

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

---

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

**НЕЪМАТОВ ДАВЛАТБЕК БЕРДИЁР ЎҒЛИ**

**СУВ ОМБОРЛАРИ СУВ РЕСУРСЛАРИДАН ИШОНЧЛИ ВА  
ХАВФСИЗ ФОЙДАЛАНИШНИНГ ГИДРАВЛИК УСУЛЛАРИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ  
(ЗОМИН СУВ ОМБОРИ МИСОЛИДА)**

**05.09.07-Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2025**

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

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

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

**Неъматов Давлатбек Бердиёр ўғли**

Сув омборлари сув ресурсларидан ишончли ва хавфсиз  
фойдаланишнинг гидравлик усуллари тақомиллаштириш  
(Зомин сув омбори мисолида)..... 3

**Неъматов Давлатбек Бердиёр угли**

Совершенство гидравлических методов надежного и  
безопасного использования водных ресурсов водохранилищ (на  
примере Зааминского водохранилища)..... 21

**Nematov Davlatbek Berdiyoy ugli**

Improving hydraulic methods for the reliable and safe utilization of  
reservoir water resources (on the example of the Zaamin reservoir)..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 43

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

---

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

**НЕЪМАТОВ ДАВЛАТБЕК БЕРДИЁР ЎҒЛИ**

**СУВ ОМБОРЛАРИ СУВ РЕСУРСЛАРИДАН ИШОНЧЛИ ВА  
ХАВФСИЗ ФОЙДАЛАНИШНИНГ ГИДРАВЛИК УСУЛЛАРИНИ  
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ  
(ЗОМИН СУВ ОМБОРИ МИСОЛИДА)**

**05.09.07-Гидравлика ва муҳандислик гидрологияси**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2025**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2025.4 PhD/Т6076 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида ([www.ismiti.uz](http://www.ismiti.uz)) ва "ZiyoNet" ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

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

**Расмий оппонентлар:**

**Палуанов Данияр Танирбергенович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Эшқуватов Қувончбек Шавкатович**  
техника фанлари фалсафа доктори (PhD)

**Етакчи ташкилот:**

**Жиззах Политехника институти**

Диссертация химояси Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги Илмий даражалар берувчи DSc.41/30.04.2021.Т.131.01 рақамли илмий кенгашнинг «20» 12 2025 йил соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100187, Тошкент, Қорасув-4 мавзеси, 11 уй. Тел: 994344328, e-mail: [ismiti@minwater.uz](mailto:ismiti@minwater.uz)).

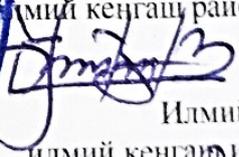
Диссертация билан Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти библиотекасида танишиш мумкин (12 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100187, Тошкент, Қорасув-4 мавзеси, 11 уй. Тел: 994344328).

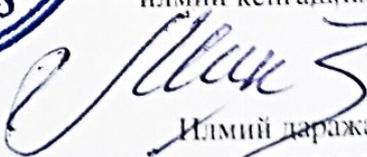
Диссертация автореферати 2025 йил «4» 12 кун таркатилди.

(2025 йил «4» 12 даги 12 рақамли реестр баённомаси).



  
О.Я. Гловацкий  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

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

  
М.Р. Икрамова  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси,  
т.ф.д., профессор

## КИРИШ (фалсафа доктори PhD диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда сув омборининг гидрокимёвий режимини ўзгаришига боғлиқ ҳолда аҳолини хавфсиз ва ишончли ичимлик суви билан таъминлаш, сув омборининг гидрологик режимига боғлиқ ҳолда ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик суви таъминоти тақсимотининг мақбул параметрларини ҳисоблашнинг гидравлик усулларини такомиллаштириш ҳамда сув омборларидан комплекс мақсадларда фойдаланиш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда комплекс мақсадларда дунё бўйича 28000 та сув омборлардан 30 фоизи ирригация, гидроэнергетика, ичимлик сув таъминоти тизимида бир вақтда фойдаланиб келинмоқда<sup>1</sup>, шу билан бир қаторда тизимларида сув тақсимоти мураккаб режимга эга ҳисобланади. Бу борада, жумладан сув омборидан ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг мақбул иш режимини ишлаб чиқиш, сув омбори сув ресурсларидан иқтисодиёт соҳаларида ишончли ва хавфсиз фойдаланиш технологияларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда сув омборлари сув ресурсларини ирригация, гидроэнергетика, ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз тақсимлашнинг гидравлик усулларини такомиллаштириш, сув омборининг мақбул иш режими ишлаб чиқиш ҳамда сув омбордаги сув сатҳи динамикасининг гидравлик модели такомиллаштиришга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, сув омборининг гидрокимёвий режимини ўзгаришига боғлиқ ҳолда аҳолини хавфсиз ва ишончли ичимлик суви билан таъминлашнинг гидравлик усулларини такомиллаштириш, ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимлари иш режимларини мувофиқлаштириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, сув омборларидан ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимида фойдаланишда рўй берадиган гидродинамик ва гидроэнергетик параметрларини ўзгариши таъсирида қуйи бўёфдаги гидротехника ва гидроэнергетика иншоотларининг ишончли ва самарали иш режимларини таъминлаш масалалари долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда сув омборлари сув ресурсларини ирригация, гидроэнергетика, ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз тақсимлашнинг гидравлик усулларини такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар ўтказиш ва уларни амалда қўллаш бўйича кенг қўламли чоратадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида жумладан “Сув ресурсларини бошқариш тизимини тубдан ислоҳ қилиш ва сувни иқтисод қилиш бўйича алоҳида давлат дастурини амалга ошириш”<sup>2</sup> бўйича вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, сув хўжалиги мажмуаси

<sup>1</sup> <https://www.oecd.org>

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

иштирокчилари ўртасида сув оқимини мақбул тақсимлашнинг самарали усул ва технологияларини ишлаб чиқиш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг 2023 йил 30 августдаги “Гидротехника иншоотларининг хавфсизлиги тўғрисида” ЎРҚ-865-сонли Қонуни, Ўзбекистон Республикасининг 1993 йил 12 июндаги “Сув ва сувдан фойдаланиш тўғрисида”даги ЎРҚ- 837-ХП-сонли Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6024-сонли, 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сонли Фармонлари, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 11 декабрдаги “Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги сув объектларининг сувни муҳофаза қилиш ва санитария-муҳофаза зоналарини белгилаш тартиби тўғрисидаги низомни тасдиқлаш ҳақида” ги 981-сон қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот иши республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишига мувофиқ ҳолда бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Сув омбори режимини ичимлик сув таъминоти тизимига мослаштириш ҳамда сув омборининг гидрологик режимлари билан гидроэлектростанциялар энергетик характеристикалари ўртасидаги боғлиқлик қонуниятлари масалалари билан С.Эрол, Ч.Тейс, Ч.Джейкоба, Л.Лукнер, В.А.Мироненко, В.М.Шестаков, А.А.Самарский, Н.Н.Веригин, Л.С.Язвин, Б.В.Боревский, И.К.Гавич, ишларида яхши ўрганилган.

Сув омборлари ва уларга гидравлик боғланган гидроэлектростанциялар, ирригация ва ичимлик сув таъминоти тизимида рўй берадиган гидродинамик, гидроэнергетик ва гидрокимёвий параметрларнинг ўзаро узвий хусусиятлари билан боғлиқ гидродинамик жараёнлар А.Н.Тихонов, Ф.И.Баранов, В.А.Костицын, Г.С.Хованский, А.А.Ляпунов, Б.П.Рудаков, Г.Рейли, Е.Стомелом, Д.Бампус, Г.Г.Винберг, С.А.Анисимов, В.В.Меншуткин, А.А.Умнов, И.А.Полетаев, Ш.Х.Рахимов, И.Бегимов, З.Ибрагимов ишларида яхши ўрганилган.

Шу билан бир қаторда ижтимоий ва иқтисодий муҳим аҳамиётга эга сув омборлари ва уларга гидравлик боғланган ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимлари иш режимларини мувофиқлаштириш билан боғлиқ мураккаб гидравлик, гидродинамик, гидрологик, гидроэнергетик, гидрокимёвий жараёнларни тадқиқ қилиш, уларни муҳим характерли хусусиятларини гидравлик ҳисоблаш усулларини

такомиллаштириш билан боғлиқ илмий-техника масалалари етарлича ўрганилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтининг НД-2022 “Зомин сув омбори эксплуатациясининг тартиб-қоидалари”, НД-2023 “Зомин сув омбори сув ресурсларини ирригация-гидроэнергетика мақсадларида фойдаланиш усулларини такомиллаштириш” ҳамда НД-2024 “Зомин сув омбори сув ресурсларидан иқтисодиёт соҳаларида ишончли ва хавфсиз фойдаланиш технологияларини такомиллаштириш” лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Сув омборлари сув ресурсларини ирригация, гидроэнергетика, ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз тақсимлашнинг гидравлик усулларини такомиллаштириш.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

сув омборларидаги сув ресурсларни иқтисодиёт тармоқларида тақсимлашни бошқаришнинг моделларини ретроспектив таҳлили;

Зомин сув омборининг гидрологик, гидродинамик, гидроэнергетик ва гидрокимёвий режимларини натурада экспериментал тадқиқ қилиш;

сув омборида ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимларининг мақбул ишлаш режимини (мутаносиблигини) таъминловчи энергетик ва гидравлик параметрларни ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш;

сув омборидаги гидроэлектрстанция ишлаб чиқарадиган электр энергия параметрларини ҳамда сув омбордаги сув сатҳи динамикасининг гидравлик моделини такомиллаштириш;

сув омборининг гидрокимёвий режимини ўзгаришига боғлиқ ҳолда аҳолини хавфсиз ва ишончли ичимлик суви билан таъминлаш параметрларини ҳисоблашнинг гидравлик усулларини такомиллаштириш;

Зомин сув омборидан ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг мақбул иш режимини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Жиззах вилоятидаги Зомин сув омбори танлаб олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** сув омбори чашаси, ирригация, микрогидроэлектростанция ва ичимлик сув таъминоти тизимидаги гидрологик, гидравлик ва гидрокимёвий жараёнларни тадқиқ қилиш.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида сув омборларининг гидрологик режими, ирригация, микрогидроэлектростанция ва ичимлик сув таъминоти тизимидаги гидравлик ва гидрокимёвий жараёнлар умумқабул қилинган назарий ва экспериментал усуллар ёрдамида ҳамда лаборатория шароитларида тадқиқ қилинади.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

оптималлаштириш назарияси услублари асосида сув омборидан ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимларининг

мақбул ишлаш режимини таъминловчи энергетик ва гидравлик параметрларни ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилган;

Штурма-Лиувилль назарияси асосида сув омборидаги гидроэлектростанция ишлаб чиқарадиган электр энергия параметрлари ҳамда сув омбордаги сув сатҳи динамикасининг гидравлик модели такомиллаштирилган;

сув ва ионлар концентрацияси динамикасининг баланс тенгламаси асосида сув омборининг гидрокимёвий режимини ўзгаришига боғлиқ ҳолда аҳолини хавфсиз ва ишончли ичимлик суви билан таъминлаш параметрларини ҳисоблашнинг гидравлик усули такомиллаштирилган;

ирригация-энергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимини мувофиқлигини таъминлаш концептуал модель асосида сув омборидан ирригация, гидроэнергетика ҳамда ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг мақбул иш режими ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

Зомин сув омборининг гидрологик, гидродинамик режимларига боғлиқ ҳолда ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимлари ўртасидаги сув тақсимотининг мақбул параметрлари экспериментал аниқланган.

сув омборидан комплекс мақсадларда фойдаланиш учун таклиф этилган диспетчерлик графиги асосида сув омборининг ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимлари учун мақбул иш режими модели такомиллаштирилган.

Зомин сув омборидан ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг мақбул иш режими ишлаб чиқилган.

сув омборидаги сув сатҳи динамикаси, гидроэлектростанция томонидан ишлаб чиқиладиган электр энергия, ирригация ва ичимлик сув таъминоти учун талаб этиладиган сув оқимининг гидравлик параметрларини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги назарий ечимларни ишлаб чиқишда умумқабул қилинган гидродинамик қонуниятлар ва синовдан ўтган математик усулларга асосланганлиги, олинган назарий натижаларни амалда ўтказилган тадқиқотлар натижалари билан солиштирилганлиги ҳамда бошқа олимлар томонидан олинган натижалар билан таққослаб текширилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимларининг мақбул ишлаш режимларини (мутаносиблигини) таъминловчи энергетик ва гидравлик параметрларнинг гидравлик ҳисоблаш усуллари, сув омбори тўғонидаги микрогидроэлектрстанция (микро ГЭС) ишлаб чиқарадиган электр энергия параметрлари ҳамда юқори бўёфдаги сув сатҳи динамикасининг гидравлик

моделини ҳамда сув омборининг гидрокимёвий режимини ўзгаришига боғлиқ ҳолда аҳолини хавфсиз ва ишончли ичимлик суви билан таъминлаш параметрларини ҳисоблашнинг гидравлик усули такомиллаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Зомин сув омборининг гидрологик, гидродинамик режимларига боғлиқ ҳолда ирригация, гидроэнергетика ва коммунал хўжалиги ўртасидаги сув тақсимотининг мақбул параметрлари экспериментал аниқланганлиги, сув омбори учун таклиф этилган диспетчерлик графиги асосида ирригация-гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимининг мақбул ишлаш режимини таъминлашнинг модели такомиллаштирилганлиги ҳамда сув омборидаги сув сатҳи, микро ГЭС томонидан ишлаб чиқиладиган электр энергия, ирригация ва ичимлик сув таъминоти учун талаб этиладиган сув оқимининг гидравлик параметрларини ҳисоблаш усули ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Сув омборлари сув ресурсларидан ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг гидравлик усулларини такомиллаштиришдан олинган натижалар асосида:

сув омборида ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимларининг мақбул ишлаш режимини (мутаносиблигини) таъминловчи энергетик ва гидравлик параметрларни такомиллаштирилган ҳисоблаш усуллари ҳамда сув омборидаги гидроэлектрстанция ишлаб чиқарадиган электр энергия параметрлари ҳамда сув омборидаги сув сатҳи динамикасининг гидравлик модели Сирдарё-Зарафшон ирригация тизимлари ҳавза бошқармаси фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2025 йил 10 октябрдаги 04/19-5471 сон маълумотномаси). Натижада, Зомин сув омбори сув ресурсларидан фойдаланишда номутаносиблар мавжудлиги сабабли кузатиладиган сув тақчиллиги олди олиниб, йилига ўртача кўшимча 90,0 млн.м<sup>3</sup> сув ресурсларидан самарали фойдаланишга эришилган.

Сув омборидан ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминотида ишончли ва хавфсиз фойдаланиш учун ишлаб чиқилган мақбул иш режими ҳамда сув омборининг гидрокимёвий режимини ўзгаришига боғлиқ ҳолда аҳолини хавфсиз ва ишончли ичимлик суви билан таъминлаш параметрларини ҳисоблашнинг такомиллаштирилган гидравлик усули Зомин ирригация тизими бошқармаси фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг 2025 йил 10 октябрдаги 04/19-5471 сон маълумотномаси). Натижада, сув тақчиллиги олди олиниб, сув омборидан комплекс фойдаланиш тизими такомиллаштирилиб, йилига ўртача 6-8 фоиз сув ресурсларидан самарали фойдаланишга эришилди.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот ишининг натижалари 6 та халқаро ва 6 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокама қилинган ва маъқулланган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 21 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD)

диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 9 та мақола, жумладан, 6 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 110 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, тадқиқот объекти ва предмети тўғрисида маълумотлар келтириб ўтилган. Бажарилган тадқиқотларнинг Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалар баён этилган. Олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти ёритиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Сув омборлари сув ресурсларини иқтисодиёт тармоқларида тақсимлашнинг бошқариш моделларининг ретроспектив таҳлили”** деб номланган биринчи бобида сув хўжалиги мажмуаси (ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизими) иштирокчилари ўртасида сув ресурсларини тақсимоли масалаларига бағишланган фонд материаллари ва илмий-тадқиқот ишлари таҳлили келтирилган. Жумладан, Чирчик-Оҳангарон-Келес ирригация ҳавзаси мисолида сув хўжалиги мажмуаси иштирокчилари бўйича сув тақсимотини бошқарув компонентларини адаптация қилиш масалаларига бағишланган В.А.Духовний, В.И.Соколов, Х.Мантритаке ишлари таҳлил қилинган.

Сув омборларидаги гидрологик ва гидроэкологик жараёнларни математик моделлаштиришга бағишланган илмий-тадқиқот ишларининг ҳамда гидротехникадаги гидродинамик жараёнларни моделлаштиришда қўлланиладиган математик моделларни ретроспектив таҳлилларининг натижалари баён қилинган. Ф.И.Баранов, В.А.Костицын, Г.С.Хованский, А.А.Ляпунов, Б.П.Рудаков, Г.Рейли, Е.Стомелом, Д.Бампус, Г.Г.Винберг, С.А.Анисимов, В.В.Меншуткин, А.А.Умнов, И.А.Полетаев, Ш.Х.Рахимов, И.Бегимов ва З.Ибрагимовлар ишларида йилнинг турли фаслларида сув омборларининг гидрокимёвий режимига боғлиқ ҳолда сув омбордан ичимлик суви таъминотида олинаётган сувнинг сифат кўрсаткичларининг динамикасини ифодаловчи математик моделлар ишлаб чиқилган. Сув омборининг гидрологик режимига боғлиқ ҳолда сув омбори тўғонида пастки бьефидаги микро гидроэлектрстанциясининг гидравлик ва энергетик характеристикаларини асосий параметрлари тадқиқ қилинган. Баланс-гидроэнергетика тамойилларини характерловчи параметрлар математик моделлаштиришда киритилган. Бунда йирик сув омборлари ва юқори напорли ГЭС ларнинг ирригация ва гидроэнергетика мақсадларида ишлатилиши характерли жиҳатлари тадқиқ қилинган.

А.Х.Мардиханов, С.В.Митрофанов, Е.П.Богоджа, М.К.Muleta., J.W.Nicklow, A.W.Warrick, Y.Zhang, F.Chiew ишларида гидротехникадаги гидродинамик жараёнларни моделлаштиришнинг бир қанча турлари яхши тадқиқ қилинган. Сув омборларининг ирригация-гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимидаги динамик жараёнларни имитация қилишда асосан концептуал ёки математик моделлардан кенг қўлланилади. Концептуал моделлар орқали сув объектларидаги жараёнлар диаграмма, график, жадвал, блок-схема кўринишида ифодаланади. Аммо ушбу модел орқали сув объектларида рўй бераётган динамик жараёнларни ифодалаш чекланган.

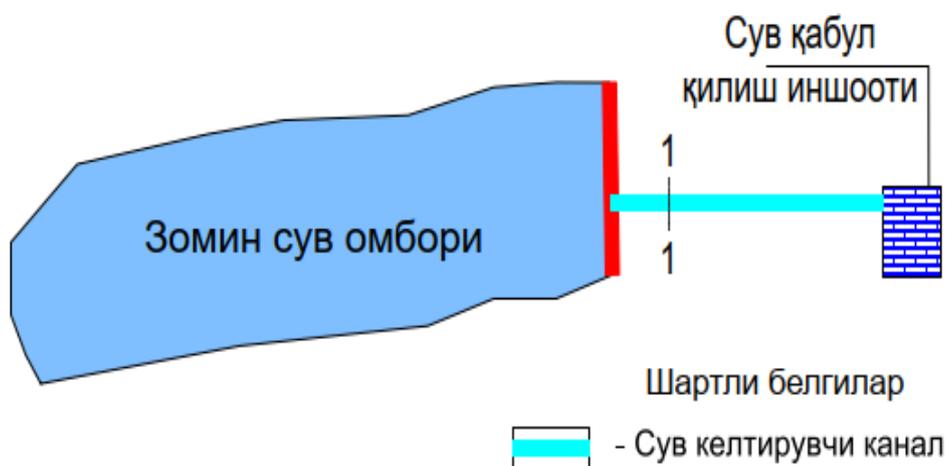
Ушбу ҳолат сув ресурсларини иқтисодиёт тармоқларида тақсимлаш жараёнларини бошқариш компонентларини такомиллаштиришни тақозо этади. Шу сабабли конкрет Зомин сув омбори мисолида, тармоқлараро сув таъминоти тизимини бошқаришнинг гидравлик моделларини такомиллаштиришни мақсад қилиб олинди.

Диссертациянинг “Зомин сув омборининг гидрологик, гидроэнергетик ва гидрокимёвий режимларини экспериментал тадқиқотлари” деб номланган иккинчи бобида Зомин сув омборини тўлдирувчи манбанинг гидрологик ва геологик масаллари тадқиқ қилинган.

Сув омбори ҳавзасининг асоси тоғ жинслари неоген ва силур даврининг тўртламчи ётқизиқларидан иборат бўлиб кенглиги 150 м бўлган аллювиал шағалли қатламдан иборат. Ҳавзага туташ геологик қатламлар сланецли тоғ жинсларидан иборат. Ҳавза асосидаги аллювиал-шағал ётқизиқларининг фильтрация коэффиценти 86-268 м/сут ни ташкил этади.

Ҳавза тубининг қайирларидаги террасаларни ҳосил қилган аллювиал тоғ-жинси ётқизиқлари орасида, 0,5-2,5 м чуқурликда ер ости сувларининг йўналиши мавжуд. Ушбу грунт сувлар оқимининг нишаблиги 0,02 га тенг бўлиб дарё ўзани оқими бўйлаб ҳаракатланади.

Каналнинг тегишли ҳисобий 1-1, қирқимида (1-расм) ўлчанган сув оқимининг гидравлик параметрларининг экспериментал параметрлари 1-жадвалда келтирилган.



**1-расм. Сув келтирувчи канал ва магистрал қувурда ўлчов тадқиқотлар амалга оширилган ҳисобий қирқимлар.**

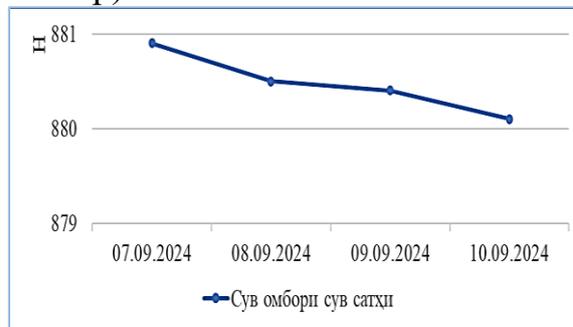
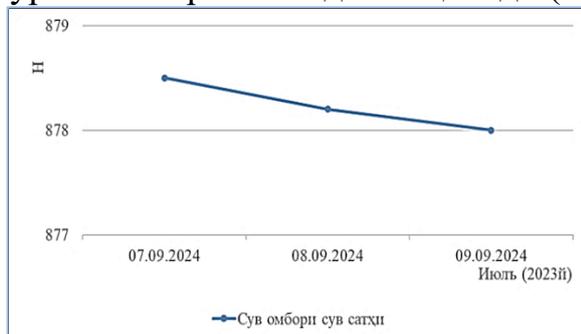
**Сув келтирувчи канал ва магистрал қувурда ўлчов тадқиқотларидан олинган натижалар**

Т/р	Ўлчов ўтказилган сана	Ҳисобий қирқимлар	Пикет рақами	Гидравлик параметрлар			
				$\omega$ , (м <sup>2</sup> )	h, (м)	u, (м/с)	Q, (м <sup>3</sup> )
1	14.07.2023	1-1	1+50	2,2	1,0	2,5	5,5
2	15.07.2023	1-1	1+50	1,95	0,92	2,6	5,07
3	16.07.2023	1-1	1+50	1,8	0,85	2,2	3,96
4	8.09.2024	1-1	1+50	1,12	0,67	1,5	1,68
5	9.09.2024	1-1	1+50	1,25	0,75	1,4	1,75
6	10.09.2024	1-1	1+50	1,31	0,81	1,45	1,90

Экспериментал тадқиқотлар ўтказиш услубига асосан ичимлик сув тизимининг бош иншоотидан чикувчи қувурнинг ( $\varnothing - 720\text{мм}, 400\text{мм}$ ) бошланғич қисмида ҳамда сув қувурининг ПК1+50 пикетида (2-расм) сув оқимининг гидравлик параметрлари аниқланган.

Зомин сув омборига боғланган суғориладиган майдонларни сув билан таъминлаш ҳолати баҳоланган. Зомин сув омборига 8 минг.га яқин суғориладиган майдонлар боғланган. Зомин сув омбори сув ресурсларидан фойдаланишда номутаносиблар мавжудлиги сабабли иқтисодиёт тармоқлари: ирригация, гидроэнергетика ва коммунал хўжалигида йил давомида 154,6 млн.м<sup>3</sup> сув ресурсларини тақчиллиги юз берган.

Зомин микроГЭС параметрларининг экспериментал тадқиқотлари ёз-куз ойларида 2023 йилнинг 14-16 июль кунларида ҳамда 2024 йилнинг 7-10 сентябр кунлари бажарилди. Тадқиқот услубига кўра сув омборидаги сув сатҳининг ўзгаришга боғлиқ ҳолда микроГЭС кириш ва чиқиш қувурларидаги сув оқимининг тезлиги, сарфи ва босими экспериментал тадқиқотлар асосида аниқланди. Сув омбори сув сатҳи тўғонинг ПК46 створиди, чашада ўрнатилган сув сатҳини кўрсатувчи гидрометрик рейка кўрсаткичлари асосида аниқланди (2-3-расмлар)

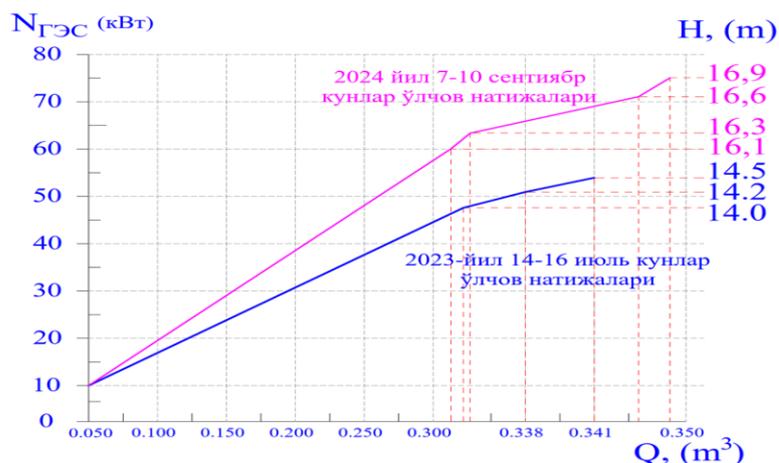


**2-расм. Сув обори юқори бьеф сув сатҳининг кўрсаткичлари**

**3-расм. Сув обори юқори бьеф сув сатҳи кўрсаткичлари**

Сув хўжалиги мажмуаси иштирокчилари ўртасидаги сув тақсимида номутаносиблик мавжуд бўлганлиги сабабли микроГЭС фойдали иш

коэффициенти ўртача 0,59 ни ташкил этган ҳолда Зомин микроГЭС ишлаш қуввати ўртача 115, 8 кВт бўлиб, лойиҳавий қувватга нисбатан ўртача 57,9 фоизга ишламоқда (4- расм).



**4- расм. Сув сарфи ва микро ГЭС энергетик параметрларининг боғлиқлик графиги**

Зомин сув омбори гидрокимёвий режимининг муҳим хусусиятларини тадқиқ қилиш мақсадида йилнинг турли даврларида сувдан олинган намуналарнинг лаборатория таҳлиллари баҳоланди. Таҳлилларига кўра, сув омбори сув сатҳининг пасайишига боғлиқ ҳолда эвтрофикация жараёнлари юз бериб намуналар олинган барча қирқимларда аммоний иони, сувнинг қаттиқлиги ва рН водород кўрсаткичлари 8-10 фоизга ортганлиги кузатилган. Ёз-куз ойларида сув омбор сувини ирригация мақсадларида катта миқдорда ишлатилиши сабабли сув омбор сув сатҳи кескин камайиб аммоний азотини кўпайиши нитрат, нитрит ва рН водород кўрсаткичлари концентрациясини ортишига сабаб бўлган. Натижада ичимлик суви таъминоти тизимидаги қувурлардаги сувда рН водород кўрсаткичи сув омбордаги шу катталик кўрсаткичига нисбатан 12-15 фоизга ортган. Шу билан бирга, аммоний иони 2/3, темир 3-4, мис 2-3, марганец 8-10, биоген моддалар концентрацияси 8-10 баробарга ортиб, инсон саломатлигига жиддий таъсир кўрсатиш ҳолати шаклланди.

Диссертациянинг “Зомин сув омборидаги сув ресурсларидан ирригация, гидроэнергетика ҳамда коммунал соҳаларда ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг гидравлик усуллари” деб номланган учинчи бобида ГЭС, ирригация ва ичимлик сув таъминоти тизимларининг мақбул ишлаш режимларини (мутаносиблигини) таъминловчи энергетик ва гидравлик параметрларнинг гидравлик ҳисоблаш усуллари такомиллаштирилган.

Илмий-техника масаласини ечишнинг зарурий шарти сифатида қуйидаги функционал боғлиқликни белгилаб олинган:

$$\Omega=f(H) \quad (1)$$

(1) ифода қуйидаги кўринишда ёзиб олинган:

$$\Omega=A \cdot H^m, \quad (2)$$

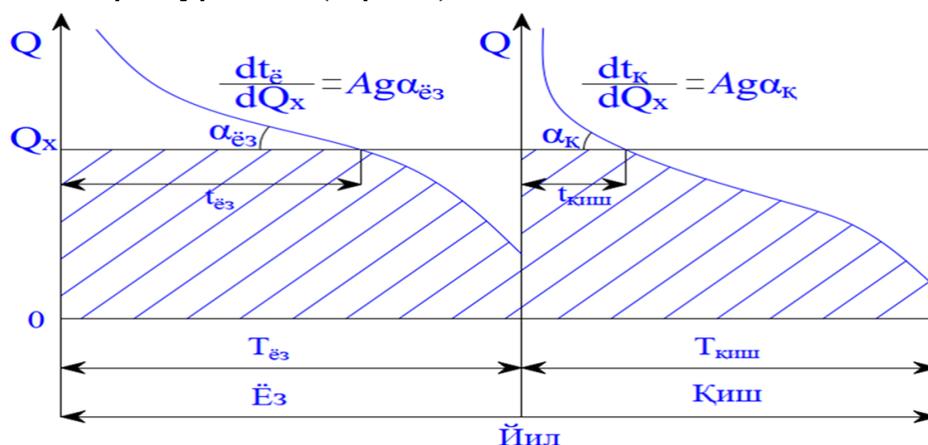
бу ерда:  $A$  ва  $m$ -доимий коэффициентлар,  $1/3 < m < 3$ .

Масалани моҳиятига асосан Зомин сув омборидан сув ресурслари умумий гидроэнергетика, ирригация ва ичимлик сув таъминоти тизимида бир вақтда олинади. Яъни, сув омборидан чиқаётган сув ресурслари пропорция шаклида талабдан келиб чиқиб бўлинади.

Ирригация каналлари ва ичимлик сув таъминоти тизимидаги босимли қувурлар мос равишда ҳудудлар орқали аниқланади. Ушбу ҳолда аниқлаш зарур бўлган параметрлар қуйидагилардан иборат бўлади: гидростанциядаги напор, сув омборидан чиқаётган умумий сув сарфи ҳамда микроГЭС, ирригация ва ичимлик сув таъминотида олинандиган сув сарфларининг нисбати.

Ҳисобий энергетик эффект сифатида микроГЭС нинг қуввати ёки энергия ишлаб чиқариш қобилиятини қабул қилиш мумкин. Шунинг эътиборга олиш керакки, агарда микроГЭС умумий энергия тизими билан боғланган бўлса, у ҳолда йил қирқимида ҳисобий энергетик эффект сифатида энергия ишлаб чиқариш қобилиятини қабул қилиш мумкин. Акс ҳолда, яъни микроГЭС автоном режимда (изоляцияланган) бўлса, у ҳолда микроГЭС нинг қуввати қиш ойларида ёз ойларига нисбатан катта бўлади. Бу ҳолда ҳам қиш ва ёз ойларида истъеъмолчиларни кафолатланган ва ишончли электр энергияси билан таъминлаш зарур бўлади. Тадқиқот натижаларига кўра ирригация ва ичимлик сув таъминотида олинандиган сув сарфини ортиши билан микроГЭС нинг электр энергиясини ишлаб чиқиш қобилияти камайиб боради. Яъни ҳар бир ҳисобий сув сарфи қийматига энергияни таъминловчи напорнинг маълум бир қиймати тўғри келади. Шунинг учун ҳам ҳисобий сув сарфини ортиши билан микроГЭС нинг электр энергиясини ишлаб чиқиши ортади. Кейин эса сув омбор сатҳини пасайиши билан боғлиқ ҳолда микроГЭС напорини камайиши рўй бериб, унинг электр энергиясини ишлаб чиқиши камаяди.

Гидравлик ва энергетик параметрларни аниқлаш мақсадида гидрологик йилни ёз ва қиш даврларига бўлиб, сув сарфларини давомийлигининг мос эгри чизиклари қўрилган (5-расм).



**5-расм. Ёз ва қиш даврлари сув сарфларини давомийлигининг мос эгри чизиклари**

МикроГЭС томонидан йил давомида электр энергиясини ишлаб чиқиш параметрларини ҳисоблаш ишлари бажарилган. Бунинг учун ирригация ва



$$\omega_x = (t_{\text{ёз}} + t_{\text{қиш}})Q_x + \int_{t_{\text{ёз}}}^{T_{\text{ёз}}} Q_{\text{ёз}} dt_{\text{ёз}} + \int_{t_{\text{қиш}}}^{T_{\text{қиш}}} Q_{\text{қиш}} dt_{\text{қиш}} \quad (6)$$

$$\frac{\omega_x}{(m+1)T_{\text{ёз}}} = \frac{(t_{\text{ёз}} + t_{\text{қиш}})}{\frac{dt_{\text{қиш}}}{dQ_x}} \quad (6')$$

бу ерда:  $Q_{\text{ёз}}$  ва  $Q_{\text{қиш}}$  ёз ва қиш ойларида таъминланганлик эгри чизиғи бўйича сарфлар.

(6) ва (6') ифодалар  $Q_x$  параметрнинг маълум қийматларида графоаналитик усул билан ечиш қўлайлиги мавжуд.  $Q_{\text{ёз.ўр}}$  ва  $Q_{\text{қиш.ўр}}$  параметрларнинг ўртача қийматлари маълум бўлса у ҳолда микро ГЭС нинг йиллик электр энергиясини ишлаб чиқиши қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$Э_{\text{йил}} = A_{\text{Г}} \cdot H [(Q_{\text{ёз.ўр}} - A_{\text{ир}} A \cdot H^m) T_{\text{ё}} + Q_{\text{қиш.ўр}} \cdot T_{\text{қ}}] \quad (4')$$

(4') ифодани  $H$  бўйича дифференциаллаб, олинган ифодани нолга тенглаштириб қуйидаги ифодага эга бўлдик:

$$H_{\text{мақ}} = \sqrt[m]{\frac{Q_{\text{қиш.ўр}} \cdot (1 + \alpha_0 \cdot \alpha_1)}{(m+1)A \cdot A_{\text{ир}}}} \quad (7)$$

бу ерда:

$$\alpha_0 = \frac{Q_{\text{ў.қ}}}{Q_{\text{ў.ё}}}; \quad \alpha_1 = \frac{T_{\text{қиш}}}{T_{\text{ёз}}}$$

(3) ва (7) ифодалардан ёз ойлари давомида, ирригация ва ичимлик сув таъминоти тизимига олинаётган сув ҳамда микроГЭС учун олинаётган сарфлар нисбати қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\frac{Q_{\text{ир}}}{Q_{\text{ГЭС}}} = \frac{1 + \alpha_0 \cdot \alpha_1}{1 - \alpha_0 \cdot \alpha_1} \quad (8)$$

(8) тенгламадан кўришиб турибдики, ушбу тенглик сарфларининг  $A_{\text{ир}}$  характеристика коэффиценти ва экин майдонларининг узиш коэффиценти  $A$  боғлиқ эмас экан.

Агарда ҳисоблаш ифодаларда ўртача сарф катталиги ўрнида ёз ойдаги минимал таъминланганликдаги сарфни оладиган бўлсак у ҳолда қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$H_{\text{чег.}} = \sqrt[m]{\frac{Q_{\text{мин.ёз}}}{(m+1)A_{\text{ир}}A}} \quad (9)$$

У ҳолда сарфлар нисбати қуйидагича бўлади:

$$\left. \begin{aligned} Q_{\text{ГЭС.ёз}} &= \frac{m}{1+m} \cdot Q_{\text{мин.ёз}} \\ \frac{Q_{\text{ир}}}{Q_{\text{ГЭС.ёз}}} &= \frac{1}{m} \end{aligned} \right\} \quad (8'')$$

Ишлаб чиқилган ифодалардан кўриш мумкинки, микроГЭС напори ёки юқори бьефдаги сув сатҳи қуйидаги чегаравий кўрсаткичдан кичик бўлмаслиги шарт:

$$H_{\text{чег.}} = \frac{m \sqrt{Q_{\text{мин.ёз}}}}{\sqrt{A_{\text{ир}}A}} \quad (10)$$

Бунда сув сарфи тулик ирригация ва ичимлик сув таъминотида истъемол қилинади. Шунинг учун ҳам  $H_{\text{мақ}} \geq H_{\text{чег.}}$  ҳол учун (10) тенглама,  $H_{\text{мақ}} < H_{\text{чег.}}$  ҳол учун (11) тенглама ўринли бўлади.

$$\frac{H_{\text{мақ}}}{H_{\text{чег}}} = \frac{1}{m \sqrt{m+1}} \quad (11)$$

(11) нисбатдан кўришиб турибдики, юқори бьефдаги сув сатҳининг максимал ва чегаравий катталикларининг нисбати суғориладиган майдонлар ва аҳоли сонини ортишига боғлиқ экан. Олинган ифодаларнинг сонли ечимидан билсак бўладики, ушбу нисбатнинг қийматлари  $0,424 \div 0,633$  интервалда ўзгарар экан.

Зомин сув омбори тўғонидаги микроГЭС ишлаб чиқарадиган электр энергия параметрлари ҳамда сув омбордаги сув сатҳи динамикасининг гидравлик модели ишлаб чиқилган. Математик моделлаштиришни амалга ошириш учун босимли қувурдаги сув ҳажми  $W$  га таъсир қиладиган кучлар йиғиндиси кўриб чиқилган. Ньютонинг иккинчи қонунига асосан қувурдаги сув ҳажми массасининг тезланиши, шу сув ҳажмига таъсир қилаётган кучлар йиғиндисига пропорционал бўлади. Кучлар йиғиндисини қувурдаги сувга таъсир қилаётган босим кучлари орқали ифодалаб олинган. Гравитация кучлари майдони сув ҳажми элементлари массаси ва майдоннинг кучланганлигига пропорционал бўлсин деган фараз орқали, қуйидаги тенгламани ёзиб олиш мумкин бўлади:

$$\iiint_W \frac{\partial E}{\partial t} \cdot \frac{dw}{\gamma \cdot L^2} = - \iint_{\omega} g\rho \cdot Nd\omega - \iint_{\omega} P \cdot E_u \cdot d\omega \quad (18)$$

бу ерда:  $E$ -микроГЭС ишлаб чиқарадиган электр энергия,  $E = N \cdot t$  [кВт · соат = кг ·  $\frac{M^2}{c^2}$ ],  $N$ -микроГЭС қуввати,  $t$ -вақт;  $W$ - босимли сув қувиридаги сув ҳажми;  $\gamma$ -кинематик ёпишқоқлик [ $\frac{M^2}{c}$ ];  $L$ -гидро турбинага келувчи босимли қувур узунлиги;  $\omega$  –  $W$  ҳажимли сувли чегаралаб турувчи қувур сирти юзаси [ $M^2$ ];  $g$ - гравитация майдонининг қўлланганлиги [ $\frac{M}{c^2}$ ];  $\rho$ - сув зичлиги [ $\frac{кг}{M^3}$ ];  $N$ -юқори ва қуйи бьефлар ўртасидаги фарқ [ $M$ ];  $P$ -қувурдаги сув ҳажмига таъсир қилаётган босим.

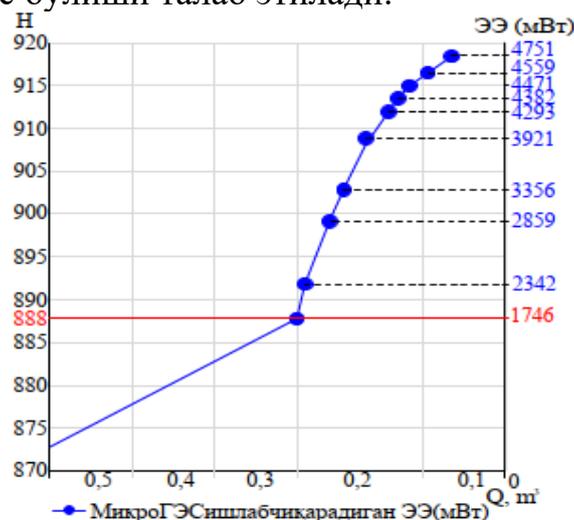
(18) тенгламани чап тарафидаги ифода қувурдаги сув ҳажми ўзгаришига боғлиқ ҳолда микро ГЭС ишлаб чиқарадиган электр энергияси вақтга нисбатан ўзгаришининг ҳажм бўйича интегралли. Тенгламанинг ўнг тарафидаги иккита ҳад  $W$  ҳажмли сув оқимида чегараловчи қувур сирти бўйича интеграллаб ва тегишли математик амаллардан сўнг микроГЭС ишлаб чиқарадиган электр энергияси  $E$  (кВт/соат) ҳамда сув омбордаги сув

сатҳини ўзгариши ўртасидаги боғлиқликнинг қўйидаги кўринишдаги гидравлик моделига эга бўлинган:

$$E = -\frac{b}{a} \cdot \sin \frac{\pi z}{h} \int \left( \alpha \cdot \cos \frac{\pi a^i t}{h} + \frac{\beta}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi a^i t}{h} \right) dt + c \quad (19)$$

Натурада амалга оширилган тадқиқот натижалари асосида (19) тенгламани сонли эксперименти амалга оширилган. (19) тенгламани сонли эксперимент натижалари 7-расмда график кўринишида келтирилган.

7-расмдаги графикдан кўриниб турибдики, микроГЭС ишончли ва самарали ишлаши учун ундаги напор 20 метрни, деривация қувуридаги сув сарфи камида 0,2 м<sup>3</sup>/с бўлиши талаб этилади.



### 7-расм. Напор ва сув сарфи динамикасига боғлиқ равишда микроГЭС ишлаб чиқарадиган электр энергияси

Ичимлик сув тармоғида ионлар концентрациясини ичимлик суви меъерлари чегарасида бўлиши учун қувурнинг бошланғич қисмида етарли катталиқдаги напор (юқори бьефдаги сув сатҳи) бўлиши талаб этилади. Ушбу напорни қўйидаги ифода орқали аниқланган:

$$H(t) = H_0 + \frac{ИЗВ}{c(t^*)} \left[ \frac{Q_{куп}^0 (c_0 - c_{куп})(t - t_0)}{W_0} \right] H_0 \quad (20)$$

Ичимлик сув таъминотида аҳолига етказиладиган сув сифати қурилиш меъерлари ва қоидаларига мос келган ҳолда  $c(t^*) = c^* \leq c_{куп}$  тенгсизлик қаноатланиши талаб этилади. У ҳолда (20) тенгламадан қўйидаги ифодага эга бўламиз:

$$c(t^*) = H^* ИЗВ \left[ \frac{Q_{куп}^0 (c_0 - c_{куп})(t - t_0)}{W_0} \right] \quad (21)$$

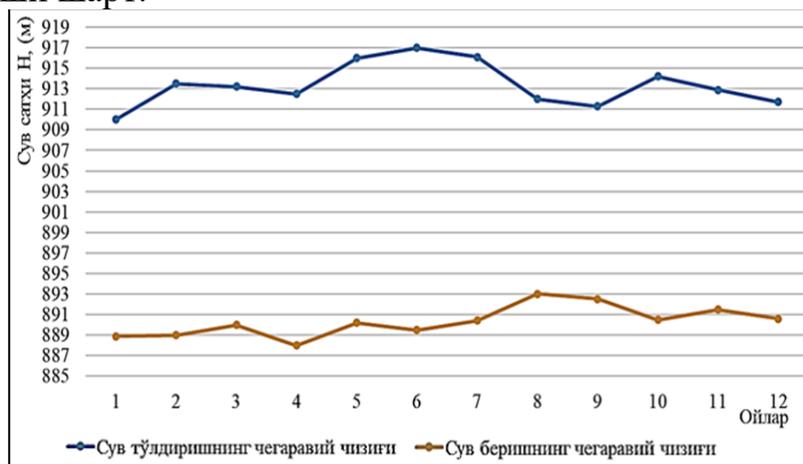
Сонли экспериментларга кўра, сув омборидаги сув сатҳи мъерий димланган сатҳнинг максимал 917 белгисида сувдаги нитратлар концентрацияси 20 мг/л бўлиб, чегаравий рухсат этилган концентрацияга (ЧРЭК) нисбатан 2.25 мартта кичик, хлоридлар 112 мг/л бўлиб, ЧРЭК га нисбатан 3.1 мартта кичик ва сульфатлар 475 мг/л бўлиб, ЧРЭК га нисбатан 1.1 мартта кичик бўлган.

Сув омборидаги сув сатҳи мъерий димланган сатҳнинг 889 белгисида сувдаги нитратлар концентрацияси 51,2 мг/л бўлиб, ЧРЭК га нисбатан 1.14 баробар катта, хлоридлар 351,7 мг/л бўлиб, ЧРЭК га нисбатан 1.04 мартта

катта ва сульфатлар 495 мг/л бўлиб, деярли ЧРЭЖ кўрсаткичи чегарасига яқинлашиб келиб ичлимлик сув таъминоти учун хавфли ҳолатни шакллантирмоқда. Шу сабабли вегетация даврида Зомин сув омборидаги сув сатҳи 889 белгидан паст бўлмаслиги талаб этилади.

Назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида Зомин сув омборининг диспетчерлик графиги ишлаб чиқилган. Сув омборини тўлдиришни чегаралаш ва сув беришни чегаралаш чегаралари 8-расмда келтирилган

Сув омборининг ишлаш тартиботи ана шу график асосида олиб борилади, яъни уни тўлдирганда ёки бўшатганда юқори бьефдаги сув сатҳи белгиси кўрсатилган вақтда диспетчерлик графигидаги икки эгри чизик орасида бўлиши шарт.



**8-расм. Зомин сув омборини диспетчерлик графиги.**

Сув омборини тўлдириш ва бўшатишда юқорида келтирилган чегаралаш чизикларига амал қилган ҳолда сув сатҳининг кўтарилиш ва тушиш тезлиги меъерий қийматлардан ошиб кетмаслиги зарур. Умумий меъерий қийматлар қуйидагича:

- тўлдириш тезлиги юқори қатламлар учун - 0,25....0,5 м/сут;
- юзаки 2 - 3 м қатлам учун - 0,05...0,1 м/сут;
- бўшатиш тезлиги юқори сатҳлар учун - 0,3 м/сут ;
- ўрта сатҳлар учун - 0,5 м/сут;
- паст сатҳларда - 1 м/сут.

Юқоридаги келтирилган шартларга асосан Зомин сув омбори учун тўлдириш ва бўшатиш параметрлари асосланди. Фақат фавқулодда ҳолатлардагина сув омборини тўлдириш ва бўшатиш тезлигини ўзгартириш мумки сув омбори юқоридаги тадбирлар асосида режалаштирилиб эксплуатация қилинса, уларда учраб турадиган носозликларни, авария ҳолатларини олди олиниб, сув омбори эксплуатацияси янада такомиллашади, сув омбори захирасидаги сувдан эса самарали фойдаланишга эришилади.

## ХУЛОСА

**“Сув омборлари сув ресурсларидан ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг гидравлик усуллари такомиллаштириш (Зомин сув омбори мисолида)”** мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

Зомин сув омбори сув ресурсларидан фойдаланишда номутаносиблар мавжудлиги сабабли иқтисодиёт тармоқлари: ирригация, гидроэнергетика ва коммунал хўжалигида йил давомида 192,1 млн.м<sup>3</sup> сув ресурсларини тақчиллиги экспериментал аниқланган.

назарий ва экспериментал тадқиқотларга асосан сув омбордаги сув сатҳи 889 дан пасаядиган бўлса сув омбордаги сув таркибидаги ионлар концентрацияси чегаравий рухсат этилган концентрациядан бир неча баробар ошиб ичимлик сув таъминотида хавфли ҳолатни шаклланди. Қиш-баҳор ойларида сув омборига қўйилиш қирқимида ионлар йиғиндиси 155-170 мг/л ни ташкил этган. Сув омбори косасидаги қирқимдан ҳамда тўғоннинг пастки бьефидаги каналдан олинган сув намуналаридаги ионлар йиғиндиси ўртача 145-160 мг/л ни ташкил этган. Ёз-куз ойларида юқорида қайд этилган қирқимлардан олинган сув намуналари сув омбори косаси ва ундан чиқиш қирқимларида ионлар йиғиндиси 12-15 фоизга ортганини кўрсатди.

сув омбори сув ресурсларидан сув хўжалиги мажмуаси иштирокчилари (ирригация, гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти) ўртасидаги сув тақсимотида номутаносиблик мавжуд бўлганлиги сабабли микроГЭС фойдали иш коэффициентини 0,59 ни ташкил этган ҳолда Зомин микроГЭС ишлаш қуввати 115, 8 кВт бўлиб, лойиҳавий қувватга нисбатан 57,9 фоизга камайиб кетган.

сув омборидаги сув сатҳи, микроГЭС томонидан ишлаб чиқиладиган электр энергия, ирригация ва ичимлик сув таъминоти учун талаб этиладиган сув сарфлари ўртасидаги гидравлик боғлиқлик ифодаси ишлаб чиқилди.

микро ГЭС ишлаб чиқарадиган электр энергияси  $E$  (кВт/соат) ҳамда сув омбордаги сув сатҳини ўзгариши ўртасидаги боғлиқликнинг гидравлик модели такомиллаштирилган.

гидравлик моделнинг сони эксперимент натижаларига кўра, сув омборидаги сув сатҳи мъерий димланган сатҳнинг максимал 917 белгисида сувдаги нитратлар концентрацияси 20 мг/л бўлиб, ЧРЭЖ га нисбатан 2.25 мартта кичик, хлоридлар 112 мг/л бўлиб, ЧРЭЖ га нисбатан 3.1 мартта кичик ва сульфатлар 475 мг/л бўлиб, ЧРЭЖ га нисбатан 1.1 мартта кичик бўлган.

Сув омборидаги сув сатҳи мъерий димланган сатҳнинг 888 белгисида сувдаги нитратлар концентрацияси 51,2 мг/л бўлиб, ЧРЭЖ га нисбатан 1.14 баробар катта, хлоридлар 363.2 мг/л бўлиб, ЧРЭЖ га нисбатан 1.04 мартта катта ва сульфатлар 495 мг/л бўлиб, деярли ЧРЭЖ кўрсаткичи чегарасига яқинлашиб келиб ичимлик сув таъминоти учун хавфли ҳолатни шакллантирмоқда. Шу сабабли вегетация даврида Зомин сув омборидаги сув сатҳи 889 белгидан паст бўлмаслиги талаб этилади.

сув омбори учун таклиф этилган диспетчерлик графиги асосида ирригация-гидроэнергетика ва ичимлик сув таъминоти тизимини мувофиқлигини таъминлашнинг концептуал модели такомиллаштирилган.

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

---

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

**НЕЪМАТОВ ДАВЛАТБЕК БЕРДИЁР УГЛИ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
НАДЕЖНОГО И БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ  
РЕСУРСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ**

**(НА ПРИМЕРЕ ЗААМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

**05.09.07–Гидравлика и инженерная гидрология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации доктора философии (Phd) по техническим наукам**

**Ташкент – 2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за B2025.4 PhD/T6076

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

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

**Научный руководитель:** Махмудов Илхомжон Эрпазарович  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Палуанов Данияр Таширбергенович  
доктор технических наук, профессор  
Эшкuvatов Кувончбек Шавкатович  
доктор философии (PhD) по техническим наукам

**Ведущая организация:** Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится «20» 12 2025 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.41/30.04.2021.T.131.01 при Научно-исследовательском институте ирригации и водных проблем (Адрес: 100187, г. Ташкент, Карасув-4, дом 11. Тел 994344328, e-mail: [ismiti@minwater.uz](mailto:ismiti@minwater.uz)). С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (регистрационный номер № 12). (Адрес: 100187, г. Ташкент, Карасув-4, дом 11. Тел +99899-434-43-28).

Автореферат диссертации разослан «4» 12 2025 года.  
(реестр протокол рассылки № 12 от «4» 12 2025 года).



*[Signature]*  
О.Я. Гловацкий  
Председатель научного совета  
по присуждению ученых  
степеней, д.т.н., профессор

*[Signature]*  
У.А.Садиев  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению ученых степеней,  
PhD, старший научный сотрудник

*[Signature]*  
М.Р.Икрамова  
Председатель научного семинара  
при научном совете по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире особое внимание уделяется вопросам обеспечения населения безопасной и надежной питьевой водой в зависимости от изменения гидрохимического режима водохранилища, совершенствования гидравлических методов расчета оптимальных параметров распределения ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения в зависимости от гидрологического режима водохранилища, а также комплексному использованию водохранилищ. В настоящее время 30 процентов из 28000 водохранилищ мира одновременно используются для комплексных целей в системах ирригации, гидроэнергетики, питьевого водоснабжения<sup>1</sup>, распределение воды между системами имеет сложный режим. В связи с этим особое внимание уделяется разработке оптимального режима работы надежного и безопасного использования водохранилища в ирригации, гидроэнергетике и питьевом водоснабжении, совершенствованию технологий надежного и безопасного использования водных ресурсов водохранилища в отраслях экономики.

В мире ведутся научные исследования, направленные на совершенствование гидравлических методов надёжного и безопасного распределения водных ресурсов водохранилищ в системах ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения, разработку оптимального режима работы водохранилищ и усовершенствование гидравлических моделей динамики уровня воды. В частности, приоритетными считаются исследования, посвящённые совершенствованию гидравлических методов обеспечения населения безопасной и надёжной питьевой водой с учётом изменений гидрохимического режима водохранилищ, а также координации режимов работы систем ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения. Одновременно остаются актуальными вопросы обеспечения надёжных и эффективных режимов работы гидротехнических и гидроэнергетических сооружений нижнего бьефа под влиянием изменений гидродинамических и гидроэнергетических параметров, возникающих в процессе эксплуатации водохранилищ в комплексных системах водопользования.

В нашей республике проводятся масштабные исследования, направленные на совершенствование гидравлических методов надёжного и безопасного распределения водных ресурсов водохранилищ в системах ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения, а также их практическое применение. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы определены задачи, в том числе «коренное реформирование системы управления водными ресурсами и реализация отдельной государственной программы по водосбережению»<sup>2</sup>. В рамках реализации этих задач особенно важно разработать эффективные методы и технологии оптимального распределения водного потока между участниками водохозяйственного комплекса.

---

<sup>1</sup> <https://www.oecd.org>

<sup>2</sup> [Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года за № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы»](#)

Данное диссертационное исследование в определённой степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Законе Республики Узбекистан от 30 августа 2023 года № ЗРУ-865 «О безопасности гидротехнических сооружений», Законе Республики Узбекистан от 12 июня 1993 года № ЗРУ-837-ХП «О воде и водопользовании», Указах Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № УП-6024 «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы» и от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 11 декабря 2019 года № 981 «Об утверждении Положения о порядке установления водоохранных зон и зон санитарной охраны водных объектов на территории Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых актах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологии республики Узбекистан V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и защита окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Задачи адаптации режима водохранилища к системе питьевого водоснабжения, а также закономерности взаимосвязи гидрологических режимов водохранилища с энергетическими характеристиками гидроэлектростанций подробно изучены в работах С.Эрол., Ч. Тейса, Х. Дзейкоба, Л. Лукнера, В. А. Мироненко, В. М. Шестакова, А. А. Самарского, Н. Н. Веригина, Л. С. Язвина, Б. В. Боровского и И. К. Гавича.

Гидродинамические процессы, связанные с взаимосвязью гидродинамических, гидроэнергетических и гидрохимических параметров, происходящих в водохранилищах и гидравлически связанных с ними гидроэлектростанциях, системах орошения и питьевого водоснабжения, хорошо изучены в трудах А.Н.Тихонова, Ф.И.Баранова, В.А.Костицына, Г.С.Хованского, А.А.Ляпунова, Б.П.Рудакова, Г.Рейли, Э.Стомеля, Д.Бампуса, Г.Г.Винберга, С.А.Анисимова, В.В.Меншуткина, А.А.Умнова, И.А.Полетаева, Ш.Х.Рахимова, И.Бегимова, З.Ибрагимова.

Наряду с этим научно-технические задачи, связанные с исследованием сложных гидравлических, гидродинамических, гидрологических, гидроэнергетических и гидрохимических процессов, обеспечивающих координацию режимов работы социально и экономически значимых водохранилищ, а также гидравлически связанных с ними систем ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения, включая совершенствование методов гидравлического расчёта их ключевых характеристик, изучены недостаточно.

**Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в Научно-

исследовательском институте ирригации и водных проблем в рамках проектов НД-2022 «Провила эксплуатации Зааминского водохранилища», НД-2023 «Совершенствование методов использования водных ресурсов Зааминского водохранилища в ирригационно-гидроэнергетических целях», а также НД-2024 «Совершенствование технологий надёжного и безопасного использования водных ресурсов Зааминского водохранилища в экономических сферах».

**Целью исследования** является совершенствование гидравлических методов надёжного и безопасного распределения водных ресурсов водохранилищ между ирригацией, гидроэнергетикой и питьевым водоснабжением.

**Задачи исследований:**

ретроспективный анализ моделей управления распределением водных ресурсов водохранилищ по отраслям экономики;

натурное экспериментальное исследование гидрологического, гидродинамического, гидроэнергетического и гидрохимического режимов Зааминского водохранилища;

совершенствование методов расчета энергетических и гидравлических параметров, обеспечивающих оптимальный режим работы (пропорциональность) ирригационных, гидроэнергетических и питьевых систем водохранилища;

совершенствование параметров электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанцией на водохранилище и гидравлической модели динамики уровня воды в водохранилище;

совершенствование гидравлических методов расчета параметров обеспечения населения безопасной и надежной питьевой водой в зависимости от изменения гидрохимического режима водохранилища;

разработка оптимального режима работы надежной и безопасной эксплуатации Зааминского водохранилища для ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения.

**Объектом исследований** является Зааминское водохранилище в Джизакской области.

**Предметом исследований** является исследование гидрологических, гидравлических и гидрохимических процессов в чаше водохранилища, ирригационных системах, микрогидроэлектростанциях и системах питьевого водоснабжения.

**Методы исследований.** В ходе исследований гидравлических и гидрохимических процессов гидрологического режима водохранилищ, ирригационных систем, микрогидроэлектростанций и систем питьевого водоснабжения использованы общепринятые теоретические и экспериментальные методы, а также исследования в лабораторных условиях.

**Научная новизна исследований** заключается в следующем:

на основе методов теории оптимизации усовершенствованы методы расчёта энергетических и гидравлических параметров, обеспечивающих оптимальный режим работы ирригационных систем, гидроэнергетических установок и систем питьевого водоснабжения из водохранилища;

На основе теории Штурма-Лиувилля усовершенствованы параметры электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектротенсией, а также гидравлическая модель динамики уровня воды в водохранилище;

усовершенствован гидравлический метод расчёта параметров безопасного и надёжного питьевого водоснабжения населения в зависимости от изменения гидрохимического режима водохранилища, основанный на балансовом уравнении динамики концентрации воды и ионов;

на основе концептуальной модели обеспечения совместимости ирригационно-энергетической системы и системы питьевого водоснабжения разработан оптимальный режим надёжной и безопасной эксплуатации водохранилища для целей ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

в зависимости от гидрологического и гидродинамического режимов Зааминского водохранилища экспериментально определены оптимальные параметры распределения воды между системами ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения.

на основании предложенного диспетчерского графика использования водохранилища комплексного назначения усовершенствована модель оптимального режима работы систем ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения водохранилища.

разработан оптимальный режим работы надёжной и безопасной эксплуатации Зааминского водохранилища для ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения.

разработан метод расчета гидравлических параметров потока воды, необходимых для динамики уровня воды в водохранилище, выработки электроэнергии на гидроэлектростанции, ирригации и питьевого водоснабжения.

**Достоверность результатов исследований.** Достоверность результатов исследований объясняется тем, что разработка теоретических решений основана на общепринятых гидродинамических законах и апробированных математических методах, сопоставлении полученных теоретических результатов с результатами практических исследований, а также проверкой с результатами, полученными другими учеными.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.** Научная значимость результатов исследования заключается в методах гидравлического расчета энергетических и гидравлических параметров, обеспечивающих оптимальные режимы работы (пропорциональность) ирригационных систем, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения, параметрах электроэнергии, вырабатываемой микрогидроэлектростанцией (микроГЭС) в плотине водохранилища и гидравлической модели динамики уровня воды в верхнем бьефе, а также совершенствовании гидравлического метода расчета параметров обеспечения населения безопасной и надёжной питьевой водой в зависимости от изменения гидрохимического режима водохранилища.

Практическая значимость результатов исследований заключается в

определении экспериментальным путем оптимальных параметров распределения воды между ирригацией, гидроэнергетикой и коммунальным хозяйством в зависимости от гидрологического и гидродинамического режимов Зааминского водохранилища, усовершенствовании модели обеспечения оптимальной работы системы ирригационно-гидроэнергетического и питьевого водоснабжения на основании предложенного диспетчерского графика водохранилища, а также разработанной методике расчета гидравлических параметров уровня воды в водохранилище, расхода воды, необходимого для выработки электроэнергии микро ГЭС, ирригации и питьевого водоснабжения.

**Внедрение результатов исследований.** На основании полученных результатов по совершенствованию гидравлических методов надежного и безопасного использования водных ресурсов водохранилищ:

Усовершенствованные методы расчета энергетических и гидравлических параметров, обеспечивающих оптимальный режим работы (пропорциональность) систем ирригации, гидроэнергетики и питьевого водоснабжения в водохранилище, а также параметры электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанцией в водохранилище, и гидравлическая модель динамики уровня воды в водохранилище были приняты к использованию в деятельности Сырдарьинско-Зарафшанского бассейнового управления ирригационных систем (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан No 04/19-5471 от 10 октября 2025 г.). В результате был предотвращен дефицит воды, наблюдаемый из-за диспропорций в использовании водных ресурсов Зааминского водохранилища, и в среднем было достигнуто эффективное использование дополнительных 90,0 млн. м<sup>3</sup> водных ресурсов в год.

Усовершенствованный гидравлический метод расчета параметров обеспечения населения безопасной и надежной питьевой водой в зависимости от оптимального режима работы и изменения гидрохимического режима водохранилища, разработанный для надежной и безопасной эксплуатации водохранилища в ирригации, гидроэнергетике и питьевом водоснабжении, был принят к использованию в деятельности Зааминского управления ирригационных систем (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан No 04/19-5471 от 10 октября 2025 г.). В результате предотвращен дефицит воды, усовершенствована система комплексного использования водохранилища, достигнуто эффективное использование в среднем 6-8 процентов водных ресурсов в год.

**Апробация результатов исследований.** Результаты данной исследовательской работы обсуждены и одобрены на 6 международных и бореспубликанских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 21 научных работ, из них 9 статей в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD), в том числе 6 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех

глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, приведены сведения о цели и задачах исследования, объекте и предмете исследований. Показано соответствие выполненных исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования. Освещены теоретическая и практическая значимости полученных результатов, приведены данные по внедрению результатов исследования в практику, публикации работ и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **“Ретроспективный анализ моделей управления распределением водных ресурсов водохранилищ по отраслям экономики”** приведен анализ фондовых материалов и научно-исследовательских работ посвященных задачам распределения водных ресурсов между участниками водохозяйственного комплекса (ирригация, гидроэнергетика и питьевое водоснабжение). В частности, проанализированы труды В.А.Духовного, В.И.Соколова, Х Мантритилаке посвященным вопросам адаптации компонентов управления водораспределением для участников водохозяйственного комплекса на примере Чирчик-Ахангаран-Келесского ирригационного бассейна.

Изложены результаты научно-исследовательских работ, посвященных математическому моделированию гидрологических и гидроэкологических процессов в водохранилищах, а также ретроспективному анализу математических моделей, используемых при моделировании гидродинамических процессов в гидротехнике. В работах Ф.И.Баранова, В.А.Костицына, Г.С.Хованского, А.А.Ляпунова, Б.П.Рудакова, Г.Рейли, Е.Стомеломы, Д.Бампуса, Г.Г.Винберга, С.А.Анисимова, В.В.Меншуткина, А.А.Умнова, И.А.Полетаева, Ш.Х.Рахимова, И.Бегимова и З.Ибрагимова разработаны математические модели, отображающие динамику показателей качества воды, поступающей из водохранилища для питьевого водоснабжения в различные сезоны года в зависимости от гидрохимического режима водохранилищ. В зависимости от гидрологического режима водохранилища исследованы основные параметры гидравлических и энергетических характеристик микро гидроэлектростанций в нижнем бьефе плотины водохранилища. Параметры, характеризующие принципы баланса гидроэнергетики направлены в математическое моделирование. Исследованы характерные особенности использования крупных водохранилищ и высоконапорных ГЭС для целей ирригации и гидроэнергетики.

В работах А.Х.Мардиханова, С.В.Митрофанова, Е.П.Богоджа, М.К.Muleta., J. W. Nicklow, A.W.Warrick, Y.Zhang, F Chiew хорошо изучены некоторые виды моделирования гидродинамических процессов в гидротехнике. При имитации динамических процессов ирригационных, гидроэнергетических систем и систем питьевого водоснабжения в

водохранилищах широко используются концептуальные или математические модели. С помощью концептуальных моделей процессы в водных объектах выражаются в виде диаграмм, графиков, таблицы, блок-схемы. Однако выражение динамических процессов, происходящих в водных объектах, с помощью этой модели ограничено.

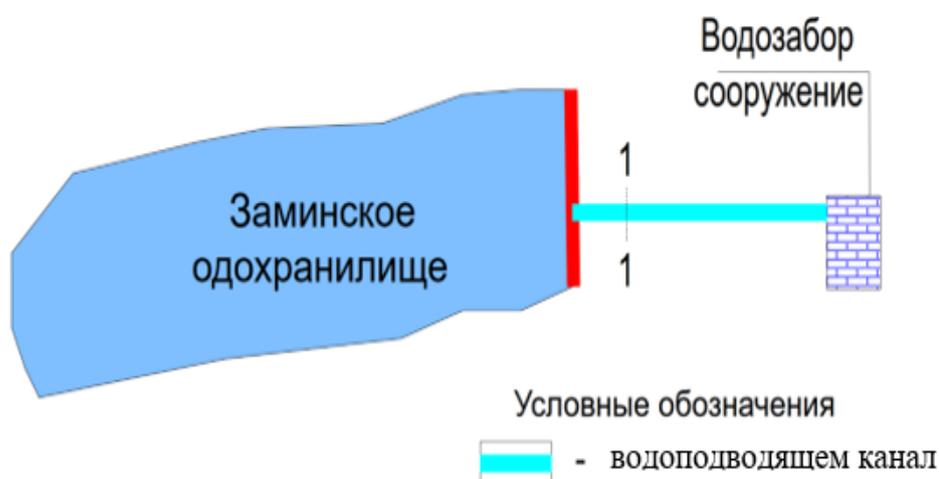
Сложившаяся ситуация требует совершенствования компонентов управления процессом распределения водных ресурсов в отраслях экономики. Поэтому на конкретном примере Зааминского водохранилища была поставлена задача усовершенствовать гидравлические модели управления межотраслевыми системами водоснабжения.

Во второй главе диссертации под названием «**Экспериментальные исследования гидрологического, гидроэнергетического и гидрохимического режимов Зааминского водохранилища**» изучены гидрологические и геологические условия источника наполнения Зааминского водохранилища.

Основание бассейна водохранилища сложено породами неогеновых и четвертичных отложений силурийского периода и представлено аллювиальным гравийным слоем шириной 150 метров. Прилегающие к бассейну геологические слои представлены сланцевыми породами. Коэффициент фильтрации аллювиально-гравийных отложений в основании бассейна составляет 86-268 м/сут.

Среди аллювиальных горно-породных отложений, сложивших террасы на дне поймы бассейна, на глубине 0,5-2,5 м наблюдается движение грунтовых вод. Данные грунтовые воды движутся по руслу реки с уклоном потока равным 0,02.

Экспериментальные параметры гидравлических параметров потока воды, измеренные на соответствующем расчетном участке 1-1 канала (рис.1), представлены в табл. 1.



**Рис. 1. Расчетные разрезы проведенных измерений на водоподводящем канале и магистральном трубопроводе.**

**Таблица 1**

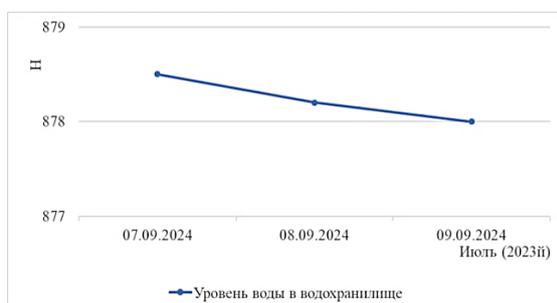
**Результаты измерений в водоподводящем канале и магистральном трубопроводе**

№ п/п	Дата проведения измерений	Расчетный разрез	Номер пикета	Гидравлические параметры			
				$\omega$ , (м <sup>2</sup> )	h, (м)	u, (м/с)	Q, (м <sup>3</sup> )
1	14.07.2023	1-1	1+50	2,2	1,0	2,5	5,5
2	15.07.2023	1-1	1+50	1,95	0,92	2,6	5,07
3	16.07.2023	1-1	1+50	1,8	0,85	2,2	3,96
4	8.09.2024	1-1	1+50	1,12	0,67	1,5	1,68
5	9.09.2024	1-1	1+50	1,25	0,75	1,4	1,75
6	10.09.2024	1-1	1+50	1,31	0,81	1,45	1,90

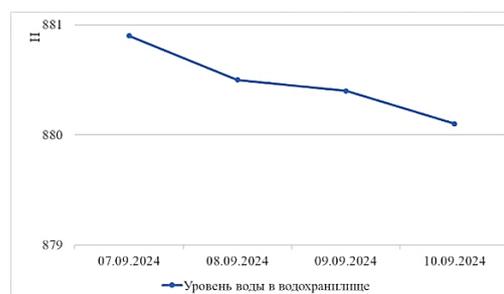
На основании методики проведения экспериментальных исследований определены гидравлические параметры потока воды на начальном участке труб ( $\Phi$ -720мм, 400мм), выходящей из головного сооружения системы питьевого водоснабжения, а также на пикете ПК1+50 водопровода (рис. 2).

Проведена оценка состояния водообеспеченности орошаемых площадей, подвешенных к Зааминскому водохранилищу. К Зааминскому водохранилищу подвешено около 8 тысяч га орошаемых земель. Из-за неравномерного использования водных ресурсов Зааминского водохранилища в течение года наблюдался дефицит водных ресурсов в размере 154,6 млн.м<sup>3</sup> в следующих отраслях экономики: ирригации, гидроэнергетике и коммунальном хозяйстве.

Экспериментальные исследования параметров Зааминской микроГЭС проводились в летне-осенние месяцы 2023 года 14-16 июля и 7-10 сентября 2024 года. По методике исследований, в зависимости от изменения уровня воды в водохранилище на основании экспериментальных исследований определены скорость, расход и давление потока воды во входном и выходном трубопроводах микроГЭС. Уровень воды в водохранилище определялся на основании показаний гидрометрических реек, установленных в водохранилище на ПК46 створа плотины (рисунки 2-3).



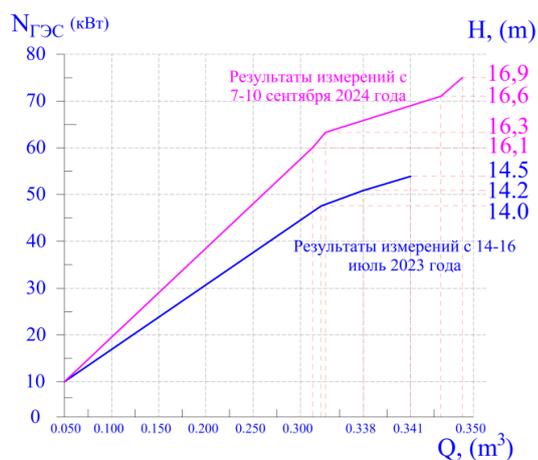
**Рис. 2. Показатели уровня воды в верхнем бьефе водохранилища**



**Рис. 3. Показатели уровня воды в верхнем бьефе водохранилища**

Из-за дисбаланса в распределении воды между участниками

водохозяйственного комплекса коэффициент полезного действия микроГЭС в среднем составляет 0,59, рабочая мощность Зааминской микроГЭС в среднем составляет 115,8 кВт и работает в среднем на 57,9% от проектной мощности.



**Рис. 4. График зависимости расхода воды и энергетических параметров микроГЭС**

С целью исследования важных характеристик гидрохимического режима Зааминского водохранилища проведена оценка лабораторных анализов проб воды, отобранных в различные периоды года. Согласно данным анализов, процессы эвтрофикации произошли из-за снижения уровня воды водохранилища, и во всех разрезах, на которых были отобраны пробы, наблюдалось увеличение ионов аммония, жесткости воды и водородных показателей рН на 8-10 процентов. В связи с масштабным использованием воды водохранилища на орошение в летне-осенние месяцы произошло резкое снижение уровня воды водохранилища, а увеличение содержания аммиачного азота привело к повышению концентрации нитратов, нитритов и водородных показателей рН. В результате показатель водорода рН в воде трубопровода питьевого водоснабжения увеличился на 12-15 процентов по сравнению с аналогичным показателем в водохранилище. Вместе с этим концентрация ионов аммония увеличилась на 2/3, железа в 3-4, меди в 2-3, марганца в 8-10, биогенных веществ в 8-10 раз, что создало ситуацию, которая может серьезно повлиять на здоровье человека.

В третьей главе диссертации под названием **“Гидравлические методы надежного и безопасного использования водных ресурсов Зааминского водохранилища для ирригации, гидроэнергетики и коммунального хозяйства”** усовершенствованы методы гидравлического расчета энергетических и гидравлических параметров, обеспечивающих оптимальные режимы работы (пропорциональность) ГЭС, систем ирригации и питьевого водоснабжения.

В качестве необходимых условий решения научно-технической задачи определена следующая функциональная зависимость:

$$\Omega=f(H) \quad (1)$$

Выражение (1) записывается в следующем виде:

$$\Omega=A \cdot H^m, \quad (2)$$

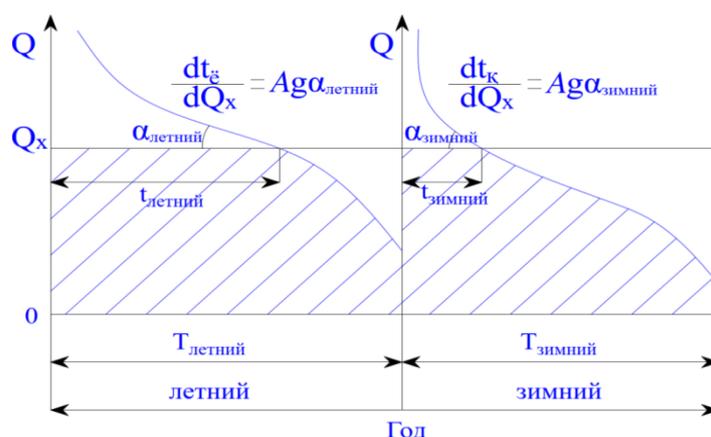
где:  $A$  и  $m$ - постоянные коэффициенты,  $1/3 < m < 3$ .

Исходя из сути задачи, водные ресурсы из Зааминского водохранилища одновременно забираются в общую систему гидроэнергетики, ирригации и питьевого водоснабжения. То есть, водные ресурсы, выходящие из водохранилища, распределяются в пропорциональном соотношении в зависимости от потребности.

Ирригационные каналы и напорные трубопроводы в системе питьевого водоснабжения определяются по регионам соответственно. В данном случае параметрами, которые необходимо определить, являются: напор на гидростанции, общий расход воды выходящий из водохранилища, а также соотношение расхода воды на микроГЭС, ирригацию и питьевое водоснабжение.

В качестве расчетного энергетического эффекта можно принять мощность или способность выработки энергии микроГЭС. Следует отметить, что если микроГЭС подключена к общей энергосистеме, то в этом случае в качестве расчетного энергетического эффекта в разрезе года можно принять способность выработки энергии. В противном случае, если микроГЭС работает в автономном режиме (изолированно), то мощность микроГЭС в зимние месяцы будет больше, чем в летние. В данном случае необходимо будет по-прежнему обеспечивать потребителей гарантированной и надежной электроэнергией в зимние и летние месяцы. По результатам исследования установлено, что способность микроГЭС по выработке электроэнергии снижается с увеличением потребления воды на орошение и питьевое водоснабжение. То есть каждому расчетному значению расхода воды соответствует определенная величина напора, обеспечивающая энергией. Поэтому, с увеличением расчетного расхода воды увеличивается выработка электроэнергии микроГЭС. Затем из-за снижения уровня водохранилища снижается напор микроГЭС и снижается выработка электроэнергии.

С целью определения гидравлических и энергетических параметров гидрологический год делится на летний и зимний периоды и строятся соответствующие кривые продолжительности расхода воды (рис. 5).



**Рис. 5. Соответствующие кривые продолжительности расхода воды в летний и зимний периоды**

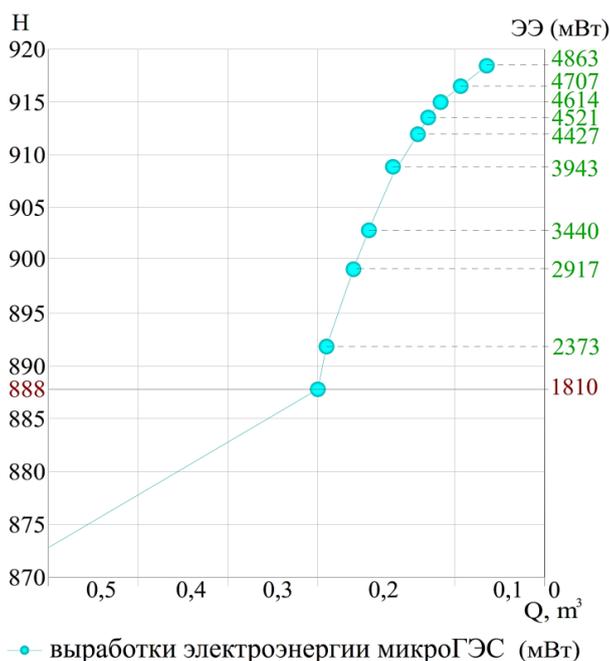
Выполнены расчеты параметров выработки электроэнергии микроГЭС в течение года. Для этого расходы воды, забранные на ирригацию и питьевое водоснабжение записываются в виде следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} Q_{\text{ир}} = A_{\text{ир}} \cdot \Delta H^m \\ Q_{\text{ис}} = A_{\text{ис}} \cdot \Delta H^m \end{cases} \quad (3)$$

на основании системы уравнений (3) и после соответствующих математических операций получено выражение для расчета годовой выработки электроэнергии микроГЭС:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{год}} = A_{\Gamma} \left[ \left[ H(Q_{\text{х}} - A_{\text{ир}} \cdot H^m) t_{\text{лето}} + H \int_{t_{\text{лето}}}^{T_{\text{лето}}} (Q_{\text{х}} - A_{\text{ир}} \cdot H^m) d t_{\text{лето}} + H Q_{\text{лето}} t_{\text{к}} + H \int_{t_3}^{T_3} Q_3 dt_3 + \right. \right. \\ \left. \left. H(Q_{\text{х}} - A_{\text{ис}} \cdot H^m) t_{\text{лето}} + H \int_{t_{\text{лето}}}^{T_{\text{лето}}} (Q_{\text{х}} - A_{\text{ис}} \cdot H^m) d t_{\text{лето}} + H Q_3 t_3 + H \int_3^3 Q_3 dt_3 \right] \right] \quad (4) \end{aligned}$$

где:  $A_{\Gamma} = 9,81 \eta_{\Gamma}$  – коэффициент мощности микроГЭС;  $A_{\text{ир}} = q_{\text{max}} \frac{\eta_{\text{м}}}{\eta_{\text{ит}}}$ ,  $\eta_{\text{м}}$  – коэффициент земельного использования,  $\eta_{\text{ит}}$  – КПД ирригационной системы;  $T_{\text{лето}}$  – продолжительность летних месяцев (в часах);  $T_3$  – продолжительность зимних месяцев (в часах);  $t_{\text{лето}}$  – продолжительность расчетного расхода (в часах)  $Q_{\text{х}}$  в летние месяцы;  $t_3$  – продолжительность расчетного расхода (в часах)  $Q_{\text{х}}$  в зимние месяцы.



**Рис. 6. Динамика выработки электроэнергии микроГЭС в связи со снижением уровня воды водохранилища**

Согласно условию максимума, дифференцируя уравнение (4) по параметрам  $H$  и  $Q_{\text{х}}$  и приравнявая их к нулю, получена выражение для расчета оптимального напора микроГЭС (уровня верхнего бьефа):

$$H_{\text{max}} = \sqrt[m]{\frac{\omega_{\text{х,max.}}}{(m + t) A_{\text{ир}} A T_{\text{лето}}}} \quad (5)$$

где:  $\omega_{\text{х,max.}}$  – допустимое значение годового потока воды.

Величина  $\omega_{x,max}$ . находится путем совместного решения следующих выражений (6) и (6').

$$\omega_x = (t_{лето} + t_{зима})Q_x + \int_{t_{лето}}^{T_{лето}} Q_{лето} dt_{лето} + \int_{t_{зима}}^{T_{зима}} Q_{зима} dt_{зима} \quad (6)$$

$$\frac{\omega_x}{(m+1)T_{лето}} = \frac{(t_{лето} + t_{зима})}{\frac{dt_{зима}}{dQ_x}} \quad (6')$$

где:  $Q_{лето}$  и  $Q_{зима}$  расходы по кривой обеспеченности в летние и зимние месяцы.

Выражения (6) и (6') имеют легкое решение графоаналитическими методами при определенных значениях параметра  $Q_x$ . Если известны средние значения параметров  $Q_{лето.ср}$  и  $Q_{зима.ср}$ , то в этом случае годовая выработка электроэнергии микроГЭС определяется по следующему выражению:

$$\mathcal{E}_{год} = A_{г} \cdot H [(Q_{лето.ср} - A_{ир}A \cdot H^m)T_{л} + Q_{зима.ср} \cdot T_{з}] \quad (4')$$

Дифференцируя выражение (4') по  $H$  и приравнявая полученное выражение к нулю, получаем следующее выражение:

$$H_{мак} = \sqrt[m]{\frac{Q_{зима.ср} \cdot (1 + \alpha_0 \cdot \alpha_1)}{(m+1)A \cdot A_{ир}}} \quad (7)$$

где:

$$\alpha_0 = \frac{Q_{ср.з}}{Q_{ср.л}}; \alpha_1 = \frac{T_{зима}}{T_{лето}}$$

Из выражений (3) и (7) в летние месяцы соотношение расходов воды, забираемой на ирригацию и питьевое водоснабжение, и расходов, забираемых для микроГЭС, определяется по следующему выражению:

$$\frac{Q_{ир}}{Q_{ГЭС}} = \frac{1 + \alpha_0 \cdot \alpha_1}{1 - \alpha_0 \cdot \alpha_1} \quad (8)$$

Из уравнения (8) видно, что это равенство не зависит от коэффициента характеристики расхода  $A_{ир}$  и коэффициента роста посевных площадей  $A$ .

Если вместо величины среднего расхода в выражении расчета взять расход при минимальной обеспеченности в летний месяц, то будем иметь следующее выражение:

$$H_{гранич.} = \sqrt[m]{\frac{Q_{min.лето}}{(m+1)A_{ир}A}} \quad (9)$$

Тогда соотношение расходов будет следующим:

$$\left. \begin{aligned} Q_{ГЭС.лето} &= \frac{m}{1+m} \cdot Q_{min.лето} \\ \frac{Q_{ир}}{Q_{ГЭС.лето}} &= \frac{1}{m} \end{aligned} \right\} \quad (8'')$$

Из разработанных выражений видно, что напор микроГЭС или уровень воды в верхнем бьефе должен быть не менее следующего предельного значения:

$$H_{\text{гранич.}} = \sqrt[m]{\frac{Q_{\text{min.лето}}}{A_{\text{ир}}A}} \quad (10)$$

В этом случае расход воды потребляется на ирригацию и питьевое водоснабжение. Поэтому для случая  $H_{\text{max}} \geq H_{\text{гранич.}}$  уместно уравнение (10), а для  $H_{\text{max}} < H_{\text{гранич.}}$  уравнение (11)

$$\frac{H_{\text{max}}}{H_{\text{гранич}}} = \frac{1}{m\sqrt[m]{m+1}} \quad (11)$$

Из уравнения (11) видно, что соотношение максимальных и предельных величин уровня воды в верхнем бьефе зависит от увеличения орошаемых площадей и численности населения. Из численного решения полученных выражений видно, что значения этого отношения изменяются в интервале  $0,424 \div 0,633$ .

Разработаны параметры электроэнергетики, вырабатываемой микроГЭС плотинной Зааминского водохранилища, а также гидравлическая модель динамики уровня воды в водохранилище. Для проведения математического моделирования рассматривалась совокупность сил, действующих на объем воды  $W$  в напорном трубопроводе. Согласно второму закону Ньютона, ускорение массы объема воды в трубе пропорционально сумме сил, действующих на данный объем воды. Сумма сил выражена силами давления, действующими на воду в трубе. Предполагая, что поле гравитационных сил пропорционально массе элементов объема воды и напряжению поля, можно записать следующее уравнение:

$$\iiint_W \frac{\partial E}{\partial t} \cdot \frac{dw}{\gamma \cdot L^2} = - \iint_{\omega} g\rho \cdot Hd\omega - \iint_{\omega} P \cdot E_u \cdot d\omega \quad (18)$$

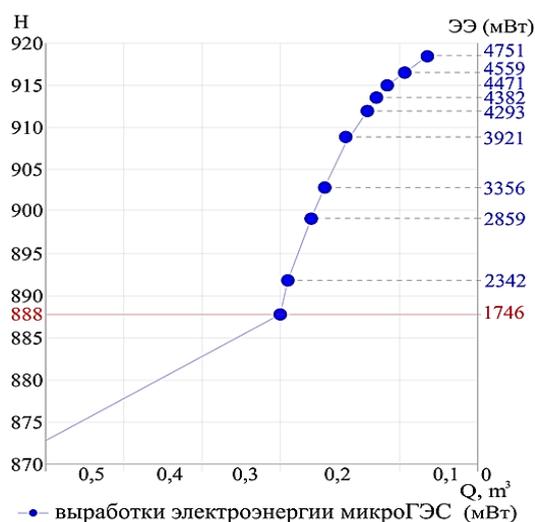
где:  $E$ -электроэнергия, вырабатываемая МГЭС,  $E = N \cdot t$  [кВт · час = кг ·  $\frac{M^2}{c^2}$ ],  $N$ -мощность микроГЭС,  $t$ -время;  $W$ -объем воды в напорной водопроводной трубе;  $\gamma$ -кинематическая вязкость [ $\frac{M^2}{c}$ ];  $L$ - длина напорного трубопровода подведенного к гидротурбине;  $\omega$  - Площадь поверхности водораздельной трубы объемом  $W$  [ $M^2$ ];  $g$ -применение гравитационного поля [ $\frac{M}{c}$ ];  $\rho$ -плотность воды [ $\frac{кг}{M^3}$ ];  $H$ -разница между верхним и нижним бэфами [ $M$ ];  $P$ -давление, действующее на объем воды в трубе.

Выражение в левой части уравнения (18) представляет собой объемный интеграл изменения во времени электрической энергии, вырабатываемой микроГЭС в зависимости от изменения объема воды в трубе. Два члена в правой части уравнения интегрируются по поверхности трубы, ограничивающей объем потока воды  $W$ , и после соответствующих математических операций получается следующая гидравлическая модель зависимости между вырабатываемой микроГЭС электрической энергией  $E_e$ (кВт/ч) и изменением уровня воды в водохранилище:

$$E = -\frac{b}{a} \cdot \sin \frac{\pi z}{h} \int \left( \alpha \cdot \cos \frac{\pi a^i t}{h} + \frac{\beta}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi a^i t}{h} \right) dt + c \quad (19)$$

На основании результатов проведенными натурными исследованиями был проведен численный эксперимент уравнения (19). Результаты численного эксперимента уравнения (19) представлены графически на рисунке 7.

Как видно из графика на рисунке 7, для надежной и эффективной работы микроГЭС напор в ней должен составлять 20 метров, а расход воды в деривационном трубопроводе должен быть не менее 0,2 м<sup>3</sup>/с.



**Рис. 7. Выработка электроэнергии микроГЭС в зависимости от напора и динамики расхода воды**

Для того чтобы концентрация ионов в водопроводной сети находилась в пределах норм, установленных для питьевой воды, необходимо иметь достаточно большой напор (уровень воды в верхнем бьефе) на начальном участке трубы. Данный напор определяется по следующему выражению:

$$H(t) = H_0 + \frac{ИЗВ}{c(t^*)} \left[ \frac{Q_{\text{вход}}^0 (c_0 - c_{\text{вход}})(t - t_0)}{W_0} \right] H_0 \quad (20)$$

В питьевом водоснабжении качество воды, подаваемой населению, должно соответствовать строительным нормам и правилам, а также необходимо удовлетворять неравенство  $c(t^*) = c^* \leq c_{\text{вход}}$

$$c(t^*) = H^* ИЗВ \left[ \frac{Q_{\text{вход}}^0 (c_0 - c_{\text{вход}})(t - t_0)}{W_0} \right] \quad (21)$$

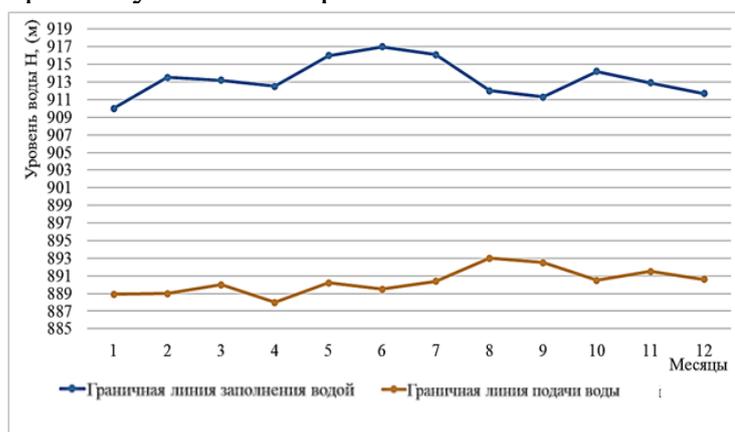
Согласно численным экспериментам, при нормальном подпертом уровне воды в водохранилище на максимальной отметке 917 м концентрация нитратов в воде составила 20 мг/л, что в 2,25 раза ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), хлоридов – 112 мг/л, что в 3,1 раза ниже ПДК, сульфатов – 475 мг/л, что в 1,1 раза ниже ПДК.

При нормальном подпертом уровне воды в водохранилище на отметке 889 м концентрация нитратов в воде составила 51,2 мг/л, что в 1,14 раза превышает ПДК, хлоридов – 351,7 мг/л, что в 1,04 раза превышает ПДК, сульфатов – 495 мг/л, что практически приближается к ПДК, создавая

опасную ситуацию для питьевого водоснабжения. Поэтому требуется, чтобы уровень воды в Зааминском водохранилище в вегетационный период не был ниже отметки 889 м.

На основании теоретических и экспериментальных исследований разработан диспетчерский график Зааминского водохранилища. Ограничение наполнения водохранилища и ограничение сброса воды представлены на рисунке 8.

Режим работы водохранилища осуществляется на основании данного графика, то есть при его наполнении или опорожнении уровень воды в верхнем бьефе должен находиться между двумя кривыми линиями диспетчерского графика в указанное время.



**Рис. 8. Диспетчерский график Зааминского водохранилища**

При наполнении и опорожнении водохранилища необходимо, чтобы скорость подъема и падения уровня воды не превышала нормативных значений, соблюдая указанные выше пределы. Общие нормативные значения следующие:

- Скорость заполнения для верхних слоев - 0,25...0,5 м/сут;
- Для поверхностного слоя 2 - 3 м - 0,05...0,1 м/сут;
- Скорость опорожнения для высоких уровней - 0,3 м/сут ;
- для средних уровней - 0,5 м/сут;
- при низких уровнях - 1 м/сут.

Параметры наполнения и опорожнения Зааминского водохранилища обоснованы на условиях, указанных выше. Изменение скорости наполнения и опорожнения водохранилища допускается только в экстренных случаях. Планирование и эксплуатация водохранилища с учётом вышеперечисленных мер позволит предотвратить неисправности и аварийные случаи, усовершенствовать работу водохранилища и эффективно использовать запас воды водохранилища.

## ВЫВОДЫ

На основании исследований, выполненных по докторской диссертации (PhD) на тему “Совершенствование гидравлических методов надежного и безопасного использования водных ресурсов водохранилищ (на примере Зааминского водохранилища)” представлены следующие выводы:

в связи с неравномерным распределением использованием водных ресурсов Зааминского водохранилища экспериментально определен дефицит водных ресурсов в объеме 192,1 млн.м<sup>3</sup> для следующих отраслей экономики: ирригация, гидроэнергетика и коммунальное хозяйство.

на основании теоретических и экспериментальных исследований установлено, что при снижении уровня воды в водохранилище до 889 м концентрация ионов в водохранилищах в несколько раз превышает предельно допустимую концентрацию, что создает опасную ситуацию в питьевом водоснабжении. В зимне-весенние месяцы общее количество ионов в поступающее в водохранилище разрезе составляло 155-170 мг/л. Сумма ионов в пробах воды, отобранных из чаши водохранилища и канала нижнего бьефа плотины, в среднем составила 145-160 мг/л. В летне-осенние месяцы пробы воды, отобранные из вышеперечисленных разрезов, показали, что в чаше водохранилища и вытекающих из нее сумма ионов увеличилась на 12-15%.

в связи с тем, что наблюдается дисбаланс в распределении воды между участниками водохозяйственного комплекса (ирригация, гидроэнергетика и питьевое водоснабжение) водных ресурсов водохранилища коэффициент полезного действия микроГЭС составил 0,59, рабочая мощность Зааминской микроГЭС – 115,8 кВт, , что на 57,9 процентов меньше проектной мощности.

разработано выражение гидравлической зависимости между уровнем воды в водохранилище, вырабатываемой микроГЭС электроэнергией и расходом воды, необходимым для ирригации и питьевого водоснабжения.

усовершенствована гидравлическая модель зависимости между вырабатываемой микроГЭС электроэнергии  $E$  (кВт.ч) и изменением уровня воды в водохранилище.

согласно численным экспериментам гидравлической модели при нормальном подпертом уровне воды в водохранилище на максимальной отметке 917 м концентрация нитратов в воде составила 20 мг/л, что в 2,25 раза ниже ПДК, хлоридов – 112 мг/л, что в 3,1 раза ниже ПДК, сульфатов – 475 мг/л, что в 1,1 раза ниже ПДК.

При нормальном подпертом уровне воды в водохранилище на отметке 889 м концентрация нитратов в воде составила 51,2 мг/л, что в 1,14 раза превышает ПДК, хлоридов – 351,7 мг/л, что в 1,04 раза превышает ПДК, сульфатов – 495 мг/л, что практически приближается к ПДК, создавая опасную ситуацию для питьевого водоснабжения. Поэтому требуется, чтобы уровень воды в Зааминском водохранилище в вегетационный период не составлял отметку ниже 889 м.

на основании предложенного диспетчерского графика водохранилища усовершенствована концептуальная модель обеспечения совместимости системы ирригационно-гидроэнергетического и питьевого водоснабжения.

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

---

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

**NEMATOV DAVLATBEK BERDIYOR UGLI**

**IMPROVING HYDRAULIC METHODS FOR THE RELIABLE AND  
SAFE UTILIZATION OF RESERVOIR WATER RESOURCES**

**(ON THE EXAMPLE OF THE ZAAMIN RESERVOIR)**

**05.09.07 – Hydraulics and engineering hydrology**

**Dissertation abstract of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences**

**Tashkent – 2025**

The title of doctoral dissertation (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan with registration number of B2025.4 PhD/T6076

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

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

**Scientific advisor:** **Makhmudov Ilkhomjon Ernazarovich**  
doctor of technical sciences, professo

**Official opponents:** **Paluanov Daniyar Tanirbergenovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Eshquvatov Quvonchbek Shavkatovich**  
PhD on technical sciences

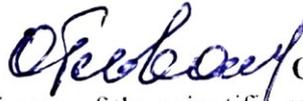
**Leading organization:** **Jizzakh polytechnic institute**

The defense of the thesis will be held 20 12 2025 at 10<sup>00</sup> hours at the meeting of the Scientific council DSc.41/30.04.2021.T.131.01 at the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems. (Adress: 100187, Tashkent, Qorasuv 4, 11. Tel: (99899) 434-43-28; e-mail: [ismiti@minwater.uz](mailto:ismiti@minwater.uz)). The doctoral dissertation can be found at the Information Resource Center of the Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems (registered with №12) at the address: 100187. Tashkent, Qorasuv 4, 11. Tel: (99899) 434-43-28;

Abstract of dissertation was sent « 4 » 12 2025.

(register of the distribution protocol №12 from « 4 » 12 2025).



 **O.Y. Glavatskiy**  
Chairman of the scientific council awarding  
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

 **U.A. Sadiev**  
Secretary of the scientific council awarding  
scientific degrees, senior scientific researcher,  
PhD on technical sciences

 **M.R. Ikramova**  
Chairman of the academic seminar under the  
scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** is improvement of hydraulic methods for reliable and safe distribution of reservoir water resources between irrigation, hydropower, and drinking water supply.

**The object of the research** is the Zaamin reservoir in the Jizzakh region.

**The scientific novelty** of the research are:

Based on optimization theory methods, methods for calculating energy and hydraulic parameters that ensure the optimal operating mode of irrigation, hydropower, and drinking water supply systems in the reservoir have been improved;

Based on the Sturm-Liouville theory, the parameters of electricity generated by the hydroelectric power plant in the reservoir, as well as the hydraulic model of water level dynamics in the reservoir, have been improved;

The hydraulic method for calculating the parameters of safe and reliable drinking water supply to the population has been improved based on the balance equation of water and ion concentration dynamics, depending on the change in the hydrochemical regime of the reservoir;

Based on the conceptual model for ensuring the consistency of the irrigation and energy system and the drinking water supply system, the optimal mode of reliable and safe operation of the reservoir for irrigation, hydropower, and drinking water supply purposes has been developed.

### **Implementation of research results.**

Based on the obtained results for improving hydraulic methods of reliable and safe utilization of reservoir water resources:

Improved methods for calculating energy and hydraulic parameters that ensure optimal operating mode (proportionality) of irrigation, hydropower, and drinking water supply systems in the reservoir, as well as parameters of electricity generated by the hydroelectric power plant in the reservoir, and the hydraulic model of water level dynamics in the reservoir were adopted for use in the activities of the Syrdarya-Zarafshan Basin Irrigation Systems Administration (Certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 04/19-5471 dated October 10, 2025). As a result, the water deficit observed due to disproportions in the use of water resources of the Zaamin Reservoir was prevented, and an average of 90.0 million m<sup>3</sup> of additional water resources per year were effectively utilized.

An advanced hydraulic method for calculating parameters to provide the population with safe and reliable drinking water, based on optimal operational modes and changes in the reservoir's hydro chemical regime, has been adopted for use by the Zaamin Irrigation Systems Department (Certificate of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 04/19-5471 dated October 10, 2025). This method was developed for reliable and safe operation of the reservoir in irrigation, hydropower, and drinking water supply. As a result, water scarcity has been prevented, the system for integrated use of the reservoir has been

improved, and an average of 6-8 percent of water resources are being effectively utilized annually.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of used literatures and annexes. The volume of dissertation is 110 pages.

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

1. D. Nematov, I. Makhmudov, J. Narziev, U. Jovliev, B. Ulugbekov, Sh. Ustemirov, O. Sayliev. “Hydraulic model of non-stationary filtration of an earth dark body”// Journal of Engineering and Technology (JET) ISSN(P):2250-2394; Aug 11, 2022; Paper Id: JETDEC20225. <http://journalppw.com>. SJR 0.54

2. D.B.Nematov, I.E.Makhmudov, M.K.Aliev, D.E.Makhmudova, Sh.M.Musaev, M.M.Rustamova, B.I.Boboyorov. Development Of A High-Performance Technology For Mixing Ozone With Water For The Preparation Of Drinking Water From The Reservoir// Journal of Positive School Psychology. Vol. 6, No. 5, 2921-2925. <http://journalppw.com>. SJR 0.54

3. Неъматов Д.Б., Махмудов И.Э., Нарзиев Ж.Ж., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р., Тохиров И.Х. “Оценка безопасности и надежности плотин водохранилищ”// Научный журнал: «Universum: технические науки». Выпуск: 3 (108) част 2. Москва 2023 – с. 5-6. (02.00.00; №1)

4. Неъматов Д.Б. Ахмадалиев С.С., Сув таъминоти тармоқларининг гидравлик бошқаришда геоинформацион технологияларни қўллашнинг самарадорлиги// Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. 2021 йил, №3 сон Б.57-61. (05.00.00; №14)

5. Неъматов Д.Б., Махмудов И.Э., Нарзиев Ж.Ж., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р., Ражабов А.Х., “Исследования надежности водохранилищных сооружений” // «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий техник журнал – Самарқанд: СамДАҚИ, - 2023 №1 (2-қисм) с. 24-26. (05.00.00; №14)

6. Неъматов Д.Б., Сайидов М.Т. Амударёнинг бирата (дарганата) гидростатида оқимдаги муаллақ чўкиндиларнинг ўзгариши// «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий техник журнал – Самарқанд: СамДАҚИ, - 2022 №1 (2-қисм) Б. 37-39. (05.00.00; №14)

7. Неъматов Д.Б., Сайидов М.Т., Мусаев Ш.М., Раджабов А.Х. Амударёдан сув олувчи аму-бухоро каналида оқимдаги муаллақ чўкиндилар ва лойқаликнинг ҳисоби// «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий техник журнал – Самарқанд: СамДАҚИ, - 2022 №1 (2-қисм) Б. 52-55. (05.00.00; №14)

8. Неъматов Д.Б. Zarafshon daryosidan viloyat zonalariga ichimlik suvi yetkazib berish loyihasi// «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий техник журнал – Самарқанд: СамДАҚИ, - 2021 №1 (2-қисм) Б. 58-61. (05.00.00; №14)

9. Неъматов Д.Б. Сув омборлари сув сатҳи ўзгаришининг пастки бьефлардаги вертикал (тик) кудуқлар сатҳига таъсирини баҳолаш (Зомин сув омбори мисолида)//“Agro ilm” jurnali-Toshkent–2025 maxsus son 4, Б.31-33. (06.00.00; №3)

## II бўлим (II часть, II part)

10. Неъматов Д.Б., Проведение экспериментальных исследований при определении гидравлических параметров микрогидроэлектростанций// В INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE & TECHNOLOGY // Hosted from Moscow, Russia 2025 (Т.1,Выпуск 1, сс. 85–89). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17412031>

11. D. Nematov, I. Makhmudov, J. Narzиеv, U. Jovliev, B. Ulugbekov, Sh. Ustemirov, O. Sayliev. “Mathematical model of ground deformation of a reservoir dam body”// III International Scientific and Theoretical Conference “Formation of innovative potential of world science” - Tel Aviv, State of Israel. 19 avg. 2022. p.149-155

12. Неъматов Д. Б., Сув омборларининг иш режими ва сув балансини аниқлашда илмий техник натуравий тадқиқотлар// Халқаро илмий-амалий конференция глобаллашув даврида фан, таълим ва ишлаб чиқаришнинг ўзаро ҳамкорлиги масалалари. Жиззах 04.2024 Б. 1033-1035.

13. Неъматов Д., Нарзиев Ж., Улугбеков Б., Устемиров Ш. “Қорасув сув омбори техник ҳолатининг таҳлили”// Globallashuv davrida fan, ta’lim va ishlab chiqarishning o’zaro hamkorligi masalalari xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya (II - Jild) Jizzax-2024. Б. 1036-1040

14. Неъматов Д.Б. Махмудова Д.Э., Ер ости сув маънбаларидан ичимлик суви сифатида фойдаланишдаги муаоммоларнинг ечимига комплекс ёндашув. // Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари-жиззах-2021, 1-том, Б. 90-93

15. Неъматов Д.Б., Махмудов И.Э., Нарзиев Ж.Ж., Тохиров И.Х., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р., Омондуллохонов Ф. “Сув омбори тўғони ва ундаги гидротехника иншоотларидан ишончли ва хавфсиз фойдаланиш бўйича илмий асосланган меъёрлар”// «Илм-Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси: муаммо ва ечимлари-2023» мавзусида халқаро илм.-амал. анжуман – Наманган: НамМТИ, 1-том. - 2023. – б. 41-43

16. Неъматов Д.Б., Махмудов И.Э., Нарзиев Ж.Ж., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р., Омондуллохонов Ф. “Сув омборлари фойдали ҳажмини аниқлаш ва самарали фойдаланишни ташкил этиш”// «Замонавий инновацион тадқиқотларнинг долзарб муаммоларининг ечимлари ва истиқболлари» мавзусида илм.-тех. анжуман – Жиззах: ЎзМу Жиззах филиали, 1-қисм. - 2023. – Б. 340-345

17. Неъматов Д.Б., Нарзиев Ж.Ж., Тохиров И.Х., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р. “Сув омборлари фойдали ҳажмини ошириш бўйича чора-тадбирлар”// «Сув ресурслари ва гидротехника иншоотларидаги муаммолар ва уларнинг ечимлари» мавзусида илм.-амал. анжуман – Қарши: ҚИ ва АИ, - 2023. – Б. 217-221

18. Неъматов Д.Б., Бобоёров Б.И., Мусаев Ш.М., Абдурахмонов А.Б., Курбанбоев Б.Т., Устемиров Ш.Р. Совершенствование научно-

технологических методов строительства малых водохранилищ в условиях изменения климата// “Yangi O‘zbekiston: ilm qaldirg‘ochlari - 2024” talabalarning III-Xalqaro anjumani 2024 yil 18-may Jizzax-2024 с. 375-380.

19. Неъматов Д.Б., Нарзиев Ж.Ж., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р., Абдурахмонов А.Б. Сув омборларда ўтказилган илмий-техник дала тадқиқотлари (Новқа сув омбори мисолида) // “Globallashuv davrida fan, ta’lim va ishlab chiqarishning o‘zaro hamkorligi masalalari” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya Jizzax-2024 Б. 1027-1032.

20. Неъматов Д.Б., Нарзиев Ж.Ж., Улугбеков Б.Б., Устемиров Ш.Р., Абдурахмонов А.Б. Сув омборларда сув муҳофазаси фаолиятини такомиллаштириш бўйича чора тадбирларни ишлаб чиқиш (Оқбулоқ сув омбори мисолида)// “Oliy ta’limni raqamlashtirish muhitida innovatsion texnologiyalar: muammo va yechimlar-2024” xalqaro konferensiya, Jizzax, 2024. Б. 1043-1047.

21. Неъматов Д.Б., Б.И.Бобоёров, Б.Т.Курбанбоев, А.Б.Абдурахмонов, Использование систем ГАТ при создании небольших водохранилищ и определении их гидрологических, гидрометрических параметров.// “Arxitektura, muhandislik, ta’lim va atrof-muhitni muhofaza qilishda innovatsion texnologiyalar ” xalqaro ilmiy-amaliy anjuman maqolalari to‘plami TAQU-2025, с. 344-349.

Автореферат “Irrigatsiya va Melioratsiya” илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилган ва унинг ўзбек, рус, ингилиз (резюме) тилларидаги матнларини мослиги текширилган (08.11.2025 й).



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 08.11.2025.  
Bichimi: 60x84 <sup>1/16</sup> «Times New Roman»  
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 2,8. Adadi 100. Buyurtma: № 197  
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09  
Guvohnoma reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.  
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.