что небезопасно для плотин водохранилищ и компьютерная программа расчёта элементов ветро-волнового режима на территории водохранилищ. Рекомендации внедрены на Андижанском, Ташкентском, Талимарджанском, Джизакском, Южно-Сурханском и Каттакурганском водохранилищах управлениями эксплуатации Андижанского, Ташкентского, Талимарджанского, Джизакского, Южно-Сурханского и Каттакурганского водохранилищ при Министерстве водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства № 02/25-4705 от 7 декабря 2019 года). В результате повышения уровня воды в период эксплуатации водохранилища создается возможность увеличения полезного объема на 10-15 % и условие безопасной эксплуатации водохранилища.

метод определения полезного объёма водохранилищ с учётом факторов, составляющих водный баланс в водохранилище, которые внедрены: в Лангарском, Кызылсувском, Камашинском, Карабагском, Нугайлийском, Шурабайском, Шуртанском и Дехканабадском водохранилищах управлением эксплуатации водохранилищ Кашкадарьяинской области, в Жийдалисайском, Варзикском, Эскиерском и Куксерексайском водохранилищах управлением эксплуатации водохранилищ Наманганской области, на Ташкентском водохранилище управлением эксплуатации водохранилищ Ташкентской области при Министерстве водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства № 02/25-4705 от 7 декабря 2019 года). В результате создана возможность точной оценки объем заиления и увеличение полезного объёма водохранилищ.

метод расчёта новой конструкции парапета, снижающий удар ветро-волн с учётом гидравлических процессов, позволяющий восстановить полезный объём водохранилища, которые внедрены в Джизакском и Каттакурганском водохранилищах (Справка Министерства водного хозяйства № 02/25-4705 от 7 декабря 2019 года). После установки предложенного парапета создана возможность увеличения полезного объема Каттакурганского водохранилища на 39,75 млн. м<sup>3</sup>, Джизакского водохранилища на 22,3 млн.м<sup>3</sup>.

метод совершенствования гидравлического и гидрологического режимов эксплуатации водохранилищ, оптимального наполнения и сработка водохранилища внедрен в Лангарском, Кызылсувском, Камашинском, Карабагском и Дехканабадском водохранилищах управлением эксплуатации водохранилищ Кашкадарьяинской области, Жийдалисайском, Варзикском, Эскиерском и Куксерексайском водохранилищах управлением эксплуатации водохранилищ Наманганской области, в Ташкентском водохранилище

управлением эксплуатации водохранилищ Ташкентской области при Министерстве водного хозяйства (Справка Министерства водного хозяйства № 02/25-4705 от 7 декабря 2019 года). В результате создана возможность увеличения водных ресурсов до 10-15 % и водообеспечение всех потребителей за счёт повышения эффективности эксплуатации водохранилища.

**Апробация результатов исследований:** Результаты исследований аprobированы и одобрены на международных, республиканских и институтских конференциях, в том числе, обсуждены на 8 международных и 22 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследований:** По теме диссертации опубликовано 47 научных работ. Из них, в научных изданиях рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан по защите диссертации доктора наук 19 статей, в том числе 7 статей опубликованы в зарубежных журналах и 12 статей в республиканских, получены 4 авторских свидетельства.

**Объем и структура диссертации:** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертационной работы составляет 193 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации на основе проведённых исследований в Республике Узбекистан и в научном мире, сформулированы цели и задачи, определен объект и предмет исследований, установлено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, раскрыта научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов, приведена научная и практическая значимость, представлен перечень внедрений в практику результатов исследований, апробация результатов исследований, публикации результатов исследований, состав и объём диссертации.

В первой главе диссертации под названием “**Анализ исследований гидравлического и гидрологического режимов эксплуатации водохранилищ**” приведён анализ существующих исследований. В трудах учёных С.Т.Алтунин, И.А.Бузунов, Ж.Брюне, М.А.Великанов, А.Н.Гостунский, А.В.Караушев, И.А.Кузьмин, К.И.Россинский, В.С.Лапшенков, И.И.Леви, А.М.Мухамедов, К.Ш.Латипов, Т.Тейлор, Г.И.Шамов, И.А.Шнеер, М.А.Мостков, И.А.Молдованов, Э.Ж.Махмудов, Ф.Ш.Мухамеджанов, Ф.Орт, В.Г.Саноян, В.А.Скрыльников, Х.А.Исмагилов, А.М.Арифжанов, М.Р.Икрамова и других приведены научные исследования по усовершенствованию теоретических основ методов формирования и расчёта заиления водохранилищ. Разработан методы, учитывающие особенности заиления в водохранилищах. Методы первой группы основаны

на натурных исследованиях, проведенные на практике, методы второй группы основаны на разнице транспортирующей способности потока в расчётном створе при определении объёма заиления в водохранилищах, в методах третьей группы определяется объём заиления с учётом непрерывного изменения характеристик русла и потока. На основе анализа проведённых исследований отмечено, что методы третьей группы являются наиболее перспективными для описания изучаемого явления.

В научно-исследовательских работах многих учёных таких, как Л.Е. Анапольская, Б.И. Белесков, Л.С. Гандин, Н.В. Кондратьев, М.С Кожевникова, А. Кандаков, А.К. Митропольский, В. Мунк, И.В. Осадчая, Г. Свердrup, В.В. Перепелкина, М.Р. Бакиев, В.А. Скрыльников, А.Х. Садиков, Е.Я.Фроликова освещены проблемы ветрово-волнового режима водохранилищ, параметров волн, возникающие от воздействия ветра и влияние на процесс эксплуатации водохранилищ.

Проведённые исследования были посвящены определению параметров режима и скорости ветра необходимой обеспеченности, которые являются важной основой в определении расчётной характеристикой ветрового режима на территории водохранилищ. В этом направлении особое внимание было уделено усовершенствованию разработкам Б. И. Белескова, М. С. Кожевниковой, И. В. Осадчей, В.А. Скрыльникова, А.Х. Содикова. В указанных разработках приведено аналитическое решение определения скорости расчётного ветра на территории водохранилищ. При расчёте возникающей волны в результате ветра продолжительность воздействия-6 часов (при этом учитываются параметры скорости ветра). Из практики известно, что для распространения волны требуется определенное время, которое зависит от размеров водохранилища (длины, глубины и т.д.).

По усовершенствованию гидравлического и гидрологического режима работы водохранилищ проведены исследования учёных, таких как А.Б. Авакян, А.Е. Асарин, К.М. Беркович, К.Н. Бестужева, В.Ф. Бреховских, Г.В. Железняков, А.М. Резниковский, В.П. Салтанкин, Г.В. Ивашкевич, А.В. Караушев, О.А. Каюмов, С.Н. Крицкий, Ю.М. Матарзин, М.Ф.Менкель, Д.А. Никифорова, Е.Е. Овчаров, Я.Ф. Плешков, Ш.Р. Поздняков, Л.В. Потапова, М.Я. Прытков, А.Д. Саваренский, В.А. Скрыльников, М.Р. Икрамова, С.Х. Таглави, В.А. Шарапов, Ю.Н. Шавнина, В.И. Штефан, К.К. Эдельштейн, D.W. Baker, B.P. Bledsoe, C.M. Albano, N.L. Poff, G. Williams, R. Poepll, S.A. Kantoush, Y.G. Lai, B.N. Eustis, D.S. van Maren, S. Heaven, T.Tanton и D. Rycroft.

В исследованиях по регулированию объема стока реки предложены функциональные зависимости режима реки от изменения объёма водохранилища. Результаты предложенных исследований использованы в разработке теорий статических методов расчёта регулирования объёма стока.

Исследования, проведенные Г.В. Ивашкевичем, А.С. Латкиным и В.А. Швецовым посвящены изучению целесообразности использования годового стока в периоды различной водности, предложению методов расчёта режимов работы водохранилищ и разработке правил управления водного

режима. Изучено воздействие изменения гидрологических параметров на эффективность эксплуатации водохранилищ в период наводнения и половодья на процесс регулирования. На практике разработан диспетчерский график управления, учитывая особенности водохранилищ.

Анализ вышеперечисленных работ показал, что теоретическое обоснование режима работы водохранилищ, требует проведение исследований на конкретных водных бассейнах, т.е. в русловых, наливных водохранилищах, расположенных на различных территориях республики. Недостаточно изучены вопросы усовершенствования гидравлического и гидрологического режимов эксплуатации водохранилищ и факторы, влияющие на изменение расчётов с помощью современных информационных технологий. На основе проведённого анализа определены цель и задачи диссертационной работы.

Вторая глава диссертации “**Теоретические и практические основы эффективной эксплуатации водохранилищ**” посвящена вопросами полезного объёма водохранилищ на различных территориях, формированию параметров чаши водохранилища и изменению полезного объема водохранилищ с учетом заиления водохранилищ.

Особое внимание уделено вопросам влияния заиления на изменение полезного объёма водохранилищ. Проведены исследования по определению объёма заиления за счёт изменения объёма и уровня воды основных параметров водохранилища. Продолжая проведённые исследования для определения распределения мутности в водохранилище, используется теорема изменения кинетической энергии. Уравнение распределения мутности в водохранилище запишется следующим образом:

$$\frac{s_i}{s_o} = \left( \frac{\omega_i}{\omega_o} \right)^{n_1} \exp \left\{ - \frac{3g(\rho_i - \rho)}{\rho_t Q^2} \int_0^l \sin \alpha \omega^2 dl \right\} \quad (1)$$

где:  $\rho_t$  и  $\rho$  – соответственно, плотность жидкости и твердых частиц;

$Q$  – расход воды;

$g$  – ускорение свободного падения.

Тогда, расход твердого стока определяется по следующей формуле:

$$P_i = s_i Q . \quad (2)$$

Объём заиления определяется по формуле:

$$V_i = s_i Q t . \quad (3)$$

Принимая площадь потока в рассматриваемом сечении в качестве функции глубины:

$$\omega_i = f(H_i) ; \quad (4)$$

Тогда подставляя (2) и (3), (4) в (1), получаем следующую формулу:

$$\frac{V_i}{V_{\text{нп}}^*} = \kappa \left( \frac{H_i}{H_{\text{нп}}} \right)^{n_1}; \quad (5)$$

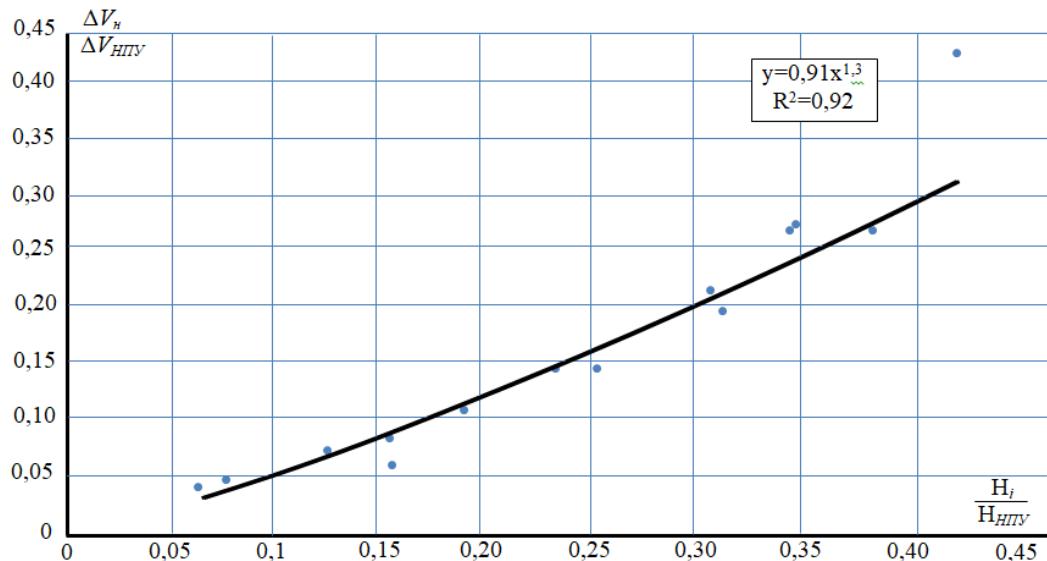
где:  $H_{\text{нп}}$  – глубина соответствующая нормативному подпёртому уровню;

$V_{\text{нп}}$  – объём водохранилища, соответствующий нормативному подпёртому уровню;

$\kappa$  ва  $n_1$  – коэффициенты, определяемые на основе натурных исследований.

На основе обработки результатов натурных исследований методами математической статистики (коэффициент корреляции  $R = 0,95$ ) получена формула определения уменьшения полезного объёма водохранилища, расположенного в русле реки. Использованы данные бассейнов Чимкурганского, Ташкентского, Южно-Сурханского и других водохранилищ (Рис. 1), которые представлены в зависимости относительного объема заиления от глубины наполнения водохранилища:

$$\frac{\Delta V_H}{\Delta V_{\text{мдс}}} = 0,95 \left( \frac{H}{H_{\text{мдс}}} \right)^{1,26} \quad (6)$$



**Рис. 1. Кривая зависимости относительного объема заиления от относительно глубины водохранилища**

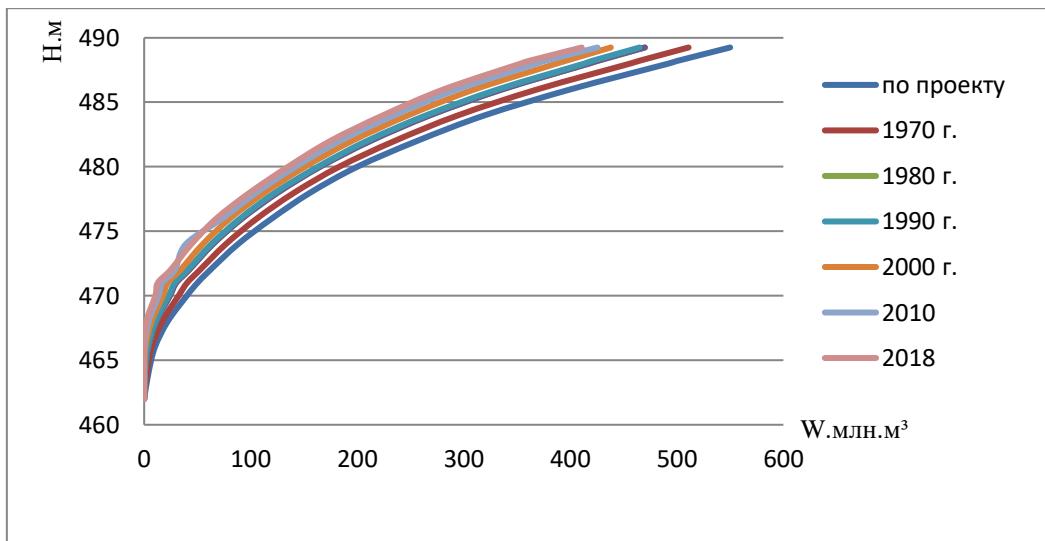
Исследования, проведенные в русле водохранилища при сравнении полученных данных с расчётной величиной уменьшения полезного объёма водохранилища показали, что предлагаемая формула дает надёжные результаты.

Предложенная формула позволяет рассчитать изменение объёма водохранилища за любой год в зависимости от уровня воды в водохранилище (Рис. 2):

$$V = V_{\text{проект}} - \Delta V_{MDC} \left( \frac{\Delta V}{\Delta V_{MDC}} \right) \quad (7)$$

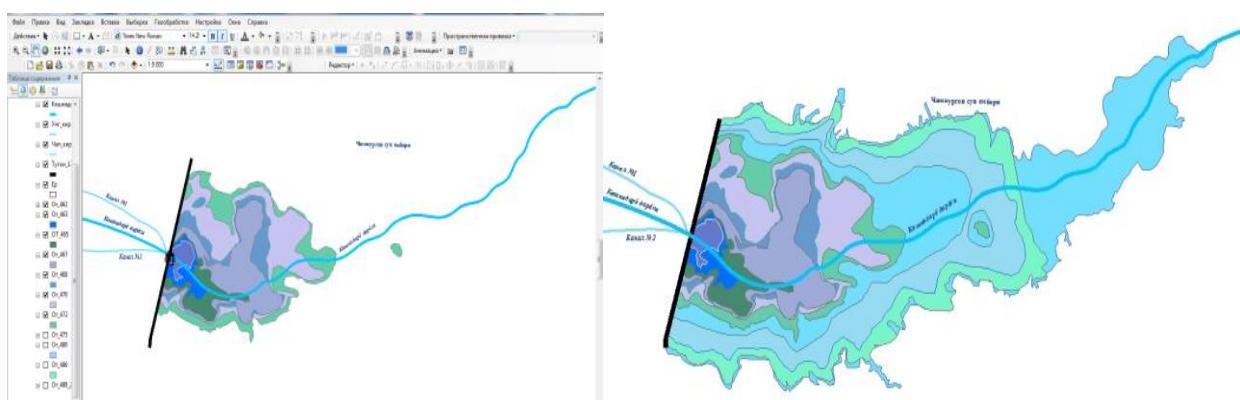
где,  $V_{\text{пр}}$  – объём водохранилища определен по проектной кривой.

На рис.2. приведено изменение объема Чимкурганского водохранилища в различные годы эксплуатации.



**Рис. 2. Кривые зависимости объема Чимкурганского водохранилища от отметки уровня воды в различные годы**

Проведенные наблюдения и работы, выполненные на основе ГИС (геоинформационная система) дают общее представление о состоянии водохранилища, изменения объема и уровня в период эксплуатации. Эта программа дает возможность проанализировать на карте данные, используя базу данных и расположить их на карте. Созданная программа даёт возможность представить картину исследуемого объекта, распечатать качественную карту бассейна водохранилища или связать с другими файлами диаграммы, таблицы, рисунки, чертежи и фотографии (Рис.3).

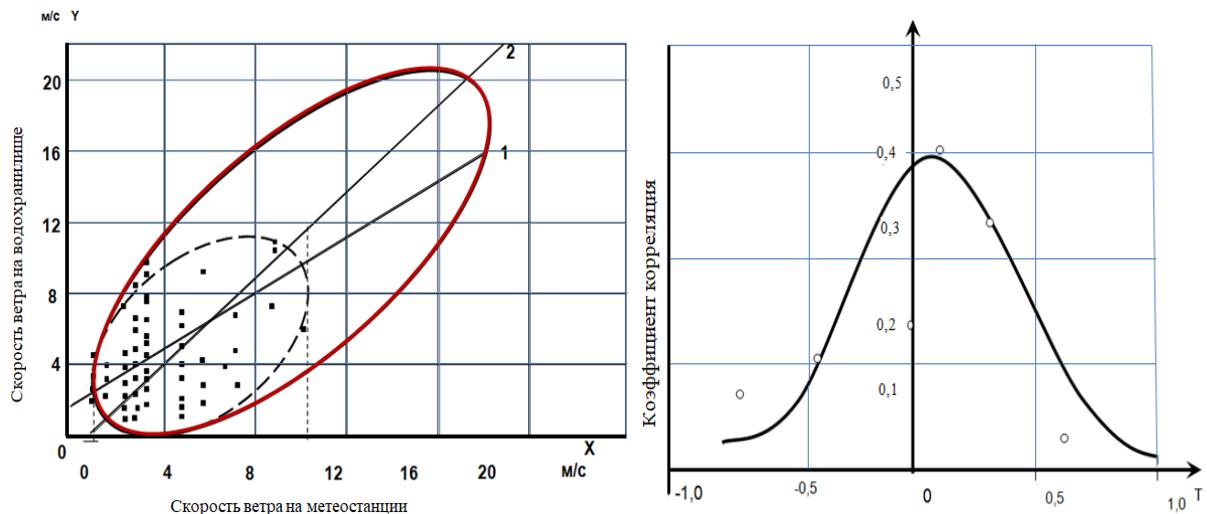


**Рис. 3. Оценка состояния изменения уровня воды водохранилища на основе ГИС**

В третьей главе диссертации под названием “**Исследование параметров гравитационной волны в водохранилищах**” приведены результаты натурных исследований, влияние ветровых волн на сооружение водохранилища. Исследования проведены в Андижанском, Гиссаракском, Талимаджанском, Каттакурганском водохранилищах. На основе проведенных исследований по определению ветро-волнового режима водохранилища при отсутствии наблюдений разработаны методы использования с учётом всех факторов, влияющих на воздействие ветра данных ближайших метеостанций.

На основании корреляционной зависимости скорости ветра на метеостанции и на водохранилище приведен расчёт коэффициента по определению скорости ветра на водохранилище и метеостанции в одно и тоже время.

Установлено, что длина овала непосредственно связана с количеством наблюдений (Рис.4.), чем больше овал, тем больше проведено наблюдений. Овал, ограниченный пунктирной линией обозначает наблюдения, проведенные в течение одного года, сплошной линией - наблюдения за период 50 лет. Изучив среднемесячное значение скорости ветра на метеостанции по горизонтальной оси одновременно определяется ордината линии регрессии. При этом будет определено средне арифметическое значение скорости ветра в водохранилище, соответствующее ординате. Это значение будет отражать среднемесячное значение скорости ветра в водохранилище. Если необходимо определить скорость расчётного ветра, используется 2-линия графика, т.е. овальная линия, соединяющая расчётные скорости ветра.



**Рис. 4. График зависимости между скоростью ветра при наблюдении и расчётных на метеостанции и в водохранилище**

В случаях, когда в водохранилище не проводились наблюдения необходимо выполнить выше приведенные рекомендации для определения параметров: расчётная скорость ветра, обеспеченность и другие. При

определении расчётной скорости ветра требуется учитывать не только его абсолютное значение, но и продолжительность. В расчётное время на каждом водохранилище при непрерывной минимальной продолжительности ветра увеличивается его значение. Рекомендуется принимать продолжительность расчётной скорости ветра в водохранилище 6 часов. На практике продолжительность расчётной скорости ветра зависит от размеров водохранилища (длина разгона волны, глубины водохранилища).

Продолжительность расчётной скорости ветра равна времени добегания волны, прошёдшей расстояние от берега, где началась волна, до берега где она затухла (например, в случае опасного ветра для плотины – время затраченное ветром, направленного в сторону плотины, на прохождение расстояния до плотины).

Ветровая волна – гравитационная волна, высота  $h$  зависит от  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ , т.е. от ускорение свободного падения. Высота волны  $h$  в водных бассейнах зависит от длины разгона волны  $Z$  и скорости ветра  $V_w$ .

$$h = f(g, Z, V_w).$$

Используя, теорию размерности, зависимость между приведенными выше величинами пишется в следующем виде:

$$\frac{h}{Z} - A \frac{V_w}{\sqrt{gZ}} = 0. \quad (8)$$

В результате, скорость волны определяется по следующей формуле:

$$V = A \sqrt{V_w} Z^{0.25}. \quad (9)$$

Время движения волны:

$$t_g = \int_0^Z \frac{dZ}{V} = \frac{1}{0,105} \sqrt{V_w} \int_0^Z Z^{-0,25} dZ = \frac{12,7}{\sqrt{V_w}} Z^{0,75} = 0,004 \frac{Z^{0,75}}{\sqrt{V_w}} \quad (10)$$

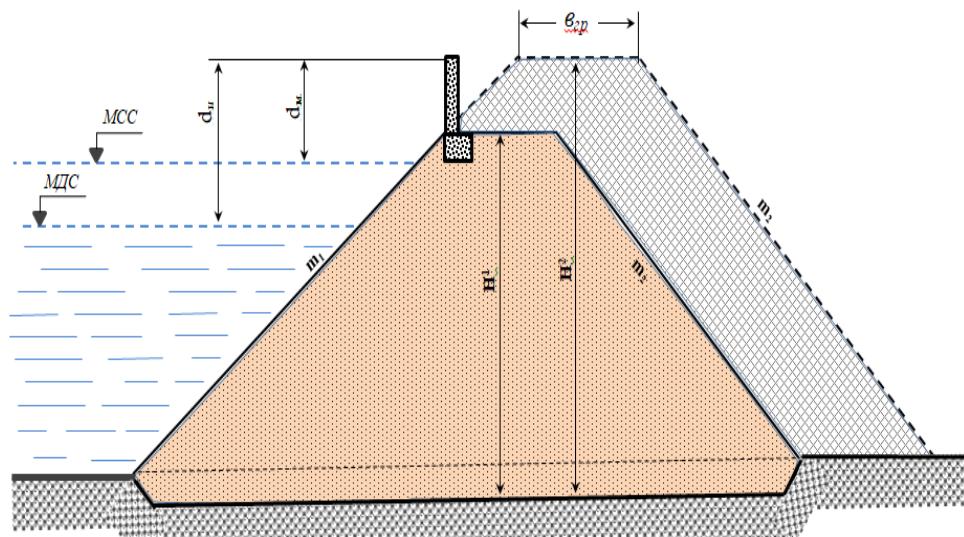
Для определения высоты волны предлагается следующая формула:

$$h_{1\%} = 0,0027 V_w \sqrt{\frac{Z}{g}} \quad (11)$$

На основании показателей (расчётная скорость ветра, длина разгона волны, глубина водохранилища и т.д.) по опасному направлению для плотины каждого водохранилища определяется расчётная высота волны. В настоящее время величина волны определяется с учётом всех факторов, влияющих на показатель волны и предназначена для проектирования водохранилищ и устойчивой эксплуатации гидротехнических сооружений водохранилищ.

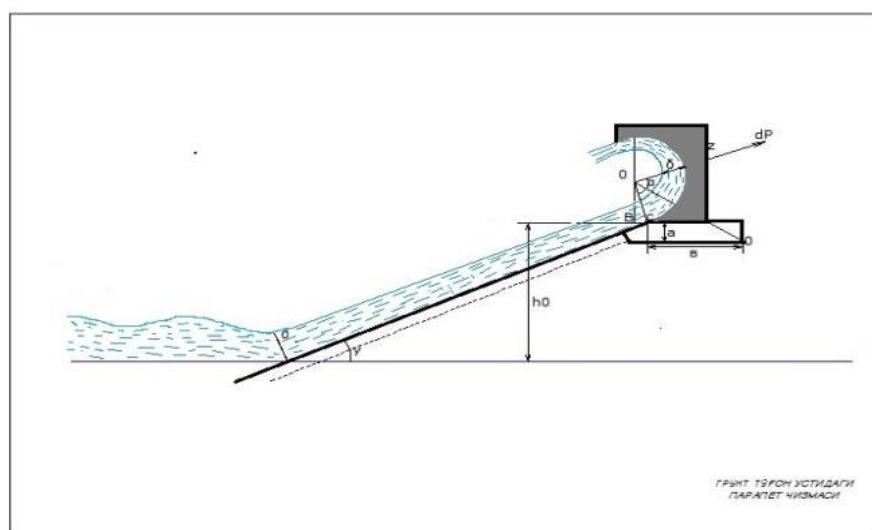
Разработанна конструкция парапета и расчёт для увеличении полезного объёма водохранилища по режимам наносов и ветро-волнового режима в водохранилищах.

Парапет – это несложное гидротехническое сооружение, которое позволяет подъём уровня воды в водохранилище и в результате этого создаёт дополнительный объём воды в водохранилище (Рис.5). Для этого необходимо правильно выбрать конструкцию парапета, в противном случае может возникнуть аварийная ситуация.



**Рис. 5. Схема установки парапета**

Конструкция парапета с цилиндрической рабочей поверхностью устанавливается по направлению удара ветра на напорный откос и уменьшает нагрузку падающей волны в результате удара. Парапет не только изменяет направление ударной волны об берег, но и уменьшает в несколько раз поток воды, предотвращает всплеск воды на гребене (Рис.6).



**Рис. 6. Схема конструкции парапета**

Сила момента действующая на парапет является центробежной силой, возникающей от движения вдоль цилиндрической поверхности ударной волны об берег. Величина нагрузки, возникающей в период движения воды представлен центробежной силой.

При установке на гребне плотины парапета накатывающаяся волна перемещается с откоса на цилиндрическую поверхность парапета. Для определения толщины слоя воды по поверхности парапета вводится вспомогательной откос по условию, что при одинаковой высоте наката на поверхность парапета. Поверхность откоса и длина наката одинаковые. Синус угла  $\bar{\varphi}$  определяется отношением откоса к горизонту:

$$\sin \bar{\varphi} = \frac{R + R \cos \varphi}{(\pi - \varphi) R} = \frac{1 + \cos \varphi}{\pi - \varphi} \quad (12)$$

Если движение наката продолжить вверх по напорному откосу до гребня плотины, объём наката останется в том же положении по приведенному откосу и высота приведённой волны определяется следующим образом:

$$\frac{\delta_{run} + \delta_x}{2} \frac{h_0}{\sin \varphi} + \frac{\delta_x}{2} \frac{\bar{h}_{run} - h_0}{\sin \bar{\varphi}} = \frac{\delta_{run}}{2} \frac{h_{run}}{\sin \varphi}. \quad (13)$$

где:  $\delta_x$  – толщина слоя воды в точке С;

$\delta_{run}$  – толщина слоя воды на уровне НПУ при завершении наката волны по напорному откосу и его продолжению, когда высота наката достигает наибольшей величины  $h_{run}$

$$h_{run} = \frac{\delta_{run}(h_{run} \sin \bar{\varphi} - h_0 \sin \bar{\varphi})}{\delta_x \sin \varphi} + h_0 \left(1 - \frac{\sin \varphi}{\sin \bar{\varphi}}\right)$$

где: если учитывая, что  $\delta_x = \delta_{run} \left(1 - \frac{h_0}{h_{run}}\right)$

$$h_{run} = h_0 + (h_{run} - h_0) \frac{\sin \bar{\varphi}}{\sin \varphi}. \quad (14)$$

Объём наката волны состоит из объёма наката волны на напорном откосе до высоты  $h_0$  и объёме на приведённом откосе формы гребня на парапете цилиндрической поверхностью.

Объём на напорном откосе плотины определяется из площади трапеции, на приведённом откосе треугольника. Расчёты приводятся для одного погонного метра длины парапета.

$$\frac{\delta_0 + \delta_x}{2} \frac{h_0}{\sin \varphi} + \frac{\delta_x}{2} \frac{h_x}{\sin \varphi} = \frac{\delta_{run}}{2} \frac{h_{run}}{\sin \varphi} \quad (15)$$

или

$$(\delta_0 + \delta_x)l_0 + \delta_x l_x = \delta_{run} l_{run},$$

$$\text{Если учитывая, что } \delta_0 = \delta_x(1 + \frac{l_0}{l_x})$$

$$\delta_x \left( 2 + \frac{l_0}{l_x} \right) l_0 + \delta_x l_x = \delta_{run} l_{run}$$

Толщина слоя воды  $\delta_x$  определяется при высоте наката на напорный и приведённый откосы  $h_0 + h_x$  зависимостью

$$\delta_x == \frac{\delta_{run} l_{run} l_x}{(l_0 + l_x)^2}. \quad (16)$$

где:  $l_0 = \frac{h_0}{\sin\varphi}$  – длина откоса от уровня НПУ до парапета;

$l_x = \frac{h_x}{\sin\varphi}$  и  $l_{run} = \frac{h_{run}}{\sin\varphi}$  – длина наката волны на приведенный откос и напорный откос плотины.

Элементарный опрокидывающий момент при воздействии накатывающейся волны на парапет равен (действующий на единицу длины парапета):

$$dM = \frac{dm v_x^2}{R} ((h_\alpha + a) \sin(\alpha + \varphi) - (b - l_\alpha) \cos(\alpha + \varphi)). \quad (17)$$

где:  $dm = \rho \delta R d\alpha$  – элементарная масса воды.

Толщина слоя воды  $\delta$  определяется через следующую зависимость:

$$\delta = \frac{\delta_x}{h_x} (h_x - h_o - h_\alpha). \quad (18)$$

где:  $\delta_x$  – толщина слоя воды на НПУ при высоте наката  $h_x$ .

Толщина слоя воды равна  $\delta_x = \frac{\delta_{chip} \bar{h}_{chip}}{h_x}$ .

где:  $\bar{h}_{chip} = h_o + (h_{chip} - h_o) \frac{1 + \cos\varphi}{(\pi - \varphi) \sin\varphi}$  приведенная высота наката:

где:  $\delta_{chip}$  и  $h_{chip}$  – толщина слоя воды и максимальная высота наката при расчетных параметрах волны.

Толщина слоя воды  $\delta_{chip}$  определяется по следующей зависимости:

$$\delta_{run} = \frac{0,1 \rho_\alpha \bar{h}_{run} \sqrt{1 + ctg^2 \varphi}}{\rho g [(\bar{h}_{run} + z_2) \sqrt{1 + ctg^2 \varphi} - 0,0325 L_\alpha]} \quad (19)$$

Отрезки  $h_\alpha$  и  $l_\alpha$  определяются по следующим зависимостям:

$$h_\alpha = R [\cos\varphi - \cos(\alpha + \varphi)]; \quad l_\alpha = R [\sin(\alpha + \varphi) - \sin\varphi]$$

Используя закон сохранения энергии, квадрат скорости  $v_x^2$  можно определить по следующей формуле:

$$v_x^2 = \frac{2}{3}g\bar{h}_{r\text{ип}} - \frac{2}{3}gh_x = \frac{2}{3}g(h_{r\text{ип}} - h_x). \quad (20)$$

Для определения опрокидывающего момента надо найти интеграл (17) уравнения. Опрокидывающий момент, действующий на единицу длины парапета при условии, что  $h_x \leq h_o + R(1 + \cos\varphi)$ , равен значению интеграла, определенному в пределах от 0 до  $\alpha$ .

$$\begin{aligned} M = \frac{1}{3}g\rho\delta_{\text{чип}}\bar{h}_{\text{чип}} & \left( \frac{\bar{h}_{\text{чип}}}{h_x^2} - \frac{1}{h_x} \right) \left\{ \frac{(h_x - h_o)^3}{R} + \left( \frac{a}{R} - \cos\varphi \right) (h_x - h_o)^2 \right. \\ & + \left[ \frac{l_\alpha^2}{R} - \frac{bl_\alpha}{R} + (l_\alpha + b + R\sin\varphi)\sin\varphi \right] (h_x - h_o) \\ & \left. + l_\alpha(b + R\sin\varphi)\cos\varphi - Ra(b + R\sin\varphi) \right\}. \end{aligned} \quad (21)$$

Если  $h_x \geq h_o + R(1 + \cos\varphi)$ , то для определения момента  $M$  интеграл надо вычислить в пределах от 0 до  $\pi - \varphi$ .

$$M = \frac{1}{3}g\rho\delta_{\text{чип}}\bar{h}_{\text{чип}} \left( \frac{\bar{h}_{\text{чип}}}{h_x^2} - \frac{1}{h_x} \right) [C(h_x - h_o) - D]. \quad (22)$$

где:  $C = 2[(a + R)(1 + \cos\varphi) + b\sin\varphi]$ ;

$$D = R[2R\cos\varphi(1 + \cos\varphi) + a(1 + \cos\varphi)^2 + b\sin\varphi\cos\varphi + (b + R\sin\varphi)(\pi - \varphi)].$$

При накате волны на откос и парапет величина  $M$  изменяется следующим образом:

если  $h_x \leq h_o$ , то  $M=0$ , так как вода еще не воздействует на парапета;

если  $h_x \leq h_o \leq \bar{h}_{\text{чип}}$ , то  $M$  сначала имеет отрицательный знак, потом расчет по величине, уменьшается из-за уменьшения скорости наката волны;

если  $h_x = \bar{h}_{\text{чип}}$ , то  $M=0$ , так как скорость наката равна нулю. За расчетный опрокидывающий момент принимается его максимальная величина.

Величину  $h_x$ , при которой момент имеет максимальную величину (при условии, что  $h_x \geq h_o + R(1 + \cos\varphi)$ ) можно найти из уравнения  $\frac{dm}{dh_x} = 0$ :

$$(h_x)_{\text{макс}} = \frac{2\bar{h}_{\text{чип}}(Ch_o + D)}{C(\bar{h}_{\text{чип}} + h_o) + D}. \quad (23)$$

Предложенный парапет исключает недостатки ранее используемых парапетов, предотвращает переход всплеска от воздействия ветра воды на гребень плотины и на нижерасположенные безнапорные откосы, а также создаёт возможность увеличения полезного объёма водохранилища.

В четвёртой главе диссертации под названием “Разработка режима работы эффективной эксплуатации водохранилищ” приведены результаты исследований оценки влияющих факторов на водный баланс водохранилища и разработки оптимального режима работ водохранилищ.

Первоначально было изучено изменение водного потока на основе данных гидрологических наблюдений за 20-30 лет по реке, обеспечивающей водохранилище и из этих лет определены, средне и маловодные годы. Были рассчитаны составляющие прихода и расхода водного баланса за десять дней работы водохранилища за этот период. После того, как будут собраны все данные составляется диспетчерский график эффективного наполнения и сработки водохранилища. Диспетчерский график составляется на основе линий ограничения наполнения и линий ограничения подачи воды из водохранилища.

**Линия ограничения наполнения водохранилища.** Первоначально нужно определить линию ограничения наполнения водохранилища и на основе этого графика необходимо наполнить водохранилище. Для определения ординат линии ограничения наполнения водохранилища необходимо иметь данные декадных наблюдений приходных и расходных составляющих водного баланса, на основании этих материалов ординаты линии ограничения наполнения водохранилища определяются по формуле:

$$W_j = W_{НПУ} - S_{max} + \sum_{i=1}^j (A \sum P - \sum P) \quad (24)$$

где:  $W_j$  – объём водохранилища в конце декады по линии ограничения наполнения, млн.м<sup>3</sup>;  $j = 1, 2, 3, \dots, 36$  (декады);

$W_{НПУ}$  - объём водохранилища при НПУ, млн. м<sup>3</sup>;

$S_{max} = \sum_{i=1}^k (A \sum P - \sum P)$  – максимальные значения объема воды в течение года, млн. м<sup>3</sup>;

$k$  – декада в котором сумма достигает максимальное значение;

$$A = \frac{W_6}{\bar{W}_k}$$

$W_6$  – прогнозируемый годовой объем стока в расчётном году, млн.м<sup>3</sup>;

$\bar{W}_k$  - среднемноголетний объем стока, млн.м<sup>3</sup>;

$\sum P$  -сумма среднедекадных составляющих приходных объемов воды, млн.м<sup>3</sup>;

$\sum P$  – сумма среднедекадных расходных составляющих, млн.м<sup>3</sup>.

Средний приток  $\sum P$  по декадам можно взять из года имеющего среднемноголетний приток.

Поднимающаяся часть этой линии называется линией ограничения наполнения водохранилища (рис. 6).

**Линия ограничения подачи воды.** В маловодные годы в вегетационного периода для рационального использование воды в водохранилище необходимо составить линию ограничения подачи воды, она даёт возможность равномерно распределить во время вегетации дефицит воды и уменьшить наносимый ущерб.

Для сработки водохранилища необходимо в начале составить линию ограничения сработки и на основе графика осуществлять сработку водохранилища. Ординаты линии ограничения подачи воды из водохранилища определяются по следующей зависимости:

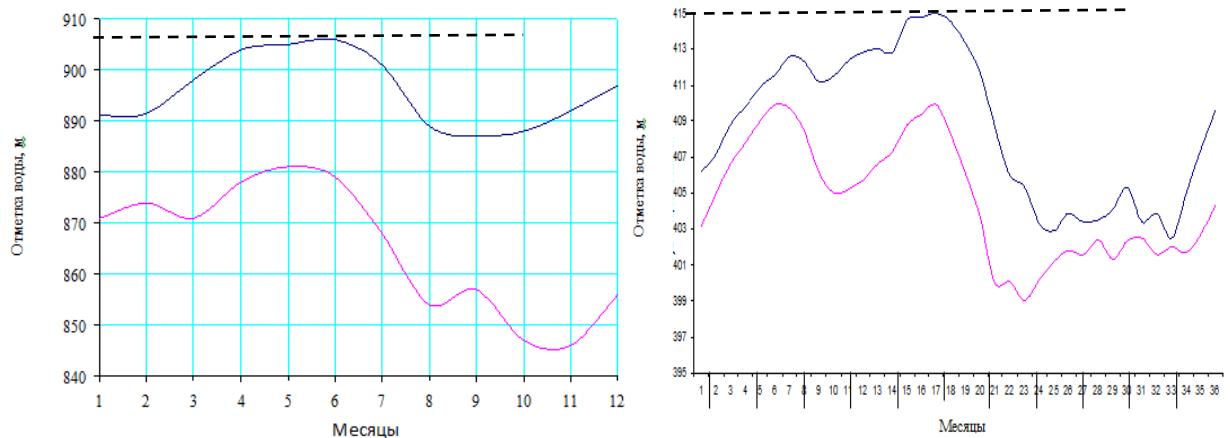
$$W_j = W_0 - S_{\min} + \sum_{i=1}^j (A \sum \Pi - \sum P) \quad (25)$$

где;  $W_j$  – объём водохранилища в конце декады по линии ограничения подачи воды, млн.м<sup>3</sup>;  $j = 1, 2, 3, \dots, 36$  (декады);

$W_0$  - мёртвый объём водохранилища, млн.м<sup>3</sup>;

$S_{\min} = \sum_{i=1}^k (A \sum \Pi - \sum P)$  – минимальные значения объема воды в течение года, млн. м<sup>3</sup>;

$k$  – декада в котором сумма достигает минимальное значение.



**Рис. 6. График эффективного наполнения и сработки Андижанского и Южно-Сурханского водохранилищ**

Предложенную линию ограничения наполнения Андижанского, Южно-Сурханского водохранилищ можно использовать для любого года. При этом нужно учесть заиленную часть  $\nabla W$  объёма водохранилища до расчётного года. Порядок работы водохранилища ведётся на основе этого графика, т.е. отметка уровня воды в верхнем бьефе во время наполнения или опорожнения должна быть между двумя кривыми линиями на диспетчерском графике в указанное время. Использование диспетчерского графика, составленного с учётом всех гидрологических изменчивых условий года создает возможность

надёжного обеспечения водой всех потребителей, предотвратить аварийные ситуации исключительно от подачи лишней воды в многоводные годы.

В пятой главе диссертации под названием “**Рекомендации по применению на практике результатов исследований**” приведены рекомендации по применению на практике результатов исследований.

Внедрение на практике результатов исследований приводится в следующем порядке:

*а) Оценка изменения полезного объёма водохранилищ*

При разработке рациональных режимов работы водохранилищ, для безопасной эксплуатации сооружений необходимы точные данные об объёме воды, содержащей в водохранилище. Этот объём за счёт осаждения наносов уменьшается в результате ежегодной эксплуатации водохранилища. В течение года в водохранилище может накапливаться миллион кубометров наносов. Следовательно, нужно найти метод расчёта изменения объёма водохранилищ в период эксплуатации.

Предложенный метод использует составляющие водного баланса, т.е. сумму поступающего и убывающего объемов воды за период эксплуатации водохранилищ и уровня воды последних месяцев этих лет в расчёте уменьшения полезного объёма водохранилищ, который определяется по формулам (14), (16) приведенным в исследовательской работе.

*б) Определение параметров ветро-волнового режима водохранилищ*

Для определения параметров ветро-волнового режима водохранилищ используются данные наблюдений в водохранилищах, если их нет используются данные близрасположенной метеостанции. При этом проверяется имеется ли корреляционная зависимость между скоростью ветра в водохранилище и на метеостанции. Корреляционный коэффициент определяется одновременно между скоростью ветра в водохранилище и на метеостанции. Использование предложенных методов выполняется в следующей последовательности:

для определения параметров, приведённых в формуле  $V_{W_{xuc}} = A(-\ln P_{xuc})^m$  используются данные наблюдений не по всем направлениям, приведённые на метеостанции, а многолетние данные скорости ветра в опасных направлениях на плотину водохранилища;

учитывая, что продолжительность ветра равна времени движения в распространении волны определяется по формуле (10);

для определения расчётной высоты волны в качестве начальных данных служат размеры водохранилищ и скорости ветра, полученные в результате наблюдений на метеостанции;

рассчитана высота волны по 1% обеспеченности по длине распространения волны (определив расчётную скорость ветра по этому направлению) и эта расчитанная величина принимается, как расчётная высота волны.

Для ускоренного выполнения расчётов создана компьютерная программа расчёта элементов ветро-волнового режима на территории водохранилищ. Величина волны, найденная с учётом всех факторов

влияющих на показатель волны предназначена для проектирования водохранилищ и для точной оценки устойчивости гидротехнических сооружений водохранилищ эксплуатируемых в настоящее время.

*в) Увеличение потерянного полезного объёма водохранилищ*

Одним из мероприятий по восстановлению потерянного полезного объёма водохранилищ можно осуществить установлением конструкции парапета на плотину водохранилища. Для увеличении полезного объёма водохранилищ считается экономически эффективным использование парапета, который является не очень сложным сооружением. Парапет позволяет повысить уровень воды в водохранилищах и создаёт возможность накопить дополнительную объем воды в водохранилищах.

Метод расчёта новой конструкции парапета для увеличения полезного объёма в период эксплуатации водохранилищ с учётом предложенных гидравлических и гидрологических процессов выполнен для следующих водохранилищ.

По результатам расчёта парапет считается устойчивым на Каттакурганском водохранилище при  $R=0,7$  м и  $h_0=1,75$  м. При этом уровень воды в водохранилище можно поднять относительно НПУ на 0,5 м. В результате подъёма уровня воды, после установки предлагаемого парапета полезный объём увеличится на 39,75 млн. м<sup>3</sup>.

По расчётам установленного парапета в Джизакском водохранилище надёжным будет при  $R=0,6$  м и  $h_0=1,3$  м. Уровень воды в водохранилище можно поднять относительно НПУ ещё на 1,8 м. В результате подъёма уровня воды можно увеличить полезный объём водохранилища на 22,3 млн.м<sup>3</sup>.

*г) Эффективная эксплуатация водохранилищ*

Для эффективной эксплуатации водохранилищ, предложенных в результате проведенных исследований, то есть при использовании метода оптимального наполнения и сработки водохранилища с учётом гидравлических и гидрологических изменений, изначально изучается гидрологический режим реки, питающей водохранилище и обосновываются возможные изменения в них.

Определяются составляющие прихода и расхода водного баланса водохранилищ. После сбора всех данных расчитываются с помощью предложенных формул (24), (25) ординаты линий ограничения наполнения и подачи воды водохранилищ эффективного наполнения и сработки водохранилищ. Для выполнения ускоренного расчёта разработана программа расчёта режима работы водохранилищ.

Практическое значение результатов исследований при эксплуатации водохранилищ состоит в том, что предотвращают аварийные ситуации, неисправности в них, увеличивается надёжность эксплуатации водохранилища, достигается эффективная эксплуатация резерва водохранилища и обеспечивается гарантированная подача воды потребителям.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по докторской диссертации (DSc) на тему **“Совершенствование гидравлических и гидрологических режимов эксплуатации водохранилищ”** представлены следующие заключения:

1. На основе аналитического обзора материалов натурных, теоретических исследований по режиму работы горных, предгорных и равнинных водохранилищ определено, что объемы заиления в водохранилищах в среднем 1,5-3,0 раза превышают проектные. Обоснована необходимость учета изменения параметров потока при оценке параметров заиления в водохранилищах.

2. Усовершенствован метод определения изменения полезного объема водохранилища с учетом гидравлических и гидрологических процессов в водохранилищах и разработан алгоритм расчёта полезного объема водохранилища.

3. Создана электронная карта бассейна водохранилища на основе применения ГИС-технологии используя гидравлические и гидрологические процессы в водохранилищах. Это создаёт возможность оперативно определения гидравлических и гидрологических процессов, возникающих в водохранилищах а также прогнозирование объема заиления.

4. Для оценки параметров ветрового режима водохранилища разработана методика использования данных метеостанции при отсутствии наблюдений в водохранилище и разработана методика определения и прогноз расчётных параметров ветра на территории водохранилищ. Это способствует определению воздействия ветровой волны на сооружение водохранилищ.

5. На основе проведённых полевых исследований усовершенствован метод определения параметров гравитационной волны, основываясь на метеорологические данные территории водохранилища. На основе усовершенствованной методики обоснованы параметры сооружения уменьшающего удар ветровой волны.

6. Обоснованы конструктивные параметры сооружения защищающего от воздействия гравитационной волны водохранилищ и разработан метод расчёта. Это создает возможность уменьшения удара волны, действующий на сооружение и увеличение полезного объема водохранилищ.

7. Предложен метод определения расчётной высоты волны, возникающей в опасном направлении - в сторону плотины водохранилища, с учётом метеорологических, гидравлических и гидрологических процессов в водохранилище (расчётная скорость ветра, длина разгона волны, глубина водохранилища и т.д.), предложена методика определение расчёта высоты волны. Величина волны, определенная с учётом факторов, влияющих на показатель волны способствует повышению надёжности эксплуатации водохранилищ.

8. Усовершенствован оптимальный гидравлический и гидрологический режим наполнения и сработка водохранилища с учётом требований водопользователей и разработан алгоритм расчёта. Усовершенствованный метод даёт возможность улучшения эффективного использования водных ресурсов на 10-15 % .

9. На основе анализа многолетних исследований разработан график водоподачи из водохранилища, который учитывает гидрологические изменения в течение года. Использование разработанного диспетчерского графика способствует надёжному обеспечению водой всех потребителей. В маловодные годы за счёт перераспределения воды с минимальным экономическим ущербом, предотвращается отрицательное влияние водоподачи в ограниченном количестве. В многоводные годы диспетчерский график способствует снижению излишней водоподачи и создаёт возможность безопасную эксплуатацию водохранилищ.

10. Эффективность внедрения результатов исследования складывается из следующих показателей: дана возможность более точной оценки объемов заилиения в период эксплуатации в водохранилищах и увеличение полезного объёма водохранилища. Использование предложенной конструкции парапета способствует увеличению полезного объёма Каттакурганского водохранилища на 39,75 млн. м<sup>3</sup>, Джизакского водохранилища на 22,3 млн.м<sup>3</sup>.

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

---

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

**GAPPAROV FURKAT AXMATOVICH**

**IMPROVING HYDRAULIC AND HYDROLOGIC REGIMES OF WATER  
RESERVOIRS EXPLOITATION**

**05.09.07 - Hydraulics and engineering hydrology**

**ABSTRACT OF THE DOCTORAL DISSERTATION (DSc)**

**Tashkent-2020**

**The topic of the doctoral dissertation (DSc) is registered at the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2019.3.DSc/T317.**

The doctoral dissertation is implemented at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems.

The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the web page [www.tiame.uz](http://www.tiame.uz) and the Information and Educational portal “ZiyoNet” ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific advisor:**

**Arifjanov Aybek Muhamedjanovich**  
Doctor of technical science, professor

**Official reviewers:**

**Fayziev Xamidxon**  
Doctor of technical science, professor

**Khujaev Ismatilla Kushaevich**  
Doctor of technical science, professor

**Jonqobilov Ulugmurod Umbarovich**  
Doctor of technical science, professor

**Leading organization:**

**National University of Uzbekistan**

The thesis will be presented on \_\_\_\_\_ 20120 at \_\_\_\_\_ at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019. T.10.02 at the Tashkent Institute of Engineers of Irrigation and Agricultural Mechanization, at address: 100000, Tashkent, Kary-Niyaziv St. 39, tel. + 99871-237-22-09; fax: + 99871-237-54-79; e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).

The doctoral dissertation can be reviewed in the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Engineers of Irrigation and Agricultural Mechanization (registration number \_\_\_\_\_) Address: 100100, Tashkent, st. Kary-Niyaziv 39, tel. (+99871) 237-19-45 e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).

Abstract of the thesis sent out «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020.  
(minutes of distribution № \_\_\_\_\_ from «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020)

**T.Z.Sultanov**

Chairman of the Scientific Council  
for awarding of degrees, doctor of Technical Sciences, professor

**A.A.Yangiev**

Scientific secretary of the scientific council  
for awarding of degrees, doctor of Technical Sciences, professor

**D.R. Bazarov**

Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council  
for awarding of degrees, doctor of Technical Sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of the DSc thesis)

**The aim of the research** is to improve hydraulic and hydrological regime of the exploitation of reservoirs, with taking into account the influencing factors to height of the calculated wave and the useful volume of reservoirs.

**The objects of the research** are hydraulic and hydrological regimes of existing water reservoirs, peculiar water bodies – flow and bank reservoirs.

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

- assessed characteristics of the wind-wave regime on the territory of mountain, foothill and lowland reservoirs based of observations;

- has been improved the method for determining the change of useful volume of the reservoir, with taking into account siltation in the reservoir;

- improved the method for determining the height of the gravitational wave, with taking into account meteorological changes in the territory of mountain, foothill and lowland reservoirs;

- recommended a new project of the parapet, which reduces the force of the wind-wave impact, and was developed method for its calculation with taking into account hydraulic processes with an increase in the useful volume of the reservoir;

- has been improved method for calculating the filling and drawdown regime for the effective operation of reservoirs, with taking into account the water supply regime;

- developed a program for calculating the provision of the optimal hydraulic and hydrological regime of the reservoir, with taking into account the elements of the water balance in the reservoir.

**Implementation of research results.** Based on the results of improve the methods of optimal filling and discharge of reservoirs, with taking into account hydraulic and hydrological changes in reservoirs obtained:

the method for determining the height of the calculated wave, which is dangerous for reservoir dams and a computer program for calculating the elements of the wind-wave regime on the territory of reservoirs have been introduced in the Andijan, Tashkent, Talimarjan, Jizzakh, Yuzhno-Surkhan and Kattakurgan reservoirs by the administrations of the operation of the Andijan, Tashkent, Jizzakh, Talizak -Surkhan and Kattakurgan reservoirs under the Ministry of Water Resources (Certificate of the Ministry of Water Resources No. 02 / 25-4705 dated December 7, 2019). As a result of an increase in the water level during the operation of the reservoir, opportunities are created to increase the useful volume by 10-15% and conditions for the safe operation of the reservoir.

the method for determining the useful volume of reservoirs, taking into account the factors that make up the water balance in the reservoir, was introduced by the Langarsk, Kyzylsuv, Kamashinsk, Karabag, Nugayli, Shurabsay, Shurtan and Dekhkanabad reservoirs, the Kashkadarya reservoir management department, the Kashkadarya reservoir management, the Kashkadarya reservoir management, the Kashkadarya reservoir management, the Zhyidalzikhishay region Tashkent reservoir by the management of the operation of reservoirs of the Tashkent region

under the Ministry of Water Resources (Certificate of the Ministry of Water Resources No. 02 / 25-4705 dated December 7, 2019). As a result, it is possible to accurately assess siltation and increase the useful volume of the reservoir.

new method for calculating a new parapet construction and introduced in the Jizzakh and Kattakurgan reservoirs, with taking into account hydraulic and hydrological processes, which makes possible to restore the useful volume of the reservoir (Certificate of the Ministry of Water Resources No. 02 / 25-4705 dated December 7, 2019). After the installation of the proposed parapet, it was possible to increase the active volume of the Kattakurgan reservoir by 39.75 million m<sup>3</sup>, and the Jizzakh reservoir by 22.3 million m<sup>3</sup>.

the method of improving the hydraulic and hydrological modes of operation of reservoirs, performing the optimal filling and discharge of the reservoir was introduced by the Langarsk, Kyzylsuv, Kamashinsky, Karabag and Dekhkanabad reservoirs by the management of the operation of reservoirs in the Kashkadarya region, the Zhiidalisay, the Varzikskoe reservoirs, the Eskirekshaykshay region operation of reservoirs in the Tashkent region under the Ministry of Water Resources (Certificate of the Ministry of Water Resources No. 02 / 25-4705 dated December 7, 2019). As a result, the opportunity has been created to save water resources up to 10-15% by increasing the efficiency of the reservoir operation and providing reliable water to all consumers.

**The volume and structure of the dissertation.** The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references and appendixes. The volume of the thesis is 193 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part )**

1. Гаппаров Ф.А. Сув омборларини хавфсиз ва самарали ишлатишни ташкил этиш. «Agro ilm» журнали.-Тошкент, 2007.-№ 4.-Б. 32. (05.00.00; №3).
2. Гаппаров Ф.А., Маматов С.А., Абдулаев Ж. Сув йўли сознинг иши ҳам соз «Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги» журнали. – Тошкент, 2011. -№ 9. -Б. 24. (05.00.00; №8).
3. Абдулаев Ж., Гаппаров Ф.А. Суғориш тормоқлари равонлиги-юқори ҳосилга замин. «Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги» журнали. – Тошкент, 2011. - № 11. - Б. 5-6. (05.00.00; №8).
4. Гаппаров Ф.А. Суғориш тормоқлари соз бўлса. «Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги» журнали. – Тошкент, 2014. – № 11. – Б. 13. (05.00.00; №8).
5. Гаппаров Ф.А., Нишонов Ф.Х., Фатхуллаев А.М., Худайкулов С.И. Возникновение кавитации в дисперсной смеси. Узбекский журнал «Проблемы механики». – Ташкент, 2015. - № 2. – С. 18-22. (05.00.00; №6).
6. Худайкулов Б.С., Якубова Х.М., Гаппаров Ф.А., Нишонов Ф.Х. Математическое моделирование динамики минерализации дренажных вод. Узбекский журнал «Проблемы механики». – Ташкент, 2015. - № 2. – С. 30-33. (05.00.00; №6).
7. Гаппаров Ф.А., Аджимуратов Д., Худайкулов С.И., Арипов И.К., Эрманов Р.А., Абиров А. Осаждение неоднородных по крупности наносов при действии ветровых волн. Узбекский журнал «Проблемы механики». – Ташкент, 2015. - № 3-4. – С. 44-48. (05.00.00; №6).
8. Янгиеев А., Гаппаров Ф.А., Аджимуратов Д. Грунт тўғонлар танасидаги фильтрация жараёни ва уни пьезометрларга кимёвий таъсири тадқиқоти натижалари. «Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали. –Тошкент, 2017. - № 4(10). – Б. 36-39. (05.00.00; №22).
9. Гаппаров Ф.А., Ирмухаммедова Л.Х., Faffarova M.F. Рациональный режим наполнения и сработка ирригационных водохранилищ. Международный научный журнал «Технологии техника инженерия». - Казань, (09)/2018. - № 3.- С. 25-29.
10. Гаппаров Ф.А., Қодиров С.М. Математическая модель управления ветровыми волнами. Журнал «Гидротехника». Санк-Петербург, 3(52)2018. С. 63-65. (05.00.00; №33).
11. Гаппаров Ф.А., Қодиров С.М., Faffarova M.F. Диспетчерский график по рациональному наполнению и сработке водохранилищ. Журнал «Гидротехника». Санк-Петербург, 4(52)2018. С. 98-100. (05.00.00; №33).
12. Yangiev A., Gapparov F.A., Adjimuratov D. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences 97, 05032. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705032>.
13. Gapparov F.A., Kodirov S., Mansurov S. The evaporation loss from water reservoirs of Uzbekistan. E3S Web of Conferences. E3S Web of Conferences 97, 05027. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705027>.

14. Янгиев А., Гаппаров Ф.А., Аджимуратов Д. Исследование фильтрации в теле грунтовых плотины и её химическое влияние на пьезометры. «Irrigatsiya va Melioratsiya» журнали. –Тошкент, 2019. - № 3. –Б. 33-37. (05.00.00; №22).
15. Гаппаров Ф.А., Қодиров С., Янгиев А., Назаралиев Д. The results of monitoring the formation of flashfloods in mountains and foothill areas of Uzbekistan. «Memorhilik va qurilish muammolari» журнали. –Самарқанд, 2019. - № 3. –Б. 152-154. (05.00.00; №14).
16. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж., Аманов Б. Ирригация каналлари сувидан фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш. «Agro ilm» журнали. –Тошкент, 2020.- №2 (65) Б. 86-87. (05.00.00; №3).
17. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж. Тоғ ва тоголди худудларида сел оқимини шаклланиш мониторинги. «Agro ilm» журнали. –Тошкент, 2020.- №3 (65) Б.54-55. (05.00.00; №3).
18. Kodirov S., Gapparov F.A. Change of hydrological regime of foothill smal rivers of Uzbekistan. International journal research culture Soceity-2020 DOI: 10.2017 / IJRCS.2456.6683 / 202004048. (Journal Impact Factor, IF 5.743)
19. Paluanov D. T., Gapparov F. A. Factors Influencing Exploitative Reliability of Hydro Technical Constructions. Journal of Critical Reviews. Vol 7, Issue 7, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.31838/jcr.07.07.19>. (Journal Impact Factor, IF 1.091)

## **II бўлим (II часть; II part)**

20. Садыков А.Х, Гаппаров Ф.А. Определение расчётной высоты волн для оценки надёжности гидротехнических сооружений водохранилищ Узбекистана. Сб. трудов САНИИРИ 80 лет: 1925-2005. – Ташкент, 2005. – С. 401-403.
21. Садыков А.Х, Гаппаров Ф.А. Метод ежегодного учёта уменьшения объёма водохранилища на основе его водного баланса прошлых лет. Сб. трудов САНИИРИ 80 лет: 1925-2005. – Ташкент, 2005. – С. 404-410.
22. Садыков А.Х, Гаппаров Ф.А. Ишончлилик мезонларини ҳисоблаш асосида ирригация сув омборларини хавфсиз ишлатишни таъминлаш. «Ўзбекистон Республикасида сув хўжалиги ва мелиорациянинг бозор иқтисодиётига ўтиш шароитида ривожланиши» мавзусида респ. миқёсидаги илм.-амал. анж. – Тошкент: САНИИРИ, 2006. – Б. 130-131.
23. Гаппаров Ф.А., Абдуллаев Ж. Тўдакўл сув омборини хавфсиз ишлатишни ташкил этиш. «Сув хўжалиги ва ер мелиорациясида илмий тадқиқотларни ривожланишида ёшларни роли» мавзусида респ. илм.-амал. анж. – Тошкент: САНИИРИ, 2008. – Б. 76-78.
24. Гаппаров Ф.А., Маматов С.А. Сув омборлари эксплуатацияси ишончлилигига таъсир этувчи экологик омиллар. «Фермер хўжаликларида сув ресурсларидан самарали ва мақсадли фойдаланишнинг долзарб масалалари ва муаммолари» мавзусида респ. илм.-амал. анж. – Тошкент: САНИИРИ, 2009. – Б. 13-16.
25. Гаппаров Ф.А., Маматов С.А. Сув омборлари эксплуатацияси ишончлилигига таъсир этувчи омиллар. «Ягона табиий тарихий худудда табиий ресурслардан фойдаланиш ва уларни муҳофаза қилишнинг экологик-географик

- жиҳатлари». – Фарғона: ФарДУ, 2010. – Б. 108-109.
26. Гаппаров Ф.А., Содиков А., Нарзиев Ж. Сув омборлари эксплуатацияси ишончлилик элементларини баҳолаш. Сб. трудов. САНИИРИ 85 лет: 1925-2010. – Ташкент, 2010. – С. 135-143.
27. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж., Умаров М. Сув омборлари лойқаланган ҳажмининг ўзгаришини баҳолаш. «Сув хўжалиги ва сугориладиган ерларни мелиорациясини долзарб муаммолари» мавзусида респ. миқёсидаги илм.-амал. анж. – Тошкент: САНИИРИ, 2011. – Б. 169-172.
28. Гаппаров Ф.А., Аджимуратов Д Мавсумий бошқарилувчи сув омборларидаги ҳисобий шамол тезлигини аниқлаштириш. «Мелиорация, атроф-муҳит экологиясини яхшилаш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланишни такомиллаштириш масалалари» мавзусида респ. миқёсидаги илм.-амал. анж. – Тошкент: ИСМИТИ, 2012. – Б. 137-139.
29. Гаппаров Ф.А., Хамидов А.А., Худайкулов С.И. Закономерности измерения поверхности волновых движений слоено неоднородной смеси. Респ. науч.-прак. конф. «Вопросы совершенствования эффективного использования водных ресурсов, а также улучшения мелиорации и экологии окружающей среды». – Ташкент: НИИИВП, 2012. – С. 232-236.
30. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж.Ж., Аджимуратов Д., Назаралиев Д.В. Сув омборлари қирғоқларининг сув таъсирида шаклланиши. Ўзбекистон Республикаси сув ресурслари таъминоти, сифати ва сугориладиган ерларнинг мелиорациясини яхшилаш муаммолари» мавзусида респ. миқёсидаги илм.-амал. анж. – Тошкент: ИСМИТИ, 2013. – Б. 62-65
31. Гаппаров Ф.А., Маматов С.А., Ибрагимов Ф.И. Тоголди худудларда жойлашган сув омборларидан қувурли тизимда сув етказиб беришда шаклланадиган босим асосида ишлайдиган томчилатиб сугориш тизимини асослаш. «Ўзбекистон Республикаси сув ресурслари таъминоти, сифати ва сугориладиган ерларнинг мелиорациясини яхшилаш муаммолари» мавзусида респ. миқёсидаги илм.-амал. анж. – Тошкент: ИСМИТИ, 2013. – Б. 121-124.
32. Гаппаров Ф.А., Худайкулов С.И., Нарзиев Ж.Ж., Ахмеджанов Д.Г. Расчёты возмущения и осаждения частиц дисперской смеси в водоёмах. Респ. науч.-прак. конф. «Проблемы улучшения обеспеченности, качества водных ресурсов и мелиорации орошаемых земель Республики Узбекистан». – Ташкент: НИИИВП, 2013. – С. 194-197.
33. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж.Ж., Гаффорова М.Ф. Чимқўргон сув омбори юзасидан бўланаётган буғланишни ойлик ҳисобий катталигини аниқлаштириш. «Ўзбекистон республикаси жанубий худудида сув ресурсларидан самарали фойдаланишнинг муаммо ва ечимлари» мавзусида респ. илм.-амал. анж. – Қарши: ҚарМИИ, 2016. – Б. 54-56.
34. Гаппаров Ф.А., Д.В. Назаралиев, Ж.Ж. Нарзиев Сув омборларини хавфсиз ва самарали ишлатишни ташкил этиш. Ҳалқаро илмий-амалий анжуман// ТИМИ, Тошкент, 2017.-Б. 66-69.
35. Гаппаров Ф.А., Назаралиев Д.В., Гаффорова М.Ф. Сув омборлари иншоотларининг мустаҳкамлиги ва барқарорлигига бўладиган ўзгаришлар. Суформа дехқончиликда сув ва ер ресурсларидан оқилона фойдаланишнинг

экологик муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани Тошкент: ТИҚХММИ, 2017. - Б. 303-305.

36. Гаппаров Ф.А., Каримов С., Faffarova M.F. Сув омбори иншоотлари техник ҳолатини сувнинг агрессивлиги таъсирида ўзгаришлари. Суформа дехқончиликда сув ва ер ресурсларидан оқилона фойдаланишнинг экологик муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани Тошкент: ТИҚХММИ, 2017. - Б. 337-340.

37. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж.Ж. Сув омбори тошиб кетишини башорат қилиш ва уни олдини олиш. “Гидротехника иншоотларининг самарадорлиги, ишончлилиги ва хавфсизлигини ошириш” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. ТИҚХММИ, Ташкент, 2018.-Б. 196-199.

38. Gapparov F.A., Yangiev A., Adjimuratov D. Filtration process in earth fill dam body and its chemical effect on piezometers. E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 2019. – Т. 97. – 05032.

39. Gapparov F.A., Kodirov S., Mansurov S. The evaporation loss from water reservoirs of Uzbekistan. E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 2019. – Т. 97. – 05027.

40. Гаппаров Ф.А., Мансуров С., Қодиров С., Faffarova M. Изменение гидрологического режима предгорных малых рек. Халқаро илмий-амалий конференция. ТАТУ, Тошкент-2019. DOI: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011993.

41. Янгиеев А.А., Гаппаров Ф.А., Аджимуратов Д.С. Мониторинг формирования селевых потоков на горных и предгорных районах Узбекистана. Материалы международной научно-практической конференции «IV Уркумбаевские чтения» Казакстан 23-24 ноябрь 2019. С. 190-192.

42. F Gapparov, D Nazaraliev, Q Eshkuvatov. Assessment of Chimkurgan water reservoir sedimentation processes IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 883 (2020) 012039 doi:10.1088/1757-899X/883/1/012039.

43. S Kodirov, F Gapparov Impact of global climate change on the surface runoff of the Chatkal River IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 883 (2020) 012071 doi:10.1088/1757-899X/883/1/012071.

44. Гаппаров Ф.А., Нарзиев Ж., Faaffarova M Дарё ҳавзаси сув русурсларини бошқариш ва улардан фойдаланишнинг такомиллаштиришни таъминловчи дастурий таъминот. Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. DGU 06668, 2019.

45. Арифжанов А., Самиев Л., Гаппаров Ф.А., Латипов Н., Жалилов С. Сув омборининг гидрологик режимини ҳисоблаш дастури. Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. DGU 07028, 2019.

46. Гаппаров Ф.А., Арифжанов А., Исмоилов А Парапет конструкциясини ҳисоблаш дастури. Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. DGU 07859.2020.

47. Исмоилов А., Гаппаров Ф.А., Боймуродов А., Хуррамов А. Сув омборларини самарали тўлдириш ва бўштишни ҳисоблаш дастури. Ўзбекистон республикаси интеллектуал мулк агентлиги. DGU 07858.2020.

Автореферат “ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ“ илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (18.09.2020 йил)

Босишга рухсат этилди: 2.11.2020 йил  
Бичими 60x84  $\frac{1}{16}$ , “Times New Roman”

гарнитурада рақамли босма усулида босилди.

Шартли босма табоғи 4. Адади:100. Буюртма: №94.

Тошкент тўқимачилик ва ёнгил саноат босмахонасида чоп этилди.

Манзил: 100100, Тошкент ш., Шоҳжаҳон кўчаси, 5- уй

