

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлиги томонидан 2018 йил 8 сентябрда 0989-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий Аттестация Комиссияси Раёсатининг 2020 йил 30 октябрдаги 287/9.1-сонли қарори билан 05.00.00 – Техника фанлари (05.05.00)

ихтисосликлари бўйича ОАК диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган.

Ҳар чорақда 1 марта нашр этилади.  
DOI “Zenodo”, “Google Scholar”, “Cyberleninka”, “Index Copernicus”, “OpenAIRE” сингари халқаро илмий базаларда индексланади.

## “ЎЗБЕКГИДРОЭНЕРГО” АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТИНИНГ 2024-2028 ЙИЛЛАРГА МЎЛЖАЛЛАНГАН ГИДРОЭНЕРГЕТИКАНИ РИВОЖЛАНТИРИШ СТРАТЕГИЯСИ



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ПРЕЗИДЕНТИНИНГ  
ҚАРОРИ

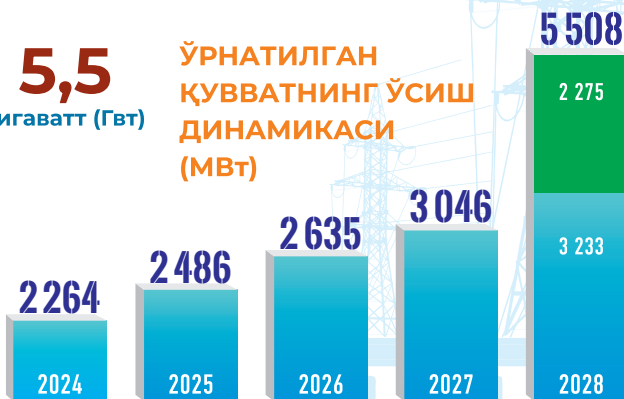
2024 йил 12 июль

№ ПҚ-252



5,5  
гигаватт (ГВт)

ЎРНАТИЛГАН  
ҚУВАТНИНГ ЎСИШ  
ДИНАМИКАСИ  
(МВт)



17-19  
млрд кВт·соат

ИШЛАБ ЧИҚАРИШ  
ҲАЖМИНИНГ ЎСИШ  
ДИНАМИКАСИ  
(млн кВт·соат)



## “ЎЗБЕКГИДРОЭНЕРГЕТИКА”

ИЛМИЙ-ТЕХНИК ЖУРНАЛИ

ТАҲРИР ҲАЙЪАТИ

**Абдуғани САНГИНОВ**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Бошқарув раиси,  
Таҳрир ҳайъати раиси

**Қахрамон АЛЛАЕВ**

Ўз.Р. Фанлар академияси академиги,  
т.ф.д., профессор

**Муродилло МУҲАММАДИЕВ**

Тошкент давлат техника университети  
профессори, т.ф.д.

**Баҳриддин ҲАСАНОВ**

“ТИҚХММИ” МТУ Қурилишни ташкиллаштириш  
ва технологияси каф. мудири, т.ф.д., профессор

**Тоҳиржон СУЛТОНОВ**

Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар  
институтини ректори, т.ф.д., профессор

**Абдусайд ИСАКОВ**

“ТИҚХММИ” МТУ Энергетика факультетини декани,  
т.ф.д., профессор

**Машариф БАКИЕВ**

“ТИҚХММИ” МТУ Гидротехника иншоотлари ва  
муҳандислик конс. каф. мудири, т.ф.д., профессор

**Сухроб ХАМРАЕВ**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Аппарат раҳбари

**Сурайё ПЎЛАТОВА**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ  
Бошқарув раиси маслаҳатчиси

**Равшан ПАРАТОВ**

“Гидропроект” АЖ директори

**Шухрат ТАЛИПОВ**

“Гидротехмониторинг” МЧЖ директори

**Марат НАЖИМОВ**

“Ўзсувлойиҳа” АЖ директори

ХАЛҚАРО ИЛМИЙ ҲАЙЪАТ

**Татьяна ЛАНШИНА**

Агора энергиясига ўтиш (Берлин) Тадқиқот  
лойиҳаларини бошқариш бўйича Лойиҳа  
менежери, иқтисод фанлари номзоди

**Нурқул МУРЗАҚУЛОВ**

ЎШТУ (Қирғизистон) Энергетика ва транспорт  
институтини директори, т.ф.н., профессор

БОШ МУҲАРРИР

**Феруза АЗИМОВА**

ИЛМИЙ-ТЕХНИК МАСЛАҲАТЧИЛАР

**Воҳиджон АҲМАДЖОНОВ**

**Сардоржон САЛОЙДИНОВ**

ДИЗАЙНЕР-САҲИФАЛОВЧИ

**Файзулло СОБИРОВ**

МУАССИС

“ЎЗБЕКГИДРОЭНЕРГО” АЖ

Манзил: Тошкент ш., Алишер Навоий кўчаси, 22-уй

Тел.: +998 77 327-24-54. E-mail: jurnal@uzgidro.uz



“ЎЗБЕКГИДРОЭНЕРГО” АЖ ТАШАБУСЛИГИДА  
ХУСУСИЙ ИНВЕСТИРОРЛАР ИШТИРОКИДА

Журнал зарегистрирован Узбекским агентством по печати и информации 8 сентября 2018 года с свидетельством № 0989.

Постановлением Президиума Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан от 30 октября № 287/9.1 журнал включен в список научных изданий, рекомендованных ВАК к публикации основных научных результатов диссертаций по специальностям 05.00.00 – Технические науки (05.05.00).

Издается 1 раз в квартал. Индексируется в международных базах, DOI «Zenodo», «Google Scholar», «Cyberleninka», «Index Copernicus», «OpenAIRE».

The journal was registered by the Uzbek Agency for Press and Information on September 8, 2018, with certificate No. 0989.

By the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated October 30, No. 287/9.1, the journal was included in the list of scientific publications recommended by the HAC for publishing the main scientific results of dissertations in specialties 05.00.00 – Technical Sciences (05.05.00).

Published quarterly, it is indexed in international databases, DOI "Zenodo", "Google Scholar", "Cyberleninka", "Index Copernicus", and "OpenAIRE".

## «УЗБЕКГИДРОЭНЕРГЕТИКА»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

#### Абдугани САНГИНОВ

Председатель правления АО «Узбекгидроэнерго»,  
Председатель редакционной коллегии

#### Кахрамон АЛЛАЕВ

академик Академии наук РУз, доктор  
технических наук, профессор

#### Муродилло МУХАММАДИЕВ

профессор ТГТУ, д.т.н.

#### Бахриддин ХАСАНОВ

заведующий кафедрой Гидротехнического  
строительства НИУ «ТИИИМСХ», д.т.н.,  
профессор

#### Тахиржон СУЛТАНОВ

ректор Андижанского института сельского  
хозяйства и агротехнологий, д.т.н., профессор

#### Абдусайд ИСАКОВ

декан Энергетического факультета НИУ  
«ТИИИМСХ», д.т.н., профессор

#### Машариф БАКИЕВ

профессор НИУ «ТИИИМСХ», д.т.н.

#### Сухроб ХАМРАЕВ

Руководитель аппарата АО «Узбекгидроэнерго»

#### Сурайё ПУЛАТОВА

Советник председателя правления  
АО «Узбекгидроэнерго»

#### Равшан ПАРАТОВ

директор АО «Гидропроект»

#### Шухрат ТАЛИПОВ

директор ООО «Гидротехмониторинг»

#### Марат НАЖИМОВ

директор АО «Узсувлройиха»

### МЕЖДУНАРОДНАЯ УЧЕНАЯ КОЛЛЕГИЯ

#### Татьяна ЛАНШИНА

Agora Energiewende (Berlin) Проектный  
менеджер по управлению исследовательскими  
проектами,  
кандидат экономических наук

#### Нуркул МУРЗАКУЛОВ

директор Института энергетики и транспорта  
ОШТУ (Киргизия)

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

#### Феруза АЗИМОВА

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОНСУЛЬТАНТЫ

#### Вохиджон АХМАДЖОНОВ

#### Сардоржон САЛОЙДИНОВ

### ВЕБ-ДИЗАЙНЕР

#### Файзулло СОБИРОВ

### УЧРЕДИТЕЛЬ: АО «УЗБЕКГИДРОЭНЕРГО»

Адрес: г. Ташкент, ул. Алишера Навои, 22.

Tel.: +998 77 327-24-54; E-mail: jurnal@uzgidro.uz

## “UZBEKHYDROPOWER”

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

### EDITORIAL BOARD

#### Abdugani SANGINOV

Chairman of the Board of JSC  
“Uzbekhydroenergo”,  
Chairman of the Editorial Board

#### Kakhramon ALLAEV

academician of the Academy of Sciences of  
the Republic of Uzbekistan, DSc, professor

#### Murodillo MUKHAMMADIEV

professor of TSTU, DSc

#### Bakhriddin KHASANOV

Head of the Department of Hydraulic  
Engineering Construction at NRU “TIAME”,  
DSc, professor

#### Takhirjon SULTANOV

Principal of Andijan Institute of Agriculture  
and Agrotechnologies, DSc, Professor

#### Abdusaid ISAKOV

Dean of the Energy Faculty at NRU “TIAME”  
DSc, Professor

#### Masharif BAKIEV

Professor at NRU “TIAME”, DSc

#### Sukhrob KHAMRAEV

Chief of Staff of JSC “Uzbekhydroenergo”

#### Surayyo PULATOVA

Advisor to Chairman of the Board of  
JSC “Uzbekhydroenergo”

#### Ravshan PARATOV

Director of JSC “Hydroproject”

#### Shukhrat TALIPOV

Director of LLC “Hydrotechmonitoring”

#### Marat NAJIMOV

Director of JSC “Uzsuvloyiha”

### INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

#### Tatiana LANSHINA

Agora Energiewende (Berlin) Project  
Manager for Research Projects, Candidate of  
economic sciences

#### Nurkul MURZAKULOV

Director of the Institute of Energy and  
Transport, OSHTU (Kyrgyzstan)

### EDITOR-IN-CHIEF

#### Feruza AZIMOVA

### SCIENTIFIC AND TECHNICAL ADVISORS

#### Vohidjon AHMADJONOV

#### Sardorjon SALOYDINOV

### WEB-DESIGNER

#### Fayzullo SOBIROV

### FOUNDER: JSC “UZBEKHYDROENERGO”

Address: Tashkent city, Alisher Navoi street, 22.

Phone: +998 77 327-24-54;

E-mail: jurnal@uzgidro.uz

**МУҚАДДИМА**

- **Абдуғани САНГИНОВ.**  
Гидроэнергетика – “яшил” иқтисодиётнинг таянч бўғини 4

**ТАҲЛИЛ-ТАНҚИД-ТАРАҚҚИЁТ**

- **Сухроб ХАМРАЕВ, Хуршид РАВШАНОВ.**  
“Ўзбекгидроэнерго” АЖ: сарҳисоб ва таҳлил 11

**НАЗАРИЯ ВА АМАЛИЁТ**

- **Шерзод ТОШЕВ, Шахноза ТОШЕВА.**  
Эркин оқимли сувлардан самарали электр энергия ишлаб чиқаришга мўлжалланган микро ГЭС 19
- **Рустам БАРАТОВ, Алимардон МУСТАФОҚУЛОВ, Сирожиддин НАМОЗОВ.**  
Затворларнинг айланувчи механизмлари бурчак силжиш ўлчаш датчигининг техник параметрлари 29

- **Аллаберген БЕКИШЕВ, Нажмиддин КУРБОНОВ, Ўткир ХУДОЙНАЗАРОВ.**  
Фаза роторли асинхрон генераторнинг динамик характеристикаларини моделлаштириш 36

- **Асрор ЯНГИЕВ, Дилмурат АДЖИМУРАТОВ, Шохрух АЗИЗОВ, Севара ШУКУРОВА.**  
Томчилатиб суғориш тизимида тиндиргичлар конструктив параметрларини асослаш 43

- **Тўравой МУСЛИМОВ, Озода ВАФОЕВА, Ақром ТЎЛҚИНОВ.**  
Каналлардаги сув ресурсларини тежашда темир-бетон қопламаларининг самарадорлигини оширишга доир 51

- **Тохир МАХМУДОВ.**  
Мураккаб электр энергетика тизимларида кичик тебранишларни таҳлил этиш 57

- **Абдушоҳид МАМАДЖАНОВ, Жамшид АКМАЛОВ, Дониёр МЎМИНОВ.**

Конуссимон ҳавза геометриясининг гравитацион гирдобли микро гидроэлектр станцияси самарадорлигига таъсири 68

- **Умарбой ОДАМОВ, Фаррух МАХАММАДИЕВ, Диёрбек НИШОНОВ.**  
Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимларини ишлаб чиқиш 74

- **Алишер ДАВИРОВ, Дилшод ҚОДИРОВ.**  
Винт турбинали микро гидроэлектр станциянинг конструктив параметрларини моделлаштириш 79

- **Яъқубжон ЧЎЛЛИЕВ, Фаррух КЎЧАРОВ, Гулшода МАМАТОВА.**  
ГЭСлардаги турбинали қувурларда сув-ҳаво аралашмасини ўлчаш ва назорат қилиш интеллектуал датчигининг метрологик характеристикалари 85

- **Шайдобек ҚУРБОНОВ, Азиз ЯВОВ.**  
Каналлардан фойдаланиш даврида муаллақ оқизикларнинг салбий таъсирини камайтириш чора-тадбирлари

- **Баҳром НОРМУРАТОВ.**  
Кучланиш чегараларига риоя қилиб электр энергетика тизимининг ҳолатини бошқариш имкониятига эга

бўлган FACTS қурилмалари

- **Умиджон РУСТАМОВ.**  
Расчет эффективности степени округленности пластин лопастей «водного колеса» для микро ГЭС

- **Обид НУРМАТОВ.**  
Управление насосных станций как регуляторы нагрузки электрической системы

- **Одилжан НИЗАМОВ, Бахтиёр КЕНЖАЕВ.**  
Возникновение и причины вибрации гидроагрегатов ГЭС

**“ЎЗБЕКГИДРОЭНЕРГО” АЖ ФАОЛИЯТИ**

- **Турсун ШОУСМАНОВ.**  
Инвестиция дастури ижросини таъминлашда ташқи иқтисодий фаолият самарадорлиги .....89

**СОҲАДА РАҚАМЛАШТИРИШ  
ВА МОДЕЛЛАШТИРИШ**

- **Шерзод ДЖАЛИЛОВ.**  
“Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси: илмий-техник жараёнлар ва лойиҳавий ечимлар 94

- **Равшан ПАРАТОВ.**  
Стратегический инновационный подход при проектировании и строительстве каскада Нарынских ГЭС в Узбекистане 98

**ГИДРОЭНЕРГЕТИКАДА МАҲАЛЛИЙЛАШТИРИШ**

- **Уйгун ХАЙДАРОВ, Мадамин ДИМЕТОВ.**  
Увеличение уровня локализации в АО «Ўзбекгидроэнерго» 106

**СОҲАДА РАҚАМЛАШТИРИШ ВА МОДЕЛЛАШТИРИШ**

- **Жамол КАМОЛОВ, Жаҳонгир АХРОНҚУЛОВ.**  
Сув омборларида фильтрация сувлари мониторингини юритишда юпқа деворли новлардан фойдаланиш 111

- **Қабул ИКРАМОВ.**  
Метод измерения АЧХ с использованием последовательностей гауссовских импульсов

**КИЧИК ВА МИКРО ГЭСЛАР – ДАВР ТАЛАБИ**

- **Мурод РАФИҚОВ, Дилшод АҲМЕДОВ.**  
Микро ГЭСлар қурилиши – ҳудудларда энергия танқислигини ечишнинг муҳим йўналиши 117

- **Асқад УРАЗБАЕВ.**  
Тошкент вилояти Оҳангарон сув омбори қошида барпо этилган Оҳангарон микро ГЭС тўғрисида

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВА ЭКОЛОГИК ХАВФСИЗЛИК**

- **Ақмал МУКСИНОВ.**  
Разработка и внедрение экологической политики АО «Ўзбекгидроэнерго»

**ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИК САРИ**

- **Shermukhammad ABDUKHALILOV.**  
The challenges of implementing social public procurement in developing countries

**ИЖТИМОИЙ-МАЪНАВИЙ ҲАЁТ**

- **Сурайё ПЎЛАТОВА.**  
Ижтимоий-маънавий муҳитни ривожлантириш – тараққиёт кафолати

**ШОНЛИ САНА**

“Чирчиқ ГЭСлар каскади” 80 ёшда

## ГИДРОЭНЕРГЕТИКА – “ЯШИЛ” ИҚТИСОДИЁТНИНГ ТАЯНЧ БЎҒИНИ

**Абдуғани САНГИНОВ**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Бошқарув раиси,  
“Ўзбекгидроэнергетика” журнали Таҳрир  
ҳайъати раиси

Шиддат билан ривожланиб бораётган фан-техника тараққиёти даврида табиий ресурслар захирасининг тобора камайиб бориши, глобал экологик муаммолар кескинлашуви кузатилиши табиий.

Бу ўз навбатида, ер шарни ва инсониятга турли хавф солувчи таҳдидларни келтириб чиқаради. Шу нуқтаи назардан, 2019 йилда халқаро экспертлар томонидан жаҳон иқтисодиётида “яшил тараққиёт” тамойилларини жорий этиш зарурлиги таъкидланиб, мазкур ёндошув Бирлашган миллатлар ташкилотининг (БМТ) Барқарор тараққиёт мақсадларида ҳам қатъий ифода этилган.

Ўзбекистон БМТнинг ушбу Барқарор тараққиёт мақсадлари ва Иқлим бўйича Париж битими иштирокчиси бўлиб, ўз зиммасидаги “яшил тараққиёт” талабларини бажариш мақсадида, шунингдек, иқтисодий ва экологик салоҳиятини инобатга олган ҳолда 2019 йил 4 октябрдаги **“2019 — 2030 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасининг «яшил» иқтисодиётга ўтиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида**”ги ПҚ-4477-сон қарор билан, мамлакатимизнинг “Яшил иқтисодиёт”га ўтиш Стратегияси” қабул қилинди.

*Стратегиянинг асосий мақсади* – республикада амалга оширилаётган тузилмавий ислохотларга “яшил” иқтисодиёт тамойилларини интеграция қилиш орқали ижтимоий ривожланишга, иссиқхона газларининг ажратмалари даражасини пасайтиришга, иқлим ва экология барқарорлигига имкон берувчи мустаҳкам иқтисодий тараққиётга эришишдан иборатдир.

Ўз навбатида, мазкур мақсадларга эришишда қуйидаги **4 та устувор йўналиш** бўйича муҳим ва аниқ вазифалар белгилаб берилди:

1) иқтисодиётнинг базавий тармоқлари энергия самарадорлигини ошириш;

2) энергия ресурслари истеъмолини диверсификациялаш ва қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишни ривожлантириш;

3) иқлим ўзгариши оқибатларига мослашиш ва уларни юмшатиш, табиий ресурслардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш ва табиий экотизимларни асраш;

4) “Яшил” иқтисодиётни қўллаб-қувватлашнинг молиявий ва номолиявий механизмларини ишлаб чиқиш.

Ушбу йўналишлар доирасида иқтисодиёт тармоқлари ва соҳалар бўйича амалга оширилиши зарур бўлган ишлар алоҳида таснифланган бўлиб,



шуларга асосан бугунги кунда республикаимиз миқёсида “яшил” иқтисодиётга ўтиш ишлари тобора жадаллашиб бормоқда.

Яна бир жиҳати, 2019 йилда яшил энергетика соҳасини ривожлантиришнинг мустаҳкам ҳуқуқий асосларидан бўлган **“Қайта тикланадиган энергия манбалари тўғрисида”ги Қонун** қабул қилинди. Қонунда инвесторлар учун имтиёзлар ва преференциялар кўзда тутилган бўлиб, бу ҳам ички, ҳам хорижий инвестицияларни жалб қилишни рағбатлантиради. Шуларга мувофиқ 2023 йилда Ўзбекистоннинг стратегик ҳамкорлари – “Masdar”, “Gezhouba”, “China Energy” компаниялари билан биргаликда 1,4 гигаватт қувватга эга йирик шамол ва қуёш электр станциялари ишга туширилди. Шунингдек, “ACWA Power” компанияси билан биргаликда “яшил” водород ишлаб чиқариш лойиҳаси амалга оширилмоқда. Эътиборлиси, ушбу муҳим лойиҳалар фақат тўғридан-тўғри хорижий инвестициялар ҳисобидан давлат-хусусий шериклик асосида амалга оширилмоқда.

Шулар қаторида, энергетикатизимининг ажралмас бўғини ҳисобланган гидроэнергетика соҳасида ҳам бу борада амалий ишлар олиб борилмоқда.

Юртимиздаги мавжуд сув ресурсларидан оқилона фойдаланиб, замонавий технологияларни жорий этган ҳолда гидроэлектр станциялар самарадорлигини оширишга эришилмоқда. Нафақат босимли сув ҳавзалари, балки эркин оқимли сув ҳавзаларида ҳам мини ва микро ГЭСлар ўрнатилиб, гидроэнергия қувватларини кўпайтириш имконияти яратилди.

Табиийки, гидроэнергетика йўналишда “Ўзбекгидроэнерго” акциядорлик жамияти етакчи ва асосий ташкилот сифатида республикаимиз “яшил” иқтисодиёти тараққиётига салмоқли улуш кўшиб келмоқда. Бугунги кунда “Ўзбекгидроэнерго” АЖ тасарруфида **72 та ГЭС** мавжуд бўлиб, уларнинг умумий гидроэнергетик қуввати **2 445 МВт**га етди.

Шу ўринда мамнуният билан қайд этиш жоизки, Президентимизнинг 2023 йил 12 майдаги **“Яшил энергия” сертификатлари тизимини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида**”ги ПҚ-156-сон қарори ижроси юзасидан, 2023 йил 1 июлдан бошлаб Ўзбекистон энергетика тизимида биринчилардан бўлиб “Ўзбекгидроэнерго” АЖ таркибидаги ГЭСларда “Яшил энергия” сертификатлари тизими жорий этилди. Эндиликда яшил сертификатлар биржа савдоси орқали маҳаллий ва хорижий ҳамкорларга сотила бошланди. ГЭСларда ишлаб чиқариладиган электр энергияси ҳажмидан келиб чиққан ҳолда, йилига 7 млн дона “яшил энергия” сертификатлари биржага савдога чиқарилиши ва талабгорларга тақдим қилиш имконияти мавжуд.

Маълумки, “Яшил иқтисодиёт” фақатгина энергетика соҳасини ислоҳ қилишдан иборат бўлиб қолмай, унинг кўламига тоза ичимлик суви муаммолари, озик-овқат хавфсизлиги, қишлоқ хўжалигидаги инновациялар, барқарор шаҳарлар, чиқиндиларни оқилона бошқариш, ўрмон ҳудудларини кенгайтириш, чўлланишни қисқартириш каби кўп қиррали ва кенг тармоқли чора-тадбирлар ҳам қамраб олинган.

Шу маънода, “Яшил иқтисодиёт” муҳим аҳамият касб этиб, замонавий “яшил технологиялар”дан давлат ёки тадбиркорнинг эмас, балки, энг аввало, оддий аҳолининг иқтисодий фойда кўришини кўзда тутди. Бу маълумотлар Ўзбекистон “яшил” иқтисодиётга ўтиш стратегиясининг ижтимоий

долзарблиги ва амалий аҳамиятини яна бир бор тасдиқлайди.

2025 йил мамлакатимизда - **“Атроф-муҳитни асраш ва “яшил” иқтисодиёт йили**” дея эълон қилинганлиги ҳам бу борадаги энг залворли қадам бўлди.

Келаётган йил бўйича белгиланадиган вазифалар “яшил” иқтисодиётнинг асосий бўғини бўлган “Ўзбекгидроэнерго” акциядорлик жамиятига қўшимча масъулият ва жавобгарлик юклаши табиий.

Бинобарин, 2025 йилда – гидроэнергетикатарихида илгарикузатилмаган 36 та sanoat объекти фойдаланишга топширилиши режалаштирилган.

Хусусан, жами қиймати **406 млн доллар**, жами қуввати **225 МВт** ва йиллик ишлаб чиқариши **1 млрд кВт/соат**га тенг **10 та йирик** ва **6 та микро ГЭС**, шунингдек, 1 та шамол станцияси ҳамда ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришга қаратилган **40 МВт**гача бўлган **гидроагрегатлар ишлаб чиқариш заводи**, шулар жумласига киради.

Жумладан, Тошкент вилоятида - Қуйи-Чотқол ГЭС (90 МВт), Андижон вилоятида - ЖФК-3 кичик ГЭСлар каскади (6,9 МВт), Наманган вилоятида - Катта Андижон каналида кичик ГЭСлари (23 МВт) ҳамда Норин ГЭСлар каскади (38 МВт), Қашқадарёда Рабат, Чаппасуй, Тамшуш ГЭСлар (24 МВт) ва Сурхондарё вилоятида Зарчоб-3 кичик ГЭС (16 МВт) ишга туширилади.

Бундан ташқари, Самарқанд, Жиззах, Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятида жами 3 МВтга тенг 6 та микро ГЭС фойдаланишга топширилади.

Президентимизнинг жорий йил октябрь ойида Навоий вилоятига ташрифи доирасида вилоят ҳудудидаги Зарафшон дарёси ва Оқдарёдан ўтган каналларда кичик гидроэлектр станциялар қуриш бўйича кўрсатма берилди. Мазкур ГЭСлар “sanoat ипотекаси” асосида тадбиркорларга берилиши кўзда тутилган.

Бундан ташқари, Навоий намунасидан келиб чиққан ҳолда, Республика ҳудудлари бўйлаб ҳам **1 200 тага яқин микро ГЭС** қурилиши мўлжалланмоқда.

Ҳозирги вақтда Жамият томонидан эркин оқимдаги дарё ва каналлардан самарали фойдаланиш мақсадида кинетик гидроагрегатни ўрнатиш юзасидан салмоқли ишлар олиб борилмоқда.

Умуман олганда, Янги Ўзбекистонимизда **“яшил” иқтисодиёт ва гидроэнергетикатараққиётига эришиш** – ижтимоий-иқтисодий ривожланиш ҳамда аҳоли фаровонлиги ва мамлакат жозибадорлигини оширишга, шунингдек, жаҳон ҳамжамиятидаги ўрнимизни барқарорлаштиришга мустаҳкам замин яратади.

## “ЎЗБЕКГИДРОЭНЕРГО” АЖ: САРҲИСОБ ВА ТАҲЛИЛ

**Сухроб ХАМРАЕВ**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ  
Аппарат раҳбари

**Хуршид  
РАВШАНОВ**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ  
Ахборот-таҳлил бўлими  
бошлиғи

**Аннотация:** Мақолада “Ўзбекгидроэнерго” акциядорлик жамияти томонидан 2024 йил 9 ойликда гидроэнергетика соҳасида эришилган натижалар, ютуқ ва камчиликлар рақамлар асосида атрофлича таҳлил қилинади. Бунда тизимда эксплуатация, инвестиция, маҳаллийлаштириш ва қурилиш соҳалари ҳамда инновация лойиҳалари бўйича амалга оширилган ишлар сарҳисоби келтирилади.

**Калит сўзлар:** ислоҳот, инвестиция, инновация, ишлаб чиқариш кўрсаткичлари, сарҳисоб, тараққиёт, энергия қувватлари, эксплуатация, маҳаллийлаштириш, хорижий инвестиция, қурилиш, “Яшил макон” умуммиллий дастури.

**Сухроб ХАМРАЕВ**

Руководитель аппарата АО  
«Узбекгидроэнерго»

**Хуршид РАВШАНОВ**

Начальник информационно-  
аналитического отдела АО  
«Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** В статье детально анализируются результаты, достижения и недостатки АО «Узбекгидроэнерго» в сфере гидроэнергетики за 9 месяцев 2024 года на основе числовых данных. При этом приводится отчет о проделанной работе в системе по направлениям эксплуатации, инвестиций, локализации и строительства, а также по инновационным проектам.

**Ключевые слова:** реформа, инвестиции, инновация, производственные показатели, подведение итогов, развитие, энергетические мощности, эксплуатация, локализация, иностранные инвестиции, строительство, Общенациональная программа «Яшил макон».

**Sukhrob KHAMRAEV**

Head of the office of JSC  
“Uzbekhydroenergo”

**Khurshid RAVSHANOV**

Head of the Information and Analysis  
Department of JSC “Uzbekhydroenergo”

**Abstract:** The article analyzes in detail the results, achievements and shortcomings of JSC “Uzbekhydroenergo” in the field of hydropower for 9 months of 2024 based on numerical data. At the same time, a report is provided on the work done in the system in the areas of operation, investments, localization and construction, as well as on innovation projects.

**Keywords:** reform, investments, innovation, production indicators, summarization, development, energy capacities, operation, localization, foreign investment, construction, “Yashil Makon” Nationwide Program.

*Гидроэлектрстанциялар кунлик энергияни барқарор таъминлашда энг самарали воситадир. Улардан олинадиган электр таннархи ҳам бошқа манбаларга нисбатан анча арзон. Шу боис, бу соҳани ривожлантиришга катта эътибор қаратмоқдамиз.*

## Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат МИРЗИЁЕВ

Дарҳақиқат, жаҳондаги қийин вазиятга қарамасдан, ички имкониятларни ишга солиш ҳисобига Ўзбекистон иқтисодиёти сўнгги йилларда фаол ўсишда давом этмоқда. Хусусан, халқаро валюта фондининг ахборотиغا кўра 2024 йилнинг биринчи ярмида ялпи ички маҳсулотнинг реал ўсиш суръати йиллик ҳисобда **6,4 фоиз**ни ташкил этди. Халқаро валюта жамғармаси Ўзбекистон ялпи ички маҳсулоти ўсишини жорий йилда **5,6 фоиз**га, келаси йилда эса **5,7 фоиз**га прогноз қилмоқда.

Олтин-валюта захираси бу йил илк бор **40 миллиард** доллардан ошди. Аҳолининг миллий валютадаги депозитлари **50 фоиз** ўсди. Дунёнинг нуфузли рейтинг агентликлари ҳам Ўзбекистоннинг рейтинги барқарор сақланиб қолаётганини ижобий баҳоляпти. Ташқи инвесторлар ишончи ортгани туфайли халқаро бозорларда **4 миллиард** доллар евробонд жойлаштирилди. Буларнинг натижасида жорий йилда инвестицияларнинг ялпи ички маҳсулотдаги улуши **33 фоиз**дан ошади. Экспорт қарийб **19 фоиз** ўсиши кутиляпти.

Умуман, Халқаро валюта жамғармаси, Жаҳон банки ва Осиё тараққиёт банки фаол инвестиция сиёсати ва ислохотлар ҳисобига Ўзбекистонда келгусида ҳам барқарор иқтисодий ўсиш сақланиб қолишини тасдиқламоқда.

Шубҳасиз, бу **Давлатимиз раҳбари Шавкат Мирзиёев**нинг олиб бораётган оқилона сиёсати натижаси бўлиб, **“Ўзбекгидроэнерго” акциядорлик жамияти** ҳам, ўз навбатида, мамлакатимизда амалга оширилаётган кенг қамровли тараққиётдан ортда қолмасликка интилоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг ташаббуси билан бугун гидроэнергетика тармоғида ижобий ўзгаришлар амалга оширилмоқда. Жумладан, ҳозирга келиб Жамият тасарруфидаги ГЭСлар сони **70 та**га, умумий қуввати эса **2 245 МВт**га етди. Жорий йил якунига қадар бу кўрсаткич яна ошади. Жамият ташкил топган 2017 йил билан солиштирганда, ГЭСлар сони **33 та** ёки **89 фоиз**га ошди, ишлаб чиқариш қуввати эса **122 фоиз**га ўсди.

Яна бир муҳим ижобий омил, Жамият активлари қиймати **13,6**



**триллион** сўмни ташкил этиб, бугунги кунда қарийб **5 баробарга** кўпайди. Жамиятнинг “кредит елкаси” (амалдаги капиталидан каттароқ суммага бериладиган кредит бўйича ишонч даражаси) ижобий **2 коэффицент** оралиғида сақланиб, тармоқнинг молиявий-иқтисодий ишончлилик даражаси ортишига сабаб бўлмоқда.

Бу эса ўз навбатида, биз учун муҳим бўлган Жамиятнинг молиявий ҳисобот йиллари учун халқаро кредит рейтингларини олинишида ижобий таъсир этиб, мана қаторасига учинчи йилдирки Жамият кредит рейтингини **ВВ** – республика суверен кредит рейтингини даражасида барқарор сақлаб келинмоқда.

Шу билан бирга, ижтимоий жиҳатдан олдимизга мақсад қилиб олинганидек, ишчи-ходимларнинг ўртача ойлик иш ҳақлари жорий йил якуни билан **1 000 АҚШ** доллар эквивалентига етказилиши бўйича амалий чоралар кўрилмоқда.

Молиявий ҳисоботнинг ҳар йиллик якунига кўра Жамият томонидан давлат ғазнасига **600-700 миллиард** сўмлик солиқ мажбурияти бўйича тўловлар амалга оширилмоқда.

Албатта, бу каби рақамларни эшитган ҳар бир инсон фахр ва ғурур туйғусини ҳис этади. Зеро, бу кўрсаткичларнинг ортида соҳа ишчи-ходимларининг машаққатли меҳнати турибди.

### **Аммо олдимизда турган устувор вазифалар ҳам кам эмас.**

Бинобарин, бугун замон шиддат билан ўзгариб, барча соҳалар катори гидроэнергетика тармоғи олдига ҳам ўта долзарб ва мураккаб вазифаларни қўймоқда. Қанчалик қийин ва мураккаб бўлмасин Жамият ўз касбининг асл фидойиси ҳамда **етақчиси Абдуғани Сангин** **бошчилигида** ислоҳотлар йўлидан ҳеч қачон ортга қайтмайди. Олдинга, фақат олдинга қараб олға боради.

Таъкидлаш жоизки, жорий йилда амалга оширилаётган **ислоҳотларимизнинг узвий давоми сифатида** Президент қарори билан гидроэнергетикани ривожлантириш Стратегияси тасдиқланиб, **келгуси 5 йиллик учун** амалга ошириладиган истиқболли лойиҳалар дастури белгилаб берилган. Шу нуқтаи-назардан, Жамият олдида соҳа тараққиёти учун саноат ишлаб чиқариш ҳажмини йилдан-йилга муттасил ошириб бориш ҳамда инвестиция лойиҳалари доирасидаги амалдаги мажбуриятларни ўз вақтида сўндириш каби ўта долзарб вазифалар турибди.

Шу маънода, гидроэнергетикада ҳисобот йилининг **9 ойлик даври** муҳим палла ҳисобланиб, ушбу вақт оралиғида эришилган кўрсаткичлар жорий ҳисобот йилини қандай яқунланишини амалда белгилаб беради.

### **Жорий йилнинг 9 ойлик якуни:**

#### **I. Ишлаб чиқариш**

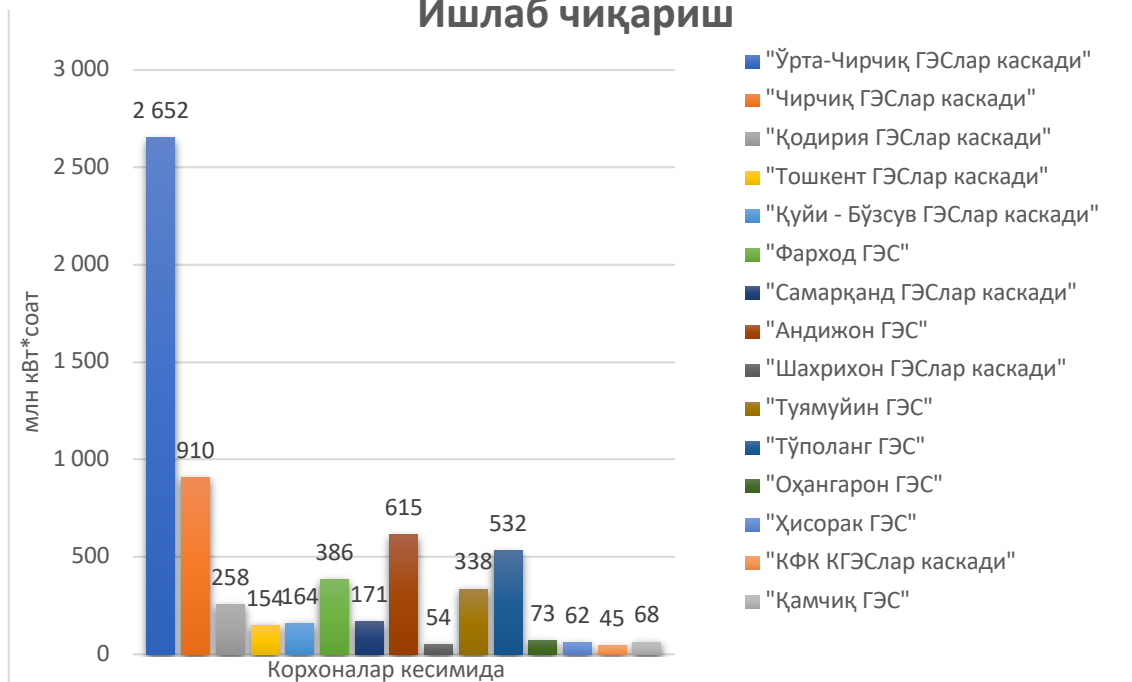
Аҳамиятли жиҳати, Жамиятнинг асосий ишлаб чиқариш кўрсаткичи – электр энергиясини тармоққа етказиб бериш **115 фоизга** бажарилганидир.

Амалга оширилган саъй-харакатлар натижасида, жорий йилнинг **январь-сентябрь** ойларида энергия ҳосил қилувчи корхоналари томонидан **6 482 миллион** киловатт-соат электр энергияси ишлаб чиқарилиб, ўтган йилнинг мос даврига нисбатан **905 миллион** киловатт-соат ёки **16 фоизга** ўсиши таъминланди.

Бунинг натижасида, Жамиятнинг 2024 йил учун мўлжалланган республика энергия балансига мувофиқ **7 044 миллион** киловатт-соат ишлаб чиқариши режаси, амалда корхоналар томонидан йил якунига қадар гидроресурслар ҳажмидан келиб чиқиб **7 879 миллион** киловатт-соатга (*835 миллион киловатт-соат кўп*) етказилиши ҳамда бу орқали режани **112 фоизга** бажарилиши ва ўтган йилга нисбатан **113 фоиз** ўсиш суръатига эришилиши кутилмоқда.

Қолаверса, Жамият томонидан 2024/2025 йиллар куз-қиш мавсумда аҳоли ҳамда ижтимоий соҳа объектлари учун узлуксиз электр энергияси таъминотини таъминлаш мақсадида **2 516 миллион** киловатт-соат энергияси етказиб берилиши устувор мақсад қилиб белгиланган. Бу борада, Жамият томонидан энергия ҳосил қилувчи корхоналари кесимида **157 та** чора-тадбир амалга оширилиши белгиланиб, мазкур чора-тадбирларга жами **21,8 миллиард** сўмлик маблағлар ажратилди. Чора-тадбирлар доирасида тизим корхоналарида белгиланган миқдорда ёқилғи-мойлаш материаллари захираси яратилди.

### Ишлаб чиқариш



Шунингдек, Жамият ва унинг тасарруфидаги тизим корхоналарида қайта тикланувчи энергия манбалари ҳамда энергия тежовчи

технологияларни жорий этилиши эвазига ҳисобот даврида **2 099 минг** киловатт-соат энергияси тежалди. Бунда, ўрнатилган қуёш фото электр станциялари томонидан ишлаб чиқарилган **851 минг** киловатт-соат энергияси станцияларнинг ўз эҳтиёжларига ҳамда **1 248 минг** киловатт-соат энергияси тармоққа узатилишига эришилди.

### Молиявий-иқтисодий кўрсаткичлар

2024 йилнинг 9 ойлигида электр энергияси сотишдан тушум қўшимча қиймат солиғи билан ҳисоблаганда **3,2 триллион** сўм атрофида бўлди. Бунда, ишлаб чиқариш харажати **1,1 миллиард** сўмни ҳамда **реинвестицияга** йўналтирилган маблағлар – **1,6 триллион** сўмни ташкил этди.

Ҳисобот даврида **1 киловатт-соат** электр энергияси таннархи **164 сўмдан** иборат бўлиб, хорижий давлатлар (*Туркия, Россия Федерацияси, Хитой Халқ республикаси, Европа Иттифоқи давлатлари*) билан таққослаганда, республикамиздаги Жамият гидроэлектрстанциялари электр энергияси ишлаб чиқариш таннархи энг паст кўрсаткичга эга эканлиги билан муҳим аҳамият касб этди. Шу ўринда, биронта давлатда Жамиятдаги каби ГЭСлар бюджетга тўлиқ ставкада имтиёзсиз солиқ тўловларини (*ҚҚС, фойда солиғи, божхона тўлови*) амалга оширмайди.

Ҳисобот даврида “Ўзбекгидроэнерго” АЖ давлат бюджетига **700 млрд.сўмлик** тўловларни амалга оширди.

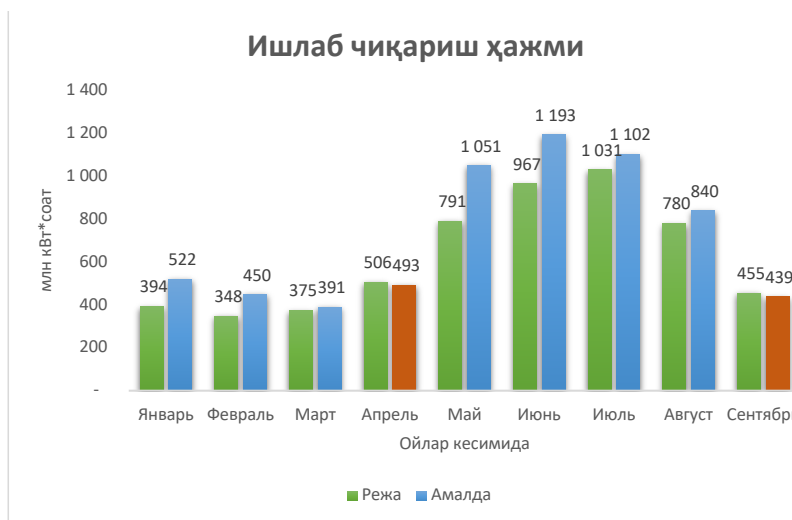
Январь-сентябрь **ойларида** корхоналарда **200** миллиард сўмлик иш ҳақи ва унга тенглаштирилган тўловлар амалга оширилиб, **ўртача ойлик** иш ҳақи **10,5** миллион сўмни ташкил этди ҳамда ўтган йилнинг шу даврига нисбатан **16** фоиз ўсиш суръатини эга бўлди.

### Камчиликлар:

Ҳисобот ойда Самарқанд **ГЭС (89%)**, Андижон **ГЭС (96%)**, Оҳангарон **ГЭС (89%)**, Ҳисорак **ГЭС (82%)** ва Камчиқ **ГЭС (96%)** режани бажармади.



Шунингдек, **Оҳангарон** ГЭС (92%) ва **Камчиқ** ГЭС (96%) томонидан ўтган йилга нисбатан ўсиш суръатига ҳам **эришилмади**.



Натижада, ўтган йилнинг шу даврига нисбатан ишлаб чиқариш кўрсаткичи **72 млн кВт/соатга** кам бажарилди.

Жумладан:

1. Самарқанд ГЭС-2Б – **18,1 миллион** киловатт-соатга кам;
2. Оҳангарон ГЭС – **8 миллион** киловатт-соатга кам;
3. Қуйи Бўзсув ГЭС-23 – **5,7 миллион** киловатт-соатга кам;
4. Камчиқ ГЭС – **2,5 миллион** киловатт-соатга кам;



5. Қодирия ГЭС-II – **2,4 миллион** киловатт-соатга камни ташкил этди.

Ҳисобот даврида қувватдан фойдаланиш Жамият бўйича ўртача – **45 фоиз**ни ташкил этган. Бу сўнгги йиллардаги **энг юқори** кўрсаткич ҳисобланади.



### Микро ГЭС лойиҳалари бўйича

Маълумки, микро ГЭС лойиҳаларини амалга оширишдан кўзланган **асосий мақсад**, мавсумнинг сув кам ёки **танқис бўлган** вақтларида, электр энергияси ишлаб чиқаришнинг узлуксизлиги ва барқарорлигини сақлаб қолиш кўзда тутилган. **Бирок**, бу борада амалга оширилаётган саъй-ҳаракатлар кутилган натижани бермаяпти, дейиш мумкин.

Жумладан, Жамият тасарруфидаги **18 та микроГЭС** томонидан ҳисобот даврида 12,8 миллион киловатт-соат режаси (жами ишлаб чиқаришдаги улуши- **0,2 фоиз**), амалда **11,7 миллион** киловатт-соат ёки **91 фоизга** бажарилган. Лойиҳаларнинг амалдаги қувватдан фойдаланиш коэффиценти лойиҳа қувватига нисбатан – **32 фоиз**ни, амалдаги қувватга нисбатан – **53 фоиз**ни ташкил этган.

### Меҳнат муҳофазаси, техника хавфсизлиги:

2024 йилнинг **9 ойи** давомида меҳнат муҳофазаси ва техника хавфсизлиги бўйича **150 та** қоидабузарликка йўл қўйилгани кузатилди. 7 та ҳолатда ходим ҳаётига хавф солувчи қўпол қоидабузарлик содир этилган. Бу ҳолат - **“Ҳисорак ГЭС”** (Қурбонов), **“Самарқанд ГЭС”** (Пирмухаммедов), **“Андижон ГЭС”** (Нуриддинов), **“Оҳангарон ГЭС”** (Рахмонов), **“Урта Чирчиқ ГЭС”** (Олимов) ҳамда **“Чирчиқ ГЭС”** (Шодмонов)да кузатилган.

### “Яшил макон” умуммиллий дастури:

Давлат раҳбари ташаббуси билан бошланган “Яшил макон” умуммиллий дастури доирасида корхоналаримиз ҳудудлари янги қиёфага кирмоқда.

Аммо “Яшил макон” умуммиллий дастури доирасида айрим

худудларда масъулларнинг **этиборсизлиги** сабаб ишлар номигагина амалга оширилаётгани ҳамда муайян **камчиликлар** юзага келаётгани ҳам сир эмас. Барча тадбирлар жорий йил **июнь ойига** қадар тўлиқ якунланиши белгиланган бўлса-да, раҳбарлар **этиборсизлиги** боис – “Ўрта Чирчиқ ГЭС” (Олимов), Шаҳрихон ГЭС (**Ахмедов**), “Оҳангарон сув омбори» (**Рахмонов**), Камчиқ ГЭСда (**Холбоев**) суғориш тизимини ўрнатиш ишлари якунига етказилмаган.

**Энгачинарлиси**, корхоналарда доимий сув бўлишига қарамасдан, экилган кўчатларнинг қуриб қолиш ҳолатлари ҳамон давом этмоқда. Хусусан, Сардоба сув омбори (**Пирназаров**) – 709 та, Қамчиқ ГЭС (**Холбоев**) – 100 та, Оҳангарон ГЭС (**Рахмонов**) – 147 та, Қодирия ГЭСда (**Таджибаев**) – 86 та, Фарход ГЭС (**Абдукаюмов**) – 80 та, КФК ГЭС (**Камолов**) – 72 та ва Қуйи-Бўзсув ГЭС (**Рўзибаев**) – 40 та дарахт кўчати қуриб қолган.

## II. Қурилиш-монтаж ишлари бўйича

2024 йилда жами қиймати **1,1 миллиард** доллар ва қуввати **636 мегаватт** бўлган **10 та** лойиҳа доирасида қурилиш-монтаж ишлари амалга оширилиб, **171,46 миллион** доллар инвестиция ўзлаштирилади (ўсиш суръати – 115 фоиз).

Шундан,

тўғридан-тўғри хорижий инвестиция ва кредитлар – 18,80 миллион доллар;

давлат кафолат остидаги хорижий кредит – 38,53 миллион доллар;

ўз маблағлари – 114,13 миллион доллар.

Шундан **9 ойликда** қурилиш объектларида **138,9 миллион** доллар қурилиш-монтаж ишлари амалга оширилиб, режа 100 фоизга бажарилди.

Бироқ, шу билан бирга, айрим лойиҳалар доирасида қурилиш ишлари суст олиб борилмоқда. Хусусан, **Жанубий Фарғона каналида ЮФК-3 кичик ГЭС қурилиши ва Наманган вилояти Катта Андижон каналида ГЭСлар каскади қурилиши** лойиҳалари бўйича режа бажарилмаган.

Сув омборлари модернизацияси доирасида Андижон ва Оҳангарон сув омборларида камчиликларга йўл қўйилган.

## III. Фойдаланишга топшириладиган лойиҳалар

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ томонидан 2024 йилда жами қуввати **24,5 мегаватт** бўлган **18 та** микро ГЭС ва жами қуввати **800 килловатт** гатенг **2 та** кинетик гидроагрегатни фойдаланишга топшириши кўзда тутилган.

**Ҳисобот даврида, 10 та микро ГЭС** лойиҳаси ишга туширилди, улар доирасида **12,5 мегаватт** янги қувватлар ва **30 та** янги иш ўрни яратилди. Хусусан,

1. Оҳангарон сув омбори қошида кичик ГЭС (2,5 мегаватт);
2. Угам дарёсида кичик ГЭС-1 (1,5 мегаватт);
3. Андижон вилоятида Улуғнор микроГЭС (0,4 мегаватт);
4. Фарғона вилоятида Шоҳимардон кичик ГЭС (2,2 мегаватт);
5. Фарғона вилоятида Водил микроГЭС (0,4 мегаватт);
6. Самарқанд вилояти Дарғом каналда кичик ГЭС-8 (0,7 мегаватт);
7. Самарқанд вилояти Дарғом каналда кичик ГЭС-10 (0,8 мегаватт);
8. Самарқанд вилояти Пастдарғом кичик ГЭС-3 (0,8 мегаватт);
9. Қашқадарё вилоятида Самоғ микроГЭС (0,3 мегаватт);
10. Сурхондарё вилоятида Зарчоб-1А кичик ГЭС (3,0 мегаватт).

#### IV. Маҳаллийлаштириш, саноат ишлаб чиқариш ва саноат кооперацияси кўрсаткичлари

Маҳаллийлаштириш дастури доирасида:

**2024 йилда 31,0** миллиард сўмлик (ўсиш суръати 185 фоиз) маҳсулотлар ишлаб чиқарилиши режалаштирилган. **9 ойликда 21,1** миллиард сўмлик маҳаллийлаштирилган маҳсулотлар ишлаб чиқарилди.

Саноат маҳсулотлари доирасида:

**2024 йилда** корхоналар томонидан **200,0** миллиард сўмлик (ўсиш суръати 134 фоиз) маҳсулотлар ишлаб чиқарилиши режалаштирилган. **9 ойликда 143,1** миллиард сўмлик маҳсулотлар ишлаб чиқарилди.

Саноат кооперацияси доирасида:

**2024 йилда 260,0** миллиард сўмлик (ўсиш суръати 130 фоиз) саноат маҳсулотлари харид қилиниши белгиланган. Бунда, электрон портал (*cooperation.uz*) орқали – **20** миллиард сўм ҳамда товар ва хом-ашё биржаси (*UZEX*) орқали – **240** миллиард сўмлик маҳсулотлар хариди амалга оширилади. 2024 йил **9 ойликда 231,4** миллиард сўмлик маҳсулотлар харид қилиниб, **18,2** миллион доллар импортга бўлган эҳтиёж қондирилди.

#### V. Жамият тасарруфидаги ташкилотлар бўйича:

Ҳисобот даврида Жамият тасарруфидаги барча АЖ ва МЧЖлар томонидан режа кўрсаткичлари бажарилди. Бироқ, корхоналар рейтинглари бўйича ижобий ўсиш суръати мавжуд эмас.

№	Ташкилот номи	Шаффоф рейтинг		
		I чорак	9 ойлик	Ҳолати
1	«Гидропроект» АЖ	BB	B (ўрта)	пасайиш
2	«Ўзсувлойиҳа» АЖ	CCC	B (ўрта)	ўсиш
3	“Ўзбекгидроэнергоқурилиш” АЖ	BB	B (ўрта)	пасайиш

Юқорида келтирилган камчиликларни йил якунига қадар тўлиқ бартараф этиш учун вақт ҳам имкон ҳам етарли!

Шу мақсадда, Жамият бошқаруви Раиси бошчилигида ушбу камчиликларни қисқа муддатда бартараф этиш юзасидан жорий йил 9 октябрь куни барча тизим корхоналар ва ташкилотлар масъуллари иштирокида видеоселектор йиғилиши ўтказилди. Йиғилиш якуни бўйича аниқланган камчиликларни бартараф этиш юзасидан вазифалар белгилаб олинди.

Умуман олганда, бугун қайси соҳада бўлмасин, ягона мақсад бизни бирлаштиради. У ҳам бўлса, Ватан тараққиёти ва халқимиз фаровонлигидир. Ҳозирда, Президент Шавкат Мирзиёев ва Ҳукумат томонидан гидроэнергетика соҳасини ривожлантириш учун барча зарур шароитлар яратиб берилмоқда ва соҳа ходимлари ҳар томонлама қўллаб-қувватланмоқда.

Шундай экан, гидроэнергетика тармоғини ҳар томонлама ривожлантириш, келажак учун муқобил экологик тоза энергия манбаларини татбиқ этиш ва улардан кенг миқёсда фойдаланиш амалга оширилишини таъминлаш барчамизнинг бирдек вазифамиздир.

Унутмаслик лозимки, ҳар қандай мақсад ва ислохотлар натижадорлигига ҳамжихатлик асосида елкама-елка туриб меҳнат қилиш орқалигина эришиш мумкин. Шак-шубҳасиз, биз бир тан-у бир жон бўлиб, бундан-да кўп ютуқларга эриша оламиз. Ишончим комилки, соҳада бизни биргаликда янги муваффақиятлар, янги марралар кутмоқда.

**Энг муҳими, Ватан тараққиётига муносиб ҳисса қўшишдир!**



## ERKIN OQIMLI SUVLARDAN SAMARALI ELEKTR ENERGIYA ISHLAB CHIQRISHGA MO'LJALLANGAN MIKRO GES

**Sherzod TOSHEV**

*“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti  
Elektr ta’minoti va qayta tiklanuvchan  
energiya manbalari kafedrası dotsenti*

**Shaxnoza TOSHEVA**

*“UZENERGYENGINEERING” AJ bosh  
mutaxassisi*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada erkin oqimli suvlardan samarali elektr energiya ishlab chiqarishga mo'ljallangan mikro GESni takomillashtirish, kichik tezlikli sinxron generatorni qo'llash masalalari tadqiq etilgan. Kichik tezlikli sinxron generator uchun mo'ljallangan mikro GES fizik tajriba qurilmasi yasalgan. Mikro GES fizik tajriba qurilmasining erkin oqimli suvlarda samarali elektr energiya ishlab chiqarishi uchun tuzilishini takomillashtirish ko'rib chiqilgan. Mikro GES fizik tajriba qurilmasining erkin oqimli suvlarda samarali elektr energiya ishlab chiqarish jarayonlari tadqiqoti olib borilgan.

**Kalit so'zlar:** erkin oqimli suvlar, mikro GES, mikro GES fizik tajriba qurilmasi, gidroturbina, kichik tezlikli sinxron generator, elektr energiya, samaradorlik.

МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ  
ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ  
ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ СВОБОДНО  
ПОТОЧНЫХ ВОД

**Шерзод ТОШЕВ**

*Доцент кафедры Электроснабжения и  
возобновляемых источников энергии  
Национального исследовательского  
университета «ТИИИМСХ», к.т.н.*

**Шахноза ТОШЕВА**

*Главный специалист АО  
«UZENERGYENGINEERING»*

MICRO HYDRO POWER PLANT DESIGNED  
FOR EFFICIENT PRODUCTION OF ELECTRICITY  
FROM FREE-FLOWING WATERS

**Sherzod TOSHEV**

*Associate Professor of the Department of Power  
Supply and Renewable Energy Sources at  
“TIIAME” National Research University*

**Shakhnoza TOSHEVA**

*Chief specialist JSC  
“UZENERGYENGINEERING”*

**Аннотация:** В данной статье представлены усовершенствование микроГЭС для эффективного производства электроэнергии из свободно поточных вод, использование малоскоростного синхронного генератора, а также исследования. Изготовлена физическая экспериментальная установка микроГЭС, предназначенная для малоскоростного синхронного генератора. Рассмотрено усовершенствование конструкции физической экспериментальной установки микроГЭС для эффективного производства электроэнергии в свободно поточных водах. Проведены исследования на физической экспериментальной установке микроГЭС, эффективных процессов производства электроэнергии в свободно поточных водах.

**Ключевые слова:** свободно поточные воды, микроГЭС, физическая экспериментальная установка микроГЭС, гидротурбина, малоскоростной синхронный генератор, электроэнергия, эффективность.

**Abstract:** In this article, the improvement of the micro-hydroelectric power plant for the efficient production of electricity from free-flowing water, the use of a small-speed synchronous generator and the research are presented. Micro-hydroelectric power plant physical experimental device designed for a low-speed synchronous generator was made. The improvement of the structure of the physical experimental device of the micro-hydroelectric power plant for the efficient production of electricity in free-flowing waters has been considered. Research has been conducted on the physical experimental installation micro-hydroelectric power plant of efficient processes of electricity production in free-flowing waters.

**Key words:** free-flowing waters, micro-hydroelectric plant, micro-hydroelectric plant physical experiment, hydro-turbine, low-speed synchronous generator, electric power, efficiency.

## Kirish

Maqolada erkin oqimli suvlardan elektr energiya ishlab chiqarishga mo'ljallangan mikro GES fizik tajriba qurilmasining tuzilishini takomillashtirish uchun bir qancha tadqiqot ishlariga asosan olingan ilmiy natijalar bayon qilingan. Ma'lumki, Respublikamizda elektr energetika tizimi markazlashtirilgan bo'lib, elektr energiya issiqlik elektr stansiyalari va gidroelektr stansiyalar orqali ishlab chiqariladi. Bugungi kunda esa quyosh va shamol elektr stansiyalari orqali, elektr energiya ishlab chiqarilib, markazlashtirilgan elektr tarmog'iga uzatilmoqda.

Markazlashtirilgan elektr ta'minotidan olis hududlarda, yangi yirik elektr stansiyalarini qurish va elektr uzatish tarmoqlarini olis obyektlarga olib borish, bugungi kunda qayta tiklanadigan energiya manbalarida ishlaydigan mahalliy elektr stansiyalarini qurishdan ko'ra samarasizdir. So'nggi paytlarda taqsimlangan energiyani rivojlantirishda barqaror tendensiya kuzatilmoqda. Klaster va fermer xo'jaliklari, bog'dorchilik shirkatlari, kichik tadbirkorlik korxonalari, turizim va mexmonxonalar shuningdek, chekka qishloqlarning rivojlanishi bilan atrof-muhitga zarar keltirmaydigan va ifloslantirmaydigan ishonchli avtonom kam quvvatli energiya manbalarini yaratish va joriy etish masalalari tobora dolzarb bo'lib bormoqda.

Ko'pgina mamlakatlarda, 2030-yilga kelib energiya balanslarida qayta tiklanadigan energiya manbalarining ulushini 30% va undan yuqori darajaga etkazish bo'yicha ulkan rejalar mavjud, shu jumladan O'zbekiston respublikasida ham bu borada juda katta marralar belgilangan. Energiya tannarxini pasaytirish uchun qayta tiklanadigan energiya manbalarini kengroq joriy etish maqsadga muvofiqdir – bu zarur va hal qilinishi mumkin bo'lgan vazifadir.

Zamonaviy global energetika sanoatida qayta tiklanadigan energiya manbalarida ishlaydigan qurilmalar alohida ahamiyatga ega. Ulardan foydalanish qazib olinadigan yoqilg'idan foydalanishni qisqartirishga va bugungi kunda ba'zi hollarda undan butunlay voz kechishga yordam beradi. Erkin oqimli suvlar, nisbatan kichik daryo va kanallar gidroenergetika salohiyatidan foydalanishni rivojlantirish orqali bir qancha muammolarga echim bera olamiz. Kichik suv oqimlarining potensialidan mikro GESlar bilan samarali elektr energiya ishlab chiqarishda foydalanish orqali, elektr energiya ishlab chiqarishdagi qayta tiklanuvchan energiya qurilmalari ulushini sezilarli ko'paytirishga erishamiz.

Olib borilgan nazariy va amaliy ilmiy tadqiqotlar natijasida [1-5], mikro GES fizik tajriba qurilmasi tuzilishi o'zgartirilib samaradorligi ko'rilgan. Hamda ushbu mikro GES fizik tajriba qurilmasida kichik tezlikli sinxron generatorning foydali tomonlari ko'rilgan.

Bugungi kunda erkin oqimli suv energiyasidan foydalanib, elektr energiya ishlab chiqaradigan mikro GESni takomillashtirish va ishlab chiqarish dolzarb vazifalardan biridir [1-7]. Buning uchun erkin oqimli suvlarga mo'ljallangan mikro GESning ish rejimlari [1,4] fizik tajriba modeli yordamida o'rganiladi, tahlil qilinadi.

Ushbu maqolada ko'rilayotgan, mikro GESning tuzilishi va generatori erkin oqimli suvlarda ishlashga takomillashtirilgan [1-7].

Dunyodagi bir qancha etakchi univertitetlarda suv energiyasini elektr energiyaga aylantiruvchi mikro GESlarni takomillashtirish, elektromagnit jarayonlarini o'rganish, ulardan foydalanishning samarali texnologiyalarini rivojlantirish hamda yaratish bo'yicha tadqiqot ishlari olib borilmoqda [1-13].

MDH mamlakatlari ichida o'tgan 5 yil davomida gidroenergetika sohasida yangi GESlarni foydalanishga topshirish bo'yicha O'zbekiston yetakchi o'rinni egallamoqda. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, dunyo mamlakatlaridagi erkin oqimli kanal, daryolarning energetik potentsiali juda katta.

### **Materiallar va metodlar**

Ushbu maqolada erkin oqimli suvlar uchun mo'ljallangan mikro GES gidroturbinasi va generatorining tuzilishi va ish rejimlari fizik tajriba qurilmasi asosida olingan ma'lumotlarga asosan tahlil qilindi. Mikro GES gidroturbina va generatorlarini erkin oqimli daryo, kanallarga moslashtirib ishlab chiqish, texnologik jihatdan rivojlantirish hisobiga tezligini talabga qarab moslashtirish hamda samarali elektr energiya ishlab chiqarish dolzarb hisoblanadi. Shuning uchun mikro GESning tuzilishini, ishchi g'ildirak, kichik tezlikli generator xossalarini, ish rejimlarini o'rganish katta ahamiyatga ega. Maqolada ilmiy hisob-kitoblarga asosan erkin oqimli suvlarga mos gidroturbina tuzilishi yani ishchi parraklari shakli, joylashish burchagi hamda generatorining ikkita disksimon rotorida qo'zg'atish chulg'mlari bilan neodimli doimiy magnitlarning birgalikda joylashtirilishi, statori esa bir yoki uch fazali stator chulg'amlari mahkamlangan kompozitsion materialdan yasalishi ko'rilgan. Bunda mikro GES ish rejimlari, ulardagi elektromagnit jarayonlar, samarali ishlashi, foydali ish koeffitsienti, tan narxi

kabi kattaliklari tahlil qilingan.

O'zbekistonda erkin oqimli gidroenergetik potentsiallar tahlili mikro GESdan foydalanish samarali ekanligini ko'rsatdi. Shunga asosan, erkin oqimli suvlarga mo'ljallangan mikro GES gidroturbinasi va kichik tezlikli generatorini takomillashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarimizga asosan 1-rasmdagi erkin oqimli suvlarga moslashtirilgan mikro GES ishlab chiqildi. Bunda gidroturbina va kichik tezlikli sinxron generator o'zaro moslashtirilib, mikro GES ishlab chiqildi va ilmiy tadqiqotlar olib borildi. Ishlab chiqilgan mikro GES erkin oqimli suvlarda ham elektr energiya ishlab chiqara olishi bilan ahamiyatga ega. Mikro GESning tuzilishi, 1-kichik tezlikli generator, 2-ponton, 3-mikro GES ramasi, 4-generatorni ushlab turuvchi asos, 5-lopastlari, 6-ishchi g'ildirak lopastlarni ushlab turuvchi disklardan iborat. Bu mikro GES lopastlari erkin oqimli suvlarga mo'ljallangan bo'lib, ishchi burchaklar shuga qarab hisoblangan. Mikro GES erkin oqimli suvda pontonlar yordamida suv sathiga moslashadi. Mikro GES gidroturbinasi bilan kichik tezlikli sinxron generator o'zaro reduktorsiz mahkamlanganligi afzalliklaridan biri hisoblanadi.



**1-rasm. Mikro GES fizik tajriba qurilmasi. 1-kichik tezlikli generator, 2-ponton, 3-mikro GES ramasi, 4-generatorni ushlab turuvchi asos, 5-lopastlari, 6-ishchi g'ildirak lopastlarni ushlab turuvchi disklar.**

Erkin oqimli suvlarga moslashtirilgan mikro GESning, kichik tezlikli sinxron generatori bilan unga moslashtirilgan gidroturbina tuzilishi takomillashtirilgan bo'lib, erkin oqimli suvlarda ham samarali elektr energiya ishlab chiqarish imkonini beradi.

1-jadvalda mikro GESining o'lchamlari berilgan.

1-jadval.

Mikro GES texnik kattaliklari	Og'irligi (kg)	Uzunligi (sm)	Kengligi (sm)	Soni (dona)	Quvvati (kWt)
Ishchi g'ildirak	60	135	105	1	
Ishchi g'ildirak parraklari	40	135	70	8	



Pontonlari	100	80	50	4	
Generator	6	Æ17,5	11	1	0.8

Kichik tezlikli sinxron generatorning og'rligi va o'lchami uning stator va rotor diametri D va uzunligi l orqali aniqlanadi [1,2]:

$$D^2 \cdot l = C_A P_{his} / n$$

generator uchun Arnold doimiysi  $C_A = 6.1 \cdot 10^7 / \alpha_i \cdot k_F \cdot k_O \cdot A \cdot B_\delta$  formulayordamida topiladi.

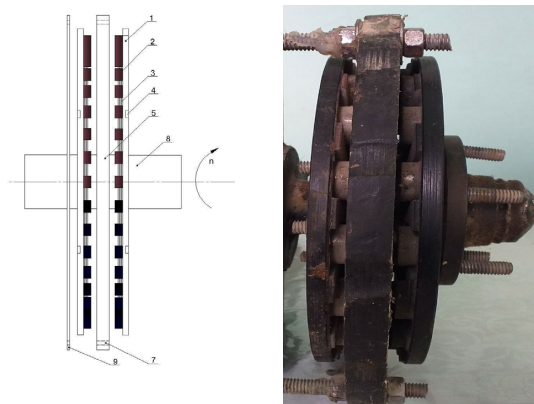
Hisoblangan quvvat quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$P_{his} = k_e \cdot P_n / \cos\varphi$$

Bu yerda  $k_e = E_i / U_n$  – yakor chulg'ami EYuKini xarakterlovchi koeffitsiyent.

Doimiy magnit hamda ko'ndalang o'q bo'yicha joylashgan qo'shimcha qo'zg'atish chulg'mli, kichik tezlikli sinxron generator ichki quvvat isroflari  $\Delta P$  kichikligi tufayli energetik samaradorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi. Generator ichki isroflari quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\Delta P = \Delta P_{mis} + \Delta P_{po'iat} + \Delta P_{qo'sh}$$



**2-rasm. Generatorning umumiy ko'rinishi.  
8-val, 9-korpus**

Doimiy magnit hamda ko'ndalang o'q bo'yicha joylashgan qo'shimcha qo'zg'atish chulg'mli, kichik tezlikli sinxron generator texnik kattalikari 2-jadvalda berilgan.

2-jadval.

<b>P [W]</b>	800
<b>U [V]</b>	24
<b>I [A]</b>	34

$n$ [ayl/daq]	167
$m$ [kg]	6
$l$ [mm]	110
$D$ [mm]	175
$2p$	18
$\tau$ [mm]	29
$\cos\varphi$	0,8

Erkin oqimli suvlardan elektr energiya ishlab chiqarishga mo'ljallangan mikro GES sinxron generatorining ish rejimi bo'yicha Prak-Gorev tenglamalari asosidagi matematik modeli ifodalangan model yordamida tadqiqot o'tkazilib, tok va kuchlanishlar xarakteristikalarini olingan.

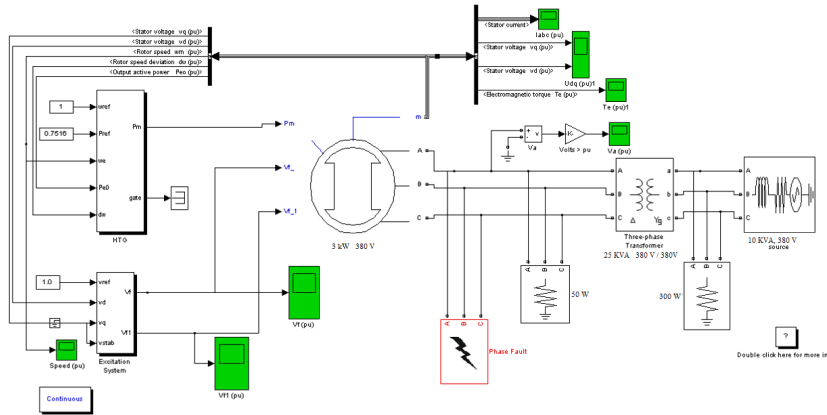
### Natijalar va muhokama

Bu mikro GES boshqa analoglaridan generatori, gidroturbinasining kichik tezlikga moslashtirilganligi bilan ahamiyatga ega. Bunda mikro GES generatori stator chulg'aming barcha qismi elektr energiya ishlab chiqarishda foydali ishlashi ya'ni stator chulg'aming barcha qismi aktiv bo'lib, magnit maydon kuch chiziqlari kesib o'tishiga erishildi. Bu kichik tezlikli generator suv oqimining kichik va yuqori tezliklarida ishlay olishi uning yana bir afzalliklaridan hisoblanadi.



**3-rasm. Mikro GES generatorini yig'ish garayoni**

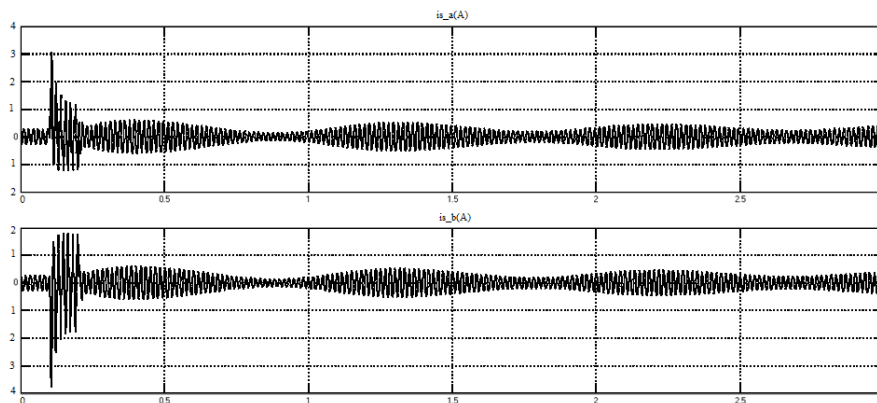
Mikro GESning ish rejimlarini tadqiq qilish uchun MatLab dasturi Simulink paketi imitatsion modelini quramiz.



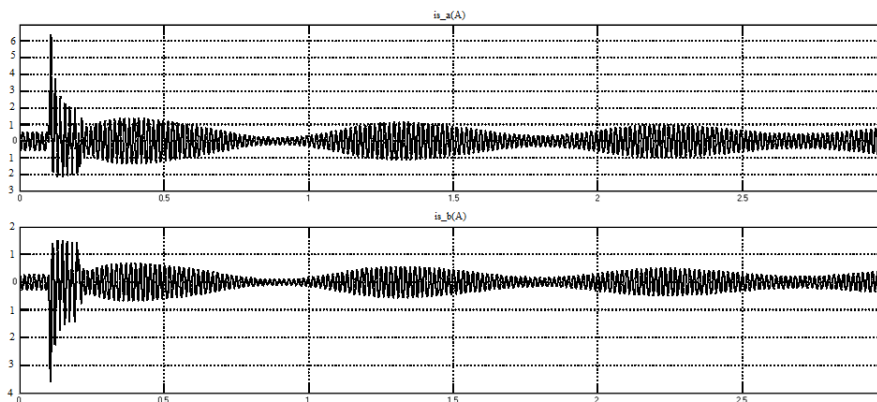
**4-rasm. Mikro GESning ish rejimlarini tadqiq qilish imitatsion modeli**

4-rasmda, mikro GES Simulink paketi asosidagi imitatsion modeli keltirilgan. Mikro GESning bu imitatsion modeli yordamida ish rejimlaridagi elektr kattaliklarini tahlil qilish imkoniyati yaratilgan.

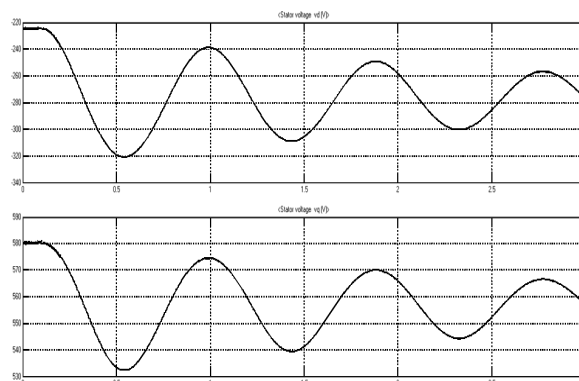
Quyida imitatsion model yordamida olib borilgan mikro GES tadqiqoti natijasida 5, 6, 7-raslarda qisqa tutashuv toklari va ochiq fazadagi o'ta kuchlanish grafiklari olingan.



**5-rasm. Mikro GESning ikki fazali qisqa tutashish rejimidagi faza toklari grafigi**



**6-rasm. Mikro GESning ikki fazali nol qisqa tutashish rejimidagi faza toklari grafigi**



**7-rasm. Mikro GESning bir fazali qisqa tutashish rejimidagi faza kuchlanishlari grafigi**

### Xulosalar

Maqolada keltirilgan mikro GESning asosiy qismlari yangi kichik tezlikli gidroturbina va generatorlarning tan narxi xorijiy analoglaridan 50% arzon, ulardan yengil, tuzilishi sodda qilib tayyorlangan. 1-4 m/sek erkin oqimli suvlarda samarali elektr energiya ishlab chiqarishga moslashtirilgan.

Sinxron generatorning tuzilishi takomillashtirilganligi, ya'ni doimiy magnit bilan birgalikda qo'shimcha chulg'amning qo'llanilishi natijasida kichik tezlikli shamol oqimlarida samarali elektr energiya ishlab chiqarish imkonini beradi.

Mikro GESning fizik tajriba qurilmasi yordamida uning elektromagnit jarayonlari va ish rejimlari tadqiq qilindi. Mazkur mikro GESning fizik tajriba qurilmasi yordamida olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra erkin oqimli suvlardan elektr energiya ishlab chiqarish samaradorligi yuqori ekanligi aniqlandi.

### FOYDALANILGAN MANBALAR

1. Toshev Sh.E., Tosheva Sh.N., Sadullaev A., Tengelova S. Mathematical and simulation modeling of a synchronous generator for micro hydroelectric and low-speed wind power plans. E3S Web of Conferences 497, 01008 (2024), ICECAE 2024, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449701008>.
2. Toshev Sh.E., Tosheva Sh.N., Sadullaev A., Vokhidov A. Study on a generator and turbine designed for an efficient wind power plant in low speed wind currents. E3S Web of Conferences 434, 01025 (2023), ICECAE 2023, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401025>.
3. Pirmatov N.B., Toshev Sh.E., Tosheva Sh.N., Egamov A. Low-speed generator of new type, used for production of electrical energy and basic renewable energy sources. // International scientific conference. –T., 2018, S. 123-124.
4. Pirmatov N., Tosheva Sh., Toshev Sh., Best overall dimensions of synchronous generator with permanent magnets for small power wind plans and micro hydropower plans. E3S Web of Conferences 139 10 (2019), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913901027RSES2019>.

5. Pirmatov N., Toshev Sh., Overvoltage in the free phase of the stator winding in case of asymmetric short circuit implicit pole synchronous generator biaxial excitation. E3S Web of Conferences 139, 010 (2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913901030> RSES 2019.
6. Pirmatov N., Toshev Sh., Tosheva Sh., Mustafakulova G. Small-speed synchronous generator with rotating magnetization axis. Utility model patent. No. FAP 01558. 2020 - year.
7. Aner, Mohamed, "Improved MPPT Dynamics for Starting and Power Extraction of a Small Wind Turbine Employing a PMSG and a VSMC," Ph.D Dissertation University of Calgary, April 2014. P.175.
8. Krivtsov V.S., Oleinikov A.M., Yakovlev A.I. Inexhaustible energy, Prince. 1. Wind power generators: Textbook / V.S. Krivtsov [and others] - Kharkiv: Nat. aerospace un-t "Khark. aviation in-t", 2003. 400 p.
9. Fediy, K.S. Analysis and calculation of synchronous machines with excitation from permanent magnets / K.S. Fediy, A.L. Vstovsky // Optimization of operating modes of electrical systems. Interuniversity collection of scientific papers. -Krasnoyarsk CPI KSTU. - 2006, pp. 56-61.
10. Balagurov V.A., Galteev F.F. Electric generators with permanent magnets. -M.: Energoatomizdat, 1988.-280 p.
11. K.R.Allaev. Elektromexanik o'tkinchi jarayonlar. O'quv qo'llanma. -T.: "Moliya" nashriyoti, 2007. 272b.
12. Хайдаров С.Ж., Тошев Ш.Э. Анализ перенапряжений, возникающих при несимметричных коротких замыканиях в синхронном турбогенераторе двухосного возбуждения. – Вестник ТашГТУ. 2016, №1 с 68-74.
13. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink.-М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008.-288с.:ил.

## ZATVORLARNING AYLANUVCHI MEXANIZMLARI BURCHAK SILJISH O'LGHASH DATCHIGINING TEXNIK PARAMETRLARI

<b>Rustam BARATOV</b>	“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti, Elektrotexnika va mexatronika kafedrasini mudiri, t.f.n., dotsent.
<b>Alimardon MUSTAFOQULOV</b>	“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti, Elektrotexnika va mexatronika kafedrasini assistenti, tayanich doktorant
<b>Sirojiddin NAMOZOV</b>	“O'zbekgidroenergo” AJ Atruf-muhit muhofazasi va kadastr xizmati bo'limi boshlig'i

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada qishloq va suv xo'jaligida foydalaniladigan mexanizmlar aylanuvchi qismlarining burchak siljishini o'lchashda yuzaga keladigan muammolar, ularning paydo bo'lish sabablari, jarayonda hosil bo'ladigan fizik-texnik hodisalar, ularni o'lchashda zarur bo'ladigan turli ishlash rejimiga ega bo'lgan o'lchash o'zgartgichlari tahlil qilingan hamda bu o'zgartgichlarga qo'yiladigan asosiy talablar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** qishloq xo'jaligi, suv xo'jaligi, aylanuvchi mexanizm, burchak siljish, o'lchash, o'zgartgich.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОВОРОТНЫХ МЕХАНИЗМОВ ЖАЛЮЗИ

**Рустам БАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Электротехника и мехатроника Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ», к.т.н. доцент

**Алимардон МУСТАФАКУЛОВ**

Ассистент кафедры Электротехника и мехатроника Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ»

**Сирожиддин НАМОЗОВ**

Руководитель отдела охраны окружающей среды и кадастровой службы АО “Узбекгидроэнерго”

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие при измерении углового смещения вращающихся частей механизмов, применяемых в сельском и водном хозяйстве, причины их появления, физико-технические явления, возникающие при этом, а также различные режимы работы. необходимые для их измерения, проанализированы существующие измерительные преобразователи и представлены основные требования к этим преобразователям

### TECHNICAL PARAMETERS OF THE ANGULAR DISPLACEMENT MEASUREMENT SENSOR OF THE ROTARY MECHANISMS OF THE SHUTTERS

**Rustam BARATOV**

Head of the Department of Electrical Engineering and Mechatronics at «TIAME» National Research University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Alimardon MUSTAFOQULOV**

Assistant of the Department of Electrical Engineering and Mechatronics at “TIAME” National Research University

**Sirojiddin NAMOZOV**

Head of the Environmental Protection and Cadastre Service Department of JSC “Uzbekhydroenergo”

**Abstract:** In this article, the problems that arise in measuring the angular displacement of the rotating parts of the mechanisms used in agriculture and water management, the reasons for their appearance, the physical and technical phenomena that occur in the process, and the different modes of operation that are necessary for their measurement existing measurement converters are analyzed and the main requirements for these converters are presented.

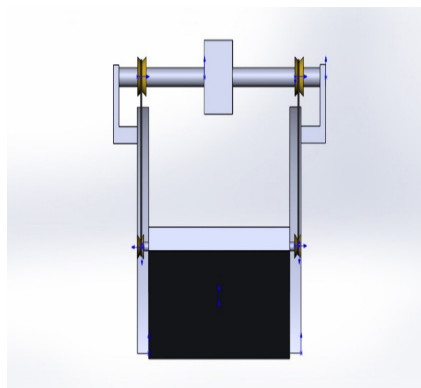
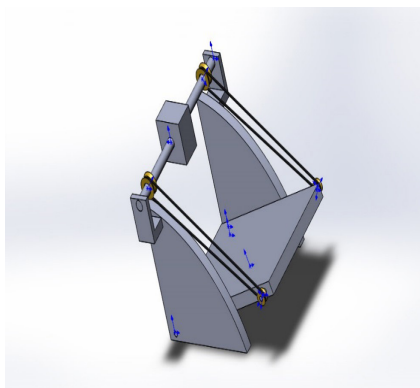


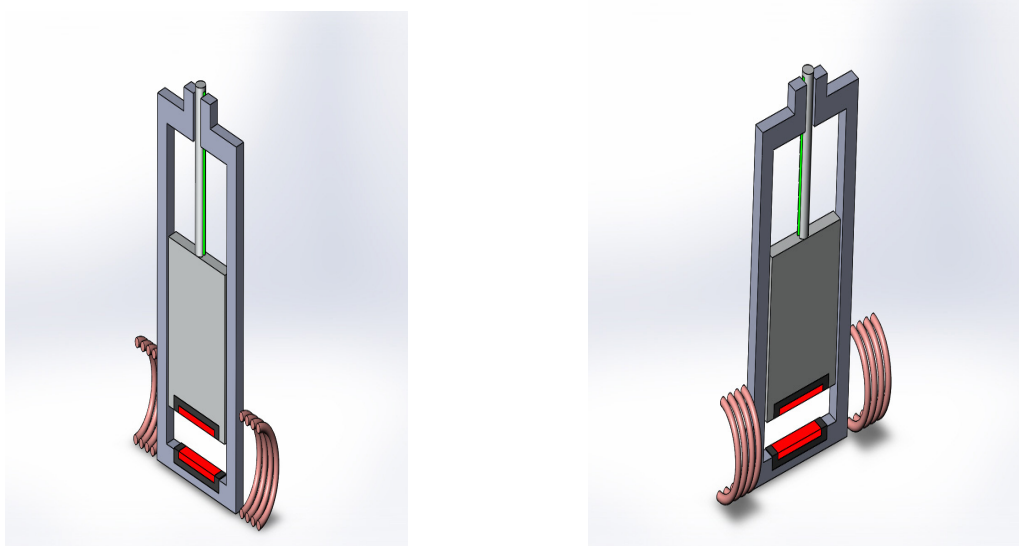
**Ключевые слова:** сельское хозяйство, водное хозяйство, вращающийся механизм, угловое смещение, измерение, преобразователь.”

**Key words:** agriculture, water management, rotating mechanism, angular displacement, measurement, converter.

## KIRISH

Bugungi gidrotexnika inshootlari darvoza qismidan o'tadigan suvni to'sish, suv sarfi yoki tezligini rostdash uchun xizmat qiladigan konstruksiyalar – zatvorlar hozirgi davrda asosan po'latdan tayyorlanadi. Foydalanishdagi vazifasiga ko'ra, inshootni ekspluatatsiya qilish jarayonida muntazam ishlatiladigan - asosiy (ishchi), ta'mirlash va avariya holatlarida qo'llaniladigan - avariya ta'mirlash va inshootni qurish davrida vaqtincha ishlatiladigan - qurilish zatvorlari bir-biridan farqlanadi. Konstruksiyasiga ko'ra zatvorlar segmentli, yassi, sektorli, konusli va boshqa turlarga bo'linadi. Meliorativ tizimlar inshootlarida asosan yassi va segmentli zatvorlar qo'llaniladi. Yirik inshootlarda sektorli va konusli zatvorlar ham qo'llanilishi mumkin. Masalan, Pachkamar suv omboridan suv chiqaruvchi inshoot konusli zatvor bilan ta'minlangan. Mavjud zatvorlarning aylanuvchi qismlarining yetarli darajada nazorat qilinmasligi o'z navbatida elektr energiyaning ortiqcha isrofgarchiligiga va ortiqcha vaqtning sarf bo'lishiga olib keladi. Bundan tashqari za'rur bo'lmagan suvning isrofi ortadi. Shu kabi muammolarning oldini olish va ularni bartaraf etish maqsadida aylanuvchi mexanizmlarning burchak siljishini o'lchovchi o'lchash o'zgartkichlari tahlil qilindi va yuqori aniqlikka ega va o'lchash chegarasi yuqori bo'lgan o'lchash o'zgartgichining texnik parametrlari batafsil keltirildi [1-12].





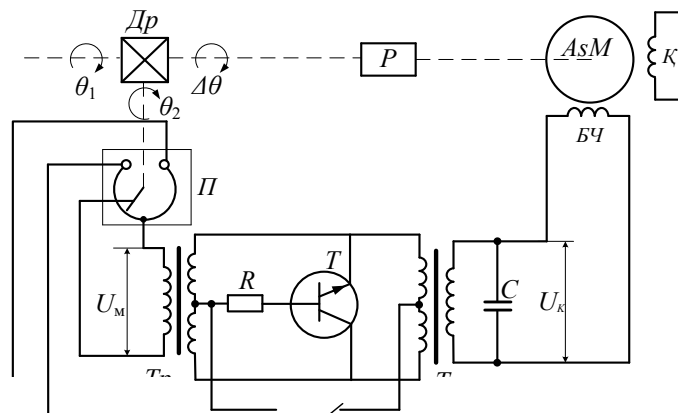
**1-rasm. Turli xil zatvorlarning aylanuvchi qismlari  
(Ushbu fizik modellar Solid Works paket programmasida yaratildi).**

Yuqoridagi mavjud muammolarni inobatga olgan holda ushbu maqolaning asosiy maqsadi suv xo'jaligida qo'llaniladigan zatvorlarning aylanuvchi mexanizmlarini o'lchovchi burchak siljish datchigining ishonchliligini oshirish va o'lchash chegarasini kengaytirishdan iborat.

### **Material va metodlar**

2-rasmda ikki fazali asinxron motorli kuzatuvchi tizim prinsipial sxemasi keltirilgan. Ushbu tizim quyidagicha ishlaydi. Tizimdagi kirish va chiqish o'qlarining holati potensiometr P bilan mexanik bog'langan mexanik differensial Dr yordamida o'zaro taqqoslanadi. Potensiometr P chiqishidan olinayotgan kuchlanish ( $U_m$ ) kuchaytirgich yordamida kuchaytiriladi va ikki fazali asinxron motor (AsM) boshqaruvchi chulg'ami (BCh) ga ( $U_k$ ) kuchlanish ko'rinishida beriladi. (AsM) Qo'zg'atish chulg'ami (QCh) ham potensiometr ulangan sanoat chastotali elektr tarmog'idan ta'minlanadi. Chiqish transformatori ( $Tr_{chiq}$ ) ikkilamchi chulg'amiga parallel ulangan kondensator S asinxron motor AsM boshqaruvchi chulg'ami (BCh) ga berilayotgan ( $U_k$ ) kuchlanishni fazirovkalash uchun xizmat qiladi [13-15].

Ushbu tizimda potensiometr P bilan mexanik bog'langan mexanik differensial Dr burchak siljishlari farqi to'g'risida ma'lumot beruvchi O'O' vazifasini bajaradi.



2-rasm. Ikki fazali asinxron motorli kuzatuvchi tizim prinsipial sxemasi:

Dr-mexanik differensial; P-potensiometr; BCh-boshqaruvchi chulg'am; QCh-qo'zg'atish chulg'ami; R-reduktor; AsM-asinxron motor.

Tahlil etilayotgan avtomatik kuzatuvchi tizimda ko'rsatkichlari talab darajasida bo'lishi uchun unda qo'llanilayotgan O'O' chiziqli statik xarakteristikaga, o'lchash aniqligi va sezgirligi yuqori hamda og'ir ekspluatasiya sharoitlarida ham qoniqarli metrologik xarakteristikalariga ega bo'lishi talab etiladi.

Yuqorida keltirilgan NBT lari sxemalari va texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishning NBT lariga bag'ishlangan o'quv hamda ilmiy adabiyotlarda berilgan tegishli tizimlar sxemalari tahlili asosida ularda qo'llaniladigan O'O' lariga NBT tomonidan qo'yiladigan asosiy talablarni quyidagicha shakllantiramiz:

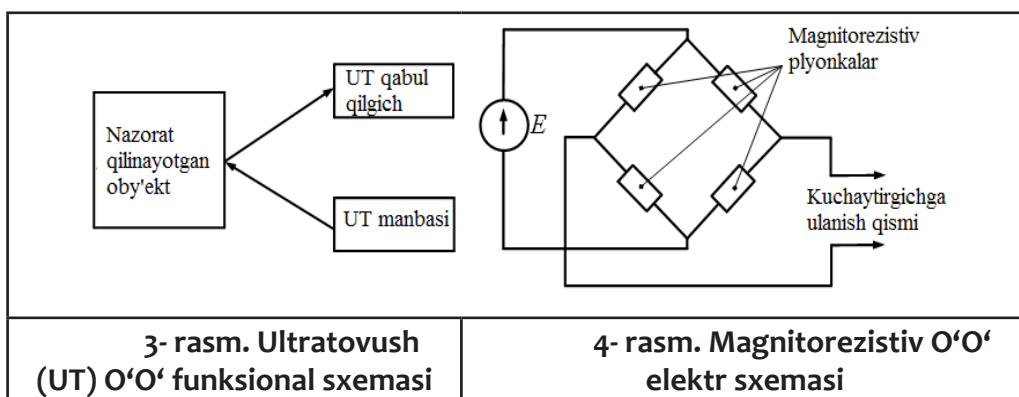
- 1) yuqori o'lchash sezgirligi va aniqligi;
- 2) o'zgartirish funksiyasining butun o'lchash diapazonida chiziqchiligi;
- 3) xarakteristikalarining vaqt bo'yicha mo'tadilligi;
- 4) xarakteristikalarining og'ir ekspluatasiya (ekstremal) sharoitlari (atrof-muhit harorati, tashqi elektromagnit maydonlarning keng diapazonda o'zgarishi, katta qiymatli vibratsiya, namlikning yuqoriligi, chang miqdorining ko'pligi, agressiv muhitning mavjudligi va boshqalar) da ham mo'tadilligi;
- 5) yuqori tezkorlik (O'O' vaqt doimiysining kichikligi);
- 6) og'irlik-gabarit o'lchamlarining kichikligi;
- 7) O'O' chiqish kattaligini uning kirish kattaligi bilan bir qiymatli bog'lanishi, ya'ni gisterezisning yo'qligi.

Yuqorida keltirilgan asosiy talablardan tashqari, NBT larida foydalaniladigan O'O' lariga quyidagi qo'shimcha talablar qo'yiladi:

- 1) konstruksiyasi va yasash texnologiyasining soddaligi;

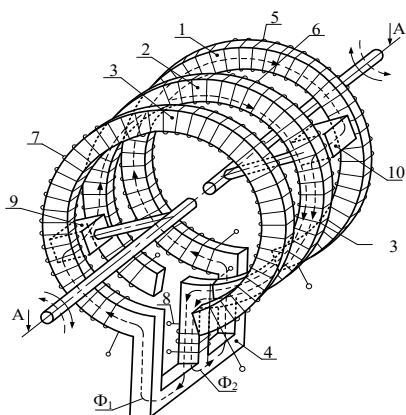
- 2) o'ta yuklanish qobiliyati, ya'ni kirish kattaligining eng katta ruxsat etilgan qiymatini uning nominal qiymatiga nisbatining katta bo'lishi;
- 3) quvvat iste'molining kichikligi;
- 4) O'O' faqat o'lchaniishi kerak bo'lgan burchak siljishlari va ularning farqi o'zgarishiga bog'liqligi;
- 5) chiqish zanjiridagi yuklamaning o'zgarishini kirish zanjiriga ta'sirining bo'lmasligi;
- 6) konstruksiya yoki sxemani yig'ish va xizmat ko'rsatishning oddiyligi;
- 7) qayta o'lchashlarda xarakteristikalarining bir xilligi.

Ultratovush to'liqini manbada chiqishi va uni siljigan obyektidan qaytish vaqtlari orasidagi kechikish(tafovut) ultratovush manbai va obyekt orasidagi masofani o'lchash imkonini beradi. Ultratovush O'O' lari ham xuddi optik O'O' lari kabi afzallik va kamchiliklarga ega [16-20].



Burchak siljishlarini o'lchovchi O'O' larining texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni NBT larida eng keng qo'llanilayotgan turkumiga elektromagnit O'O' lari kiradi. Keyingi paragraflarda ushbu O'O' larining konstruktiv sxemalari va texnik imkoniyatlari bilan qisqacha tanishamiz.

Transformator O'O' larining texnik imkoniyatlarini kengroq o'rganish maqsadida ularning bir nechta xarakterli konstruktiv sxemalarini ko'rib chiqamiz.

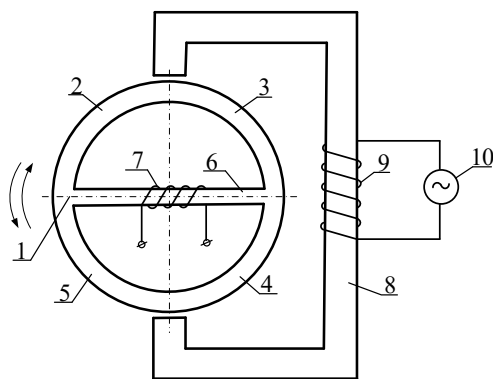


**5-rasm. Qo'zg'aluvchan qismlari ferromagnit o'zaklardan iborat bo'lgan transformator O'O' konstruktiv sxemasi:**  
 1-3 - berk bo'lmagan ferromagnit halqalar;  
 4 - Sh - simon ferromagnit sterjen;  
 5, 6, 7 - o'lchash chul-g'amlari ; 8 – qo'zg'atish chulg'ami; 9, 10 - qo'zg'aluvchan ferromagnit o'zaklar.

Bu O'O' bir o'q bo'ylab bir xil masofada o'zaro parallel tekisliklarda joylashgan uchta 1-3 berk bo'lmagan ferromagnit halqa, ularning turli xil nomli uchlari o'zaro Sh- simon ferromagnit sterjen 4 yordamida tutashtirilgan magnit o'tkazgichdan tashkil topgan bo'lib, 1-3 ferromagnit halqalarda tekis taqsimlangan ko'rinishda o'ralgan va o'zaro differensial sxema bo'yicha ulangan uchta bir xil o'lchash chulg'amlari 5-7 o'rnatilgan, qo'zg'atish chulg'ami 8 esa Sh - simon ferromagnit sterjen 4 ning o'rta sterjenida joylashtirilgan. Har ikkita yondosh 1 va 2 hamda 2 va 3 halqalar orasidagi halqasimon havo oraliqlarida ikkita qo'zg'aluvchan ferromagnit o'zak 8 va 9 joylashtirilgan bo'lib, ularning biri burilish burchagi nazorat qilinadigan birinchi obyektga, ikkinchisi esa ikkinchi obyektga shtangalar orqali mahkamlangan (5- rasmda ko'rsatilmagan) [23].

### Mavjud datchikning tuzilishi va texnik parametrlari

6-rasmda yana bitta qo'zg'aluvchan o'zakli transformator O'O' ning konstruktiv sxemasi keltirilgan bo'lib, u halqasimon magnit ko'priklari 1, uning yelkalari 2-5 va ferromagnit sterjen ko'rinishidagi diametral tutashtirgich 6 hamda unda joylashgan o'lchash chulg'ami 7 (o'lchash dioganali), "C" simon tashqi diametral magnit o'tkazgich 8 va unda o'rnatilgan qo'zg'atish chulg'ami 9 dan tashkil topgan. Qo'zg'atish chulg'ami o'zgaruvchan tok manbai 10 ga ulanadi. Bir o'q bo'ylab joylashgan ikkita obyekt burchak siljishlari farqi o'lchash talab etilganda ulardan bittasi magnit ko'priklari 1 ga, ikkinchisi esa magnit o'tkazgich 8 ga mahkamlanadi (sxemada ko'rsatilmagan).



**6-rasm. Burchak siljishlarini o'lchovchi qo'zg'aluvchan o'zakli transformator O'O' konstruktiv sxemasi:**  
1 –magnit ko'priklari; 2-5 – ko'priklari yelkalari; 6 – dia-metral tutashtirgich; 7 – o'lchash chulg'ami; 8 – tashqi S- simon diametral magnit o'tkazgich; 9 – qo'zg'atish chulg'ami; 10 – o'zgaruvchan tok manbai.

O'O' neytral holatda bo'lganda o'lchash diogonalida natijaviy magnit oqimi nolga teng va shuning uchun ham o'lchash chulg'amida signal nolga teng bo'ladi. Obyektlar va ularga ulangan O'O' qo'zg'aluvchan qismlari ma'lum burchaklarga burilganda magnit ko'priklarning muvozanati buzilishi natijasida o'lchash diogonalida natijaviy magnit oqimi paydo bo'ladi va o'lchash chulg'amida obyektlar burilish burchaklari farqiga proporsional bo'lgan EYuK induksiyalanadi.

Ushbu O'O' ning asosiy kamchiliklariga uning sezgirligining pastligi (dissertatsiyaning keyingi bobida ushbu masala batafsil tahlil etiladi) va og'irlik-gabarit ko'rsatkichlarining (konstruksiya datchik S-simon diametral

magnit o'tkazgich 8 mavjudligi hisobiga) nisbatan kattaligi kiradi.

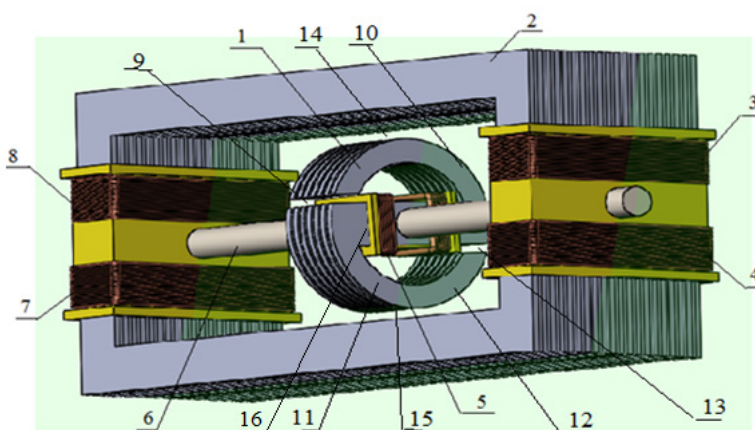
Ushbu rasmdan ko'rinadiki mavjud burchak siljishini o'lchaydigan datchik orqali burchakning siljishini 50 dan 130 darajagacha aniq o'lchash murakkab. Transformator o'zgartirgichli burchak siljishni o'lchovchi datchikning sezgirligi aynan shu burchak ( $50^{\circ} < < 130^{\circ}$ ) oralig'ini o'lchayotganda xatoligi oshib ketadi. Bu esa o'z navbatida Transformator o'zgartirgichli burchak siljishni o'lchovchi datchikning kamchiligini ifodalaydi [16].

### Taklif etilayotgan burchak siljishini o'lchaydigan datchikning magnit parametrlari hisobi

Burchak siljishini o'lchovchi transformatorli o'zgartirgichlar yangi konstruksiyalarini ishlab chiqish jarayonida texnik ijodiyotning energiya-axborot va morfologik usullaridan, shu jumladan ixtirolar xalqaro tasnifidagi siljish, tezlik, tezlanish va boshqa harakat parametrlarini o'lchovchi o'zgartirgichlar guruhlarida va boshqa ilmiy va internet manbalarda qayd etilgan.

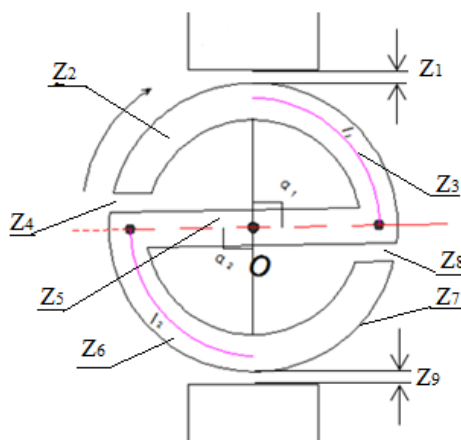
Yuqorida qayd etib o'tilgan usullarni qo'llash asosida yaratilgan burchak siljishini o'lchovchi transformatorli o'zgartirgich va ushbu paragrafda keltiriladigan konstruksiyalardan biri 7- rasmda keltirilgan.

Ishlab chiqilgan o'lchash qurilmasi (O'Q) yelkalarining magnit qarshiliklari ferromagnit materialdan (7 a-rasm) 1, 10, 11 va 12 ko'rinishida yasalgan ikkita to'rt yelkali ko'prikdan tashkil topgan bo'lib, uning 1-10 va 11-12 yelkalari mos ravishda diametral ferromagnit tutashtirgich 16 yordamida o'zaro ulangan. O'lchash chulg'ami 5 ferromagnit tutashtirgich 16 ga joylashtirilgan ko'priklar ko'rinishida yasalgan magnit o'tkazgich 2 ichida joylashtirilgan. Ushbu berk halqaga ikki tomondan qo'zg'atish cho'lg'amlari 3-4 va 7-8 lar joylashtirilgan.



7a-rasm. Burchak siljishini o'lchovchi transformatorli o'zgartirgich konstruktiv sxemalari.





**7b-rasm. Burchak siljishini o'lchovchi transformatorli o'zgartirgichning fizik sxemasi**

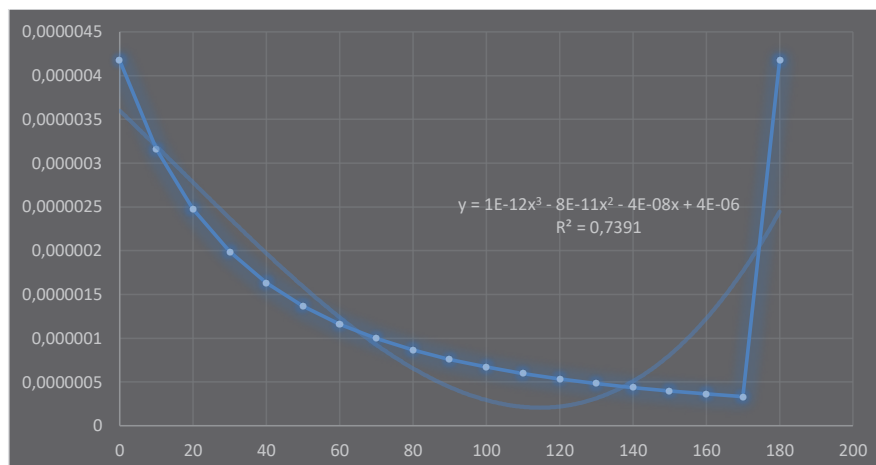
Ko'prik shaklidagi yelkalarining diametral tutashtirgich 16 uchlarida ishchi bo'lmagan (tinch holati) va lar havo oralig'i ko'zda tutilgan. Bundan tashqari, spiral ko'rinishidagi yelkalar ( , , , ) va diametral tutashtirgich bilan tutashtirilgan. To'rtburchak shakldagi magnit o'tkazgich 2 yoki ko'prikning diametral tutashtirgichi 16 nazorat qilinuvchi obyektga ulanadi. Qo'zg'aluvchan obyekt burchak siljishini o'lchash talab etilganda esa to'rtburchak shakldagi magnit o'tkazgich 2 ularning biriga, diametral tutashtirgich 16, 6 vall yordamida mahkam bog'lanadi.

O'Q quyidagicha ishlaydi. Qo'zg'atish chulg'ami o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulanganda, ikkala seksiyada hosil bo'lgan sinusoidal tok hisobidan berk halqasimon magnit o'tkazgich 2 da chulg'am seksiyalari induktiv jihatdan qarama-qarshi ulanganligi sababli bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan ikkita magnit yurituvchi kuch (MYuK) va ularning ta'sirida diametral joylashgan qutb nakonechnigida elektr yurutuvchi kuch (EYuK) hosil bo'ladi

Taklif etilgan O'Q o'lchash chulg'amidagi magnit oqimi induksiyalaydigan EYuK quyidagiga teng bo'ladi:

$$\dot{E}_{o'rch.} = -j\omega w_{o'rch.} \dot{Q}_\mu \tag{1}$$

bu yerda  $\omega$  – manba kuchlanishining burchak chastotasi, [ $s^{(-1)}$ ];  $w_{o'rch.}$  – o'lchash chulg'ami o'ramlari soni.



**8-rasm. O'lchash o'zgartgichning burilish burchagi va chiqish kuchlanishining bog'likligi**

Ko'rinib turibdiki, o'lchash cho'lg'amidagi chiquvchi kuchlanishning qiymati juda kichik. Bu kuchlanish maxsus kuchaytirgichlar yordamida kuchaytiriladi va Arduino maxsus miksoplatasi orqali burilish burchagiga moslanadi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu burchak siljish datchigi yordamida aylanuvchi mexanizmlarning burilish holatini 170° gacha aniq o'lchash mumkin. Shuning bilan birga sezgirligi juda yuqori.

$$E_{mes.} = -j\omega W_{mes.}^2 / Z \quad (2)$$

2 Formuladan ham ma'lumki, chiqish kuchlanishi qarshilikning qiymatiga teskari bog'langan demak qarshilik kamayishi bilan chiqish kuchlanishi ortadi. 8-rasmga binoan qarshilik magnit o'tkazgichlarning uzunligiga bog'liq.

### Xulosa

Yuqoridagi mavjud muammolarni inobatga olgan holda, suv xo'jaligida qo'llaniladigan zatvorlarning aylanuvchi mexanizmlarini o'lchovchi burchak siljish datchiklari chuqur tahlil qilindi. Ularning yutuq va kamchiliklari keltirildi. Izlanishlar shuni ko'rsatdiki, mavjud datchiklarning aniqligi past va o'lchash chegarasi kichkina. Tavsiya qilingan suv xo'jaligida qo'llaniladigan zatvorlarning aylanuvchi mexanizmlarini o'lchovchi burchak siljishini o'lchovchi datchikning ishonchliligi va o'lchash chegarasi yuqori ().

### Foydalanilgan manbalar

1. Oktarina Y., Dewi T., Risma P. and Nawawi M. "Tomato Harvesting Arm Robot Manipulator; A Pilot Project," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1500, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1500/1/012003.
2. Fountas S., Mylonas N., Malounas I., Rodias E., Santos C. and Pekkeriet E. "Agricultural Robotics for Field Operations," *Sensors (Basel)*, vol. 20, no. 9, May 2020, doi: 10.3390/S20092672.

3. Taofik A., Ismail N., Gerhana Y.A., Komarujaman K. and Ramdhani M.A. "Design of Smart System to Detect Ripeness of Tomato and Chili with New Approach in Data Acquisition," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 288, no. 1, pp. 0–6, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/288/1/012018.
4. Hu C., Liu X., Pan Z. and Li P. "Automatic detection of single ripe tomato on plant combining faster R-CNN and intuitionistic fuzzy set," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 154683–154696, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2949343.
5. Popowski S. and Dabrowski W. "Measurement and estimation of the angle of attack and the angle of sideslip," *Aviation*, vol. 19, no. 1, pp. 19–24, 2015, doi: 10.3846/16487788.2015.1015293.
6. Baratov R., Pirmatov N., Panoyev A., Chulliyev Y., Ruziyev S. and Mustafoulov A. "Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1030, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1030/1/012161.
7. Zangl H., Faller L.M. and Granig W. "Optimal design of angular position sensors," *COMPEL - Int. J. Comput. Math. Electr. Electron. Eng.*, vol. 36, no. 5, pp. 1372–1385, 2017, doi: 10.1108/COMPEL-02-2017-0099.
8. Mehta S.S. and Burks T.F. "Vision-based control of robotic manipulator for citrus harvesting," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 102, no. November, pp. 146–158, 2014, doi: 10.1016/j.compag.2014.01.003.
9. Denmukhammadiev A., Mustafoulov A., Valikhonova H., Sobirov E. and Raimov T. "Electricity metering and backup power supply for multi-storey buildings," *E3S Web Conf.*, vol. 264, p. 05051, Jun. 2021, doi: 10.1051/E3SCONF/202126405051.
10. Baratov R., Mustafoulov A. "Smart angular displacement sensor for agricultural field robot manipulators" *E3S Web of Conferences.*, 2023, 386, 03008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340104006>
11. "Root AI raises seed funding for Virgo robot to harvest multiple crops." <https://www.therobotreport.com/root-ai-raises-seed-funding-for-virgo-robot-designed-to-harvest-multiple-crops/> (accessed May 02, 2022).
12. "Root AI - Join the future of farming." <https://root-ai.com/#tech> (accessed Oct. 06, 2022).
13. "Root AI unveils its tomato-picking robot Virgo." <https://www.cNBC.com/2019/05/11/root-ai-unveils-its-tomato-picking-robot-virgo.html> (accessed Oct. 06, 2022).
14. "Root AI - Introducing Virgo - YouTube." <https://www.youtube.com/watch?v=XIXSGqvP-A8&t=84s> (accessed Oct. 06, 2022).

15. "Rotary angle sensor - Wikipedia." [https://ru.wikipedia.org/wiki/Rotary\\_angle\\_sensor](https://ru.wikipedia.org/wiki/Rotary_angle_sensor) (accessed May 02, 2022).
16. Davletov I., Khakimov N., Qodirov A., Akhmedov M., Sadullayev J. and Khamraev O. "Soft start of induction electric motors using rezistor and denistor devices," *E3S Web Conf.*, vol. 461, p. 01066, Dec. 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202346101066.
17. Davletov I.Y., Khakimov N.Z., Qodirov A.K., Akhmedov M.M., Sadullayev J.O. and Khamraev O.O., "Increasing the Efficiency of Asynchronous Motors by Improving the Quality of the Electric Current," in *2023 IEEE XVI International Scientific and Technical Conference Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE)*, Nov. 2023, pp. 1820–1824. doi: 10.1109/APEIE59731.2023.10347842.
18. Patentu I.K. "C1," vol. 30, no. 19, pp. 1–9, 2006.
19. Safarov A., Sattarov K., Bazarov M. and Mustafoulov A. "Issues of the electromagnetic current transformers searching projecting," *E3S Web Conf.*, vol. 264, p. 05038, Jun. 2021, doi: 10.1051/E3SCONF/202126405038.
20. "Transformer inverter angular movements." <https://russianpatents.com/patent/216/2161774.html> (accessed May 02, 2022).
21. Patentu I.K. "C2," no. 19, pp. 1–7, 2006.
22. Baratov R., Mustafoulov A. "Model of field robot manipulators and sensor for measuring angular displacement of its rotating parts" *E3S Web of Conferences.*, 2023, 401, 04006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338603008>
23. "An Improved Magnetic Equivalent Circuit Model for Iron-Core Linear Permanent-Magnet Synchronous Motors | Request PDF." [https://www.researchgate.net/publication/224587224\\_An\\_Improved\\_Magnetic\\_Equivalent\\_Circuit\\_Model\\_for\\_Iron-Core\\_Linear\\_Permanent-Magnet\\_Synchronous\\_Motors](https://www.researchgate.net/publication/224587224_An_Improved_Magnetic_Equivalent_Circuit_Model_for_Iron-Core_Linear_Permanent-Magnet_Synchronous_Motors) (accessed May 10, 2022).
24. Sheikh-Ghalavand B., Vaez-Zadeh S. and Hassanpour Isfahani A., "An improved magnetic equivalent circuit model for iron-core linear permanent-magnet synchronous motors," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 46, no. 1, pp. 112–120, Jan. 2010, doi: 10.1109/TMAG.2009.2030674.
25. Zhao H. and Feng H. "A novel angular acceleration sensor based on the electromagnetic induction principle and investigation of its calibration tests," *Sensors (Switzerland)*, vol. 13, no. 8, pp. 10370–10385, 2013, doi: 10.3390/s130810370.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13989453>

## FAZA ROTORLI ASINXRON GENERATORNING DINAMIK XARAKTERISTIKALARINI MODELLASHTIRISH

<b>Allabergen BEKISHEV</b>	Toshkent davlat texnika universiteti Elektr mashinalari kafedrasida katta o'qituvchisi, PhD
<b>Najmiddin KURBONOV</b>	Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti Elektr energetikasi kafedrasida dotsenti
<b>O'tkir XUDOYNAZAROV</b>	"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universitetining Qarshi irrigatsiya va agrotexnologiyalar instituti Avtomatlashtirish va texnologik jarayonlarni boshqarish kafedrasida mudiri

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada faza rotorli asinxron generatorning dinamik xarakteristikalari Matlab Simulink yordamida modellashtirilgan, ya'ni faza rotorli asinxron generatorni ishga tushirish va generator rejimiga o'tish jarayonlari modellashtirilgan. Modellashtirish jarayoniga faza rotorli asinxron generatorning rotori aylanish tezligi, elektromagnit momenti, stator va rotor toklari o'zgarishi, aktiv va reaktiv energiyalarning o'zgarishlari qamrab olingan.

**Kalit so'zlar:** faza rotorli asinxron generator, modellashtirish, ishga tushirish, generator rejimi, motor rejimi, elektromagnit moment.

<p><b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ФАЗНЫМ РОТОРОМ</b></p> <p><b>Аллаберген БЕКИШЕВ</b>                  Старший преподаватель кафедры электрических машин Ташкентского государственного технического университета, к.т.н.</p> <p><b>Нажмиддин КУРБАНОВ</b>                  Доцент кафедры электроэнергетики Каршинского инженерно-экономического института</p> <p><b>Уткир ХУДОЙНАЗАРОВ</b>                  Заведующий кафедрой Автоматизации и управления технологическими процессами Института Карши противоорошения и агротехнологий Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ»</p>	<p><b>MODELING OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PHASE ROTOR ASYNCHRONOUS GENERATOR</b></p> <p><b>Allabergen BEKISHEV</b>                  Senior teacher of the Department of Electrical Machines, Tashkent State Technical University, PhD</p> <p><b>Najmiddin KURBONOV</b>                  Associate Professor of the Electric Power Engineering Department of Karshi Institute of Engineering and Economics</p> <p><b>Utkir KHUDOYNAZAROV</b>                  Head of the Department of Automation and Technological Process Management, Institute of Karshi of Anti-Irrigation and Agro-Technology, National Research University "TIIAME"</p>
---	--

**Аннотация:** В данной статье с помощью Matlab Simulink моделируются динамические характеристики асинхронного генератора с фазным ротором, то есть моделируются процессы запуска асинхронного генератора с фазным ротором и перехода в генераторный режим. Процесс моделирования включает в себя скорость вращения ротора, электромагнитный момент, изменения тока статора и ротора, активную и реактивную энергию фазного ротора асинхронного генератора.

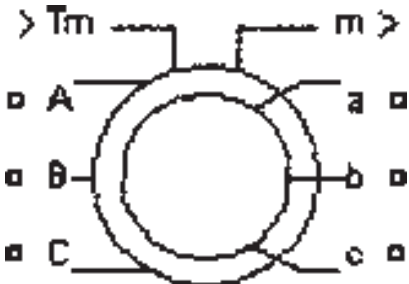
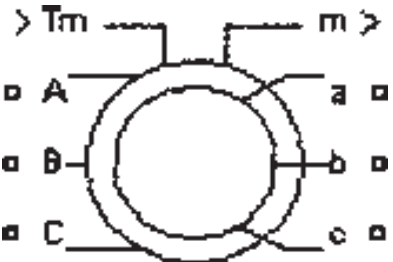
**Ключевые слова:** асинхронный генератор с фазным ротором, моделирование, пуск, режим генератора, режим двигателя, электромагнитный момент.

**Abstract:** In this article, dynamic characteristics of a wound-rotor induction generator are modeled using Matlab Simulink. Specifically, the processes of starting the wound-rotor induction generator and transitioning to the generator mode are simulated. The modeling process includes rotor speed, electromagnetic torque, changes in stator and rotor currents, as well as the active and reactive power of the wound-rotor induction generator.

**Key words:** asynchronous generator with a wound rotor, modeling, start-up, generator mode, engine mode, electromagnetic torque.

Simulink – dinamik sistemalarni modellashtirish, imitatsiya va tahlil qilish uchun interaktiv vositadir. U grafik blok-diagrammalarni qurish, dinamik tizimlarni imitatsiya qilish, tizimlarning ishlashini tekshirish va loyihalarni mukammallashtirish imkoniyatlarini beradi. Simulink MATLAB bilan to'la integrallashgan.

Asinxron mashinaning **Matlab Simulink** imitatsion modelini yaratish uchun Matlabda quyidagi piktogrammadan foydalaniladi.

<p>a)</p> 		<p>b)</p> 
<p>Asynchronous Machine SI Units</p>		<p>Asynchronous Machine pu Units</p>
<p>1-rasm. Asinxron mashinaning Matlab programmasidagi piktogrammasi</p>		

Piktogrammaning vazifasi quyidagicha:

Motor va generator rejimlarida ishlaydigan asinxron elektr mashinasini modellaydi.



$$\left. \begin{aligned}
 u_{1\alpha} &= r_1 i_{1\alpha} + \frac{d\psi_{1\alpha}}{dt} \\
 u_{1\beta} &= r_1 i_{1\beta} + \frac{d\psi_{1\beta}}{dt} \\
 0 &= r_2 i_{2\alpha} + \frac{d\psi_{2\alpha}}{dt} + \omega_p \psi_{2\beta} \\
 0 &= r_2 i_{2\beta} + \frac{d\psi_{2\beta}}{dt} + \omega_p \psi_{2\alpha} \\
 \frac{di_\alpha}{dt} &= \frac{u_{1\alpha} - r_1 i_\alpha}{L} \\
 \frac{di_\beta}{dt} &= \frac{u_{1\beta} - r_1 i_\beta}{L} \\
 M &= \frac{mpM}{2(L_1 L_2 - M^2)} (\psi_{1\beta} \psi_{2\alpha} - \psi_{1\alpha} \psi_{2\beta}) \\
 \frac{d\omega_p}{dt} &= \frac{p}{J} (M - M_c)
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

bu yerda  $u_{1\alpha} = U_m \cos(\omega t)$ ,  $u_{1\beta} = U_m \sin(\omega t)$  -  $\alpha, \beta$  o'qlari bo'ylab stator chiqish kuchlanishi;  $\alpha, \beta$  o'qlari bo'ylab stator va rotor chulg'aming toki;  $r_1, r_2$  - stator va rotorning aktiv qarshiliklari;  $\omega, \omega_p$  - tarmoq chastotasi va rotor tezligi (el. rad / s);  $L_1, L_2$  - stator va rotor chulg'amlarining umumiy induktivligi;  $M$  - chulg'amlar orasidagi o'zaro induktivlik;  $M, M_s$  - asinxron mashinaning elektromagnit momenti va static aylantiruvchi momenti;  $m$  - fazalar soni;  $p$  - qutb juftlari soni;  $J$  - asinxron mashina, tezlik uzatish qutisi va shamol turbinasining yig'indi inersiya momenti.

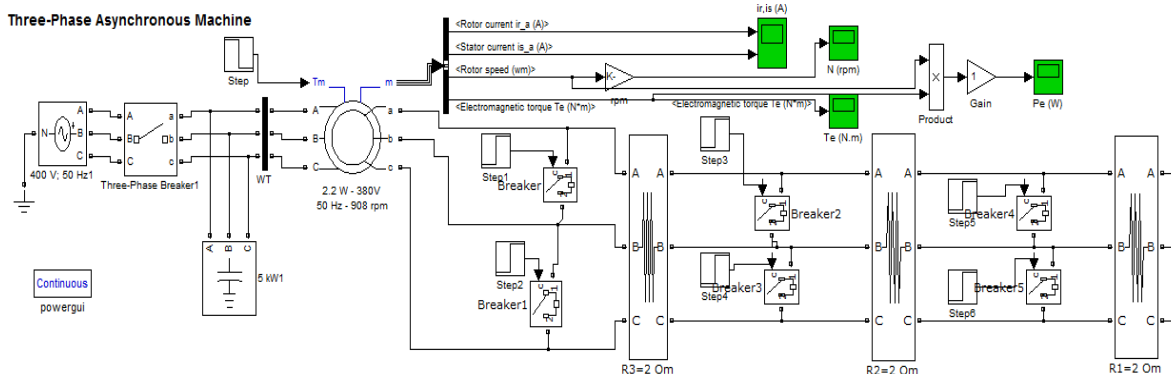
Mashinaning ishlash rejimi elektromagnit momentning ishorasiga asosan aniqlanadi. Hisoblash dasturini amalga oshirishda asinxron mashinaning taniqli differensial tenglamalar tizimidan foydalaniladi.

Chulg'amlarning oqimilashimligi:

$$\left. \begin{aligned}
 \psi_{1\alpha} &= L_1 i_{1\alpha} + M i_{2\alpha} \\
 \psi_{1\beta} &= L_1 i_{1\beta} + M i_{2\beta} \\
 \psi_{2\alpha} &= L_2 i_{2\alpha} + M i_{1\alpha} \\
 \psi_{2\beta} &= L_2 i_{2\beta} + M i_{1\beta}
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

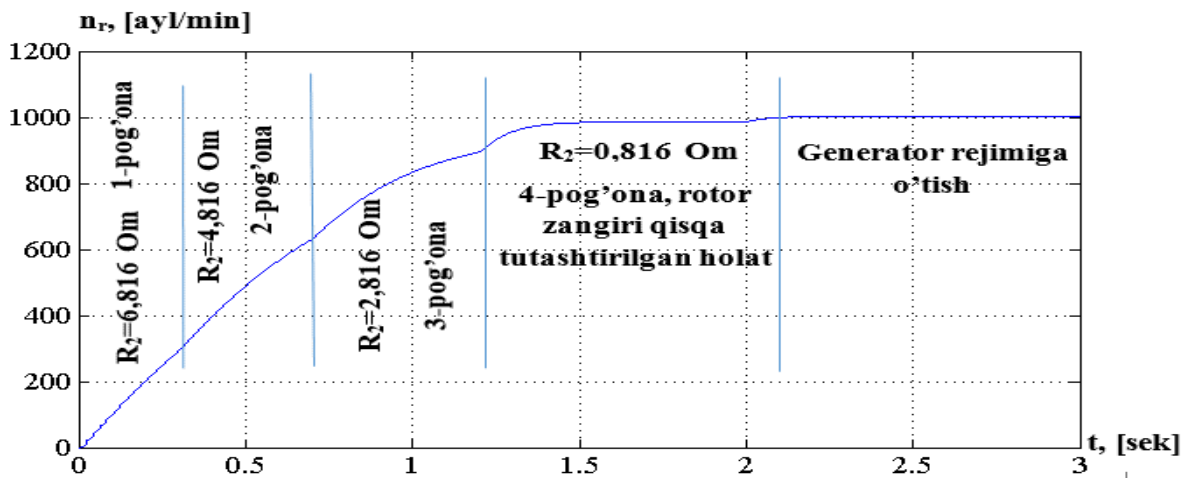
Modelning A, B va S portlari mashina stator chulg'aming chiqishlari, a, b va s portlari esa rotor chulg'aming chiqishlari bo'lib hisoblanadi. Modelning m chiqish portida 2l elementdan iborat vektor signal shakllanadi. Shamol energiyasini o'zgartirish tizimlarida elektr energiyasini asosiy ishlab chiqaruvchisi asinxron mashinalar bo'lganligi sababli ularning dinamik rejimlarini o'rganish ma'lum qiziqish uyg'otadi.

Faza rotorli shamol generatorini ishga tushirish va uning generator rejimiga o'tish jarayoni modellashtirilgan 2-rasmda ko'rsatilgan. Bundan tashqari, rasmda valning burchak tezligi va mashina elektromagnit momentining grafiklari ham keltirilgan.



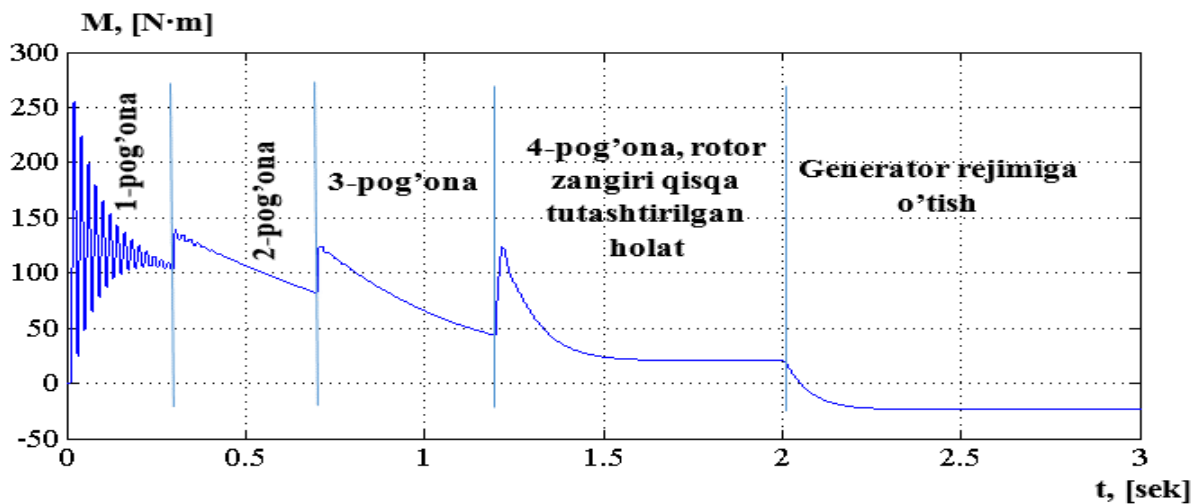
2-rasm. Faza rotorli shamol generatorini ishga tushirish va uning generator rejimiga o'tish jarayoni modeli

3-rasmdagi shamol generatorining ishga tushirish jarayonidagi aylanish tezligiga qaralsa, ishga tushirish jarayoni rotor zanjiriga qo'shimcha qarshilik ulash orqali amalga oshirishdagi tezlik o'zgarishi keltirilgan. Bunga ko'ra asinxron mashina rotori tezligi o'zining nominal tezligiga 1,4 sekundda erishib, shundan so'ng shamol tezligining ortishining evaziga mashina generator rejimiga o'tadi ma mashinaning tezligi sinxron tezlik 1000 ayl/ minutdan oshib generator rejimiga o'tadi.



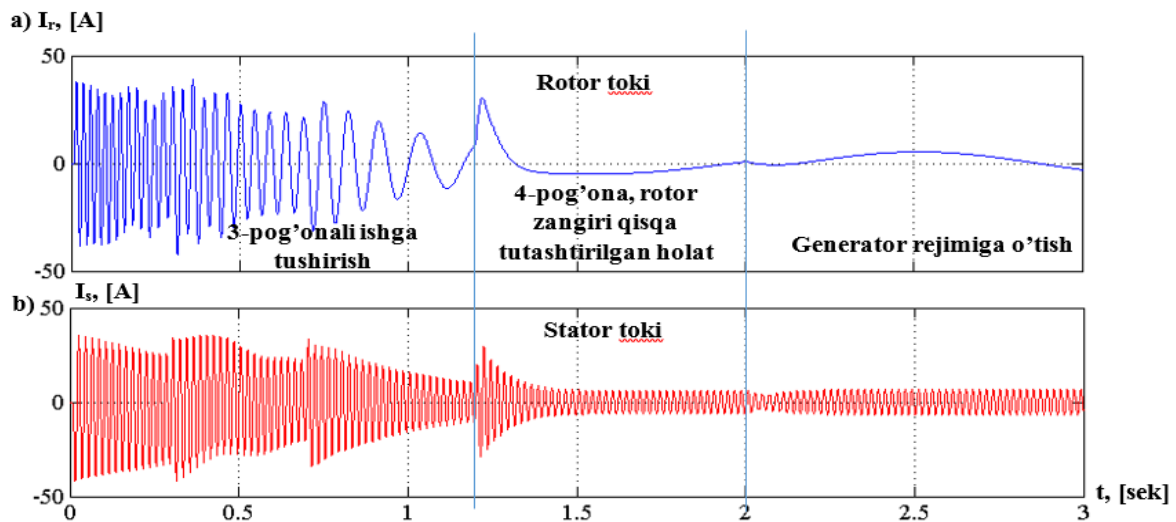
3-rasm. Shamol generatorining ishga tushirish jarayonidagi aylanish tezligi

4-rasmga ko'ra asinxron mashina elektromagnit momenti 2 sekunddan so'ng o'zining musbat qiymatidan manfiy – 25 N·m qiymatiga o'tadi. Demak asinxron mashina bu paytda asinxron generator rejimiga o'tadi.

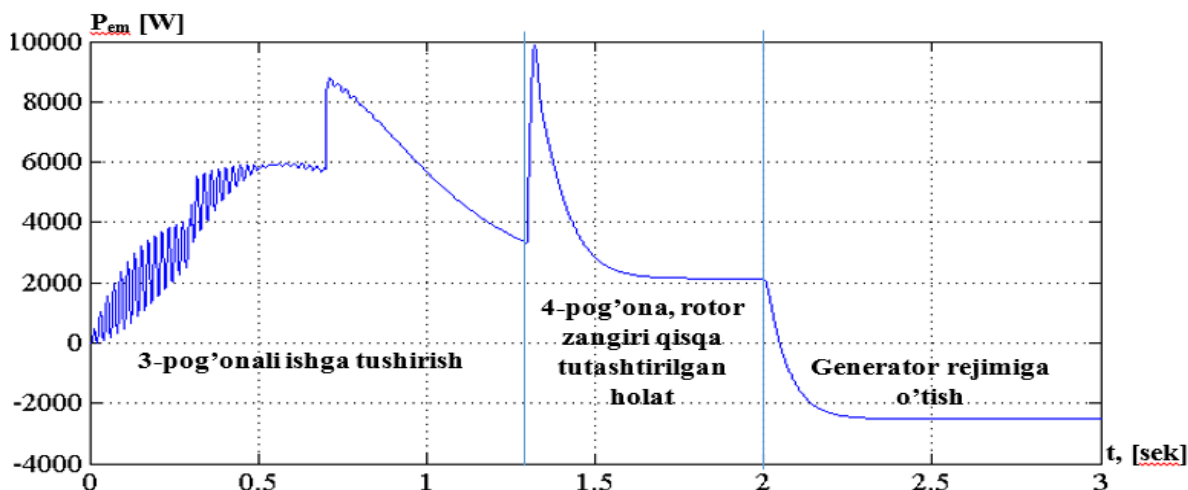


4-rasm. Shamol generatorining ishga tushirish jarayonidagi elektromagnit momenti

5-rasmga ko'ra asinxron mashinaning rotor zanjiridagi tok 2 sekundda 0 ga erishadi, demak, bu jarayonda rotorning tezligi sinxron tezlikka erishadi, ammo stator toki o'zining minimal qiymatiga ya'ni ideal salt ishlash tokiga teng bo'ladi. Shundan so'ng rotor tezligi sinxron tezlikdan oshgandan so'ng yana rotor zanjirida tok paydo bo'ladi.

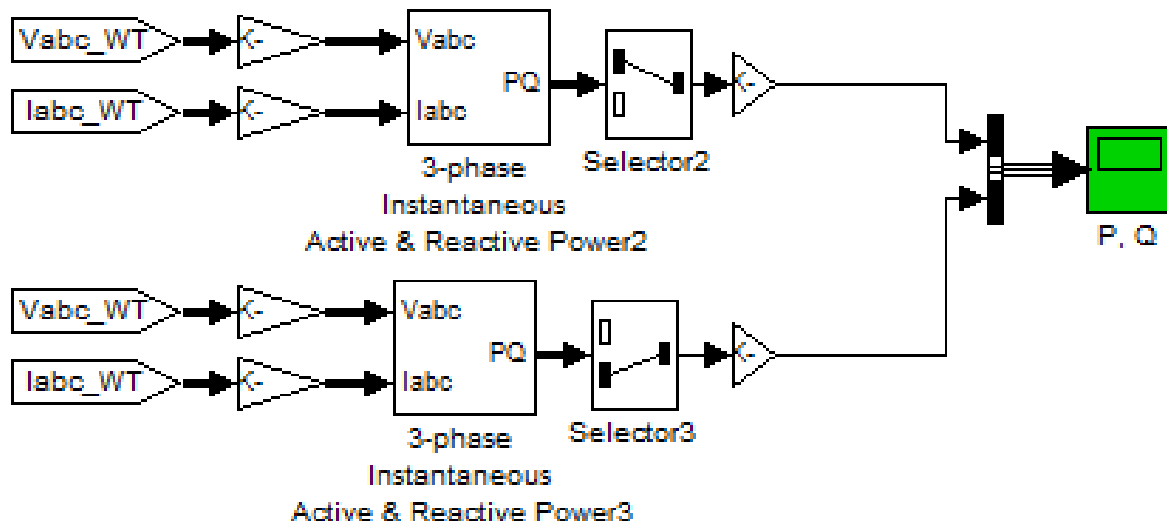


5-rasm. Shamol generatorining ishga tushirish jarayonidagi a) rotor b) stator toki o'zgarishi ossillogrammasi



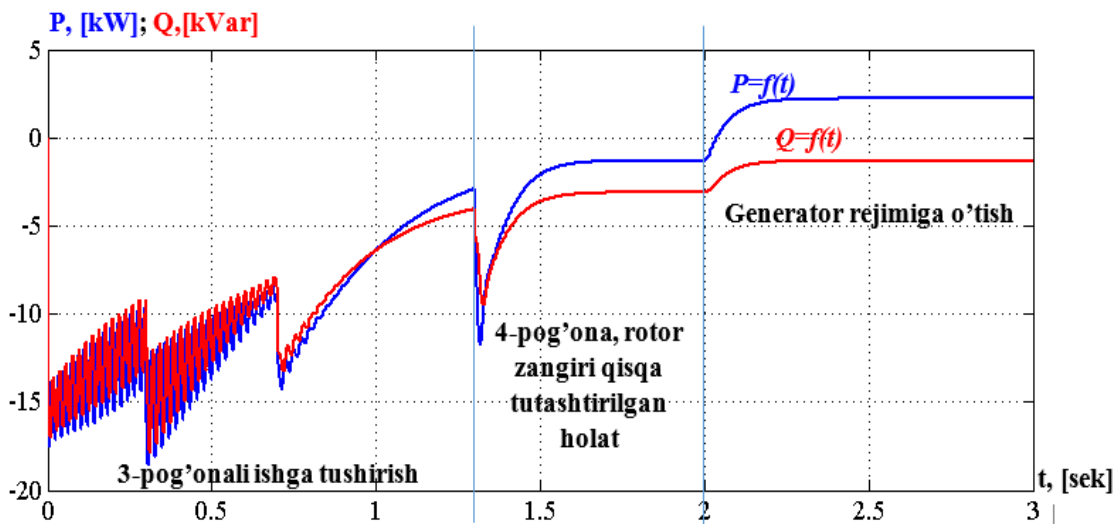
6-rasm. Shamol generatorining ishga tushirish jarayonidagi va generator rejimiga o'tish paytidagi elektromagnit quvvati

6-rasmga ko'ra shamol generatori rotor zanjiriga qo'shimcha qarshilik ulash orqali ishga tushirilib bo'lgandan song 2,15 sekunddan song generator rejimiga o'tib boshlaydi, shu vaqtda faza rotorli asinxron mashinaning elektromagnit quvvati musbat ishordan manfiy ishoriga o'tadi. Shundan so'ng generator tarmoqqa aktiv quvvat uzata boshlaydi.



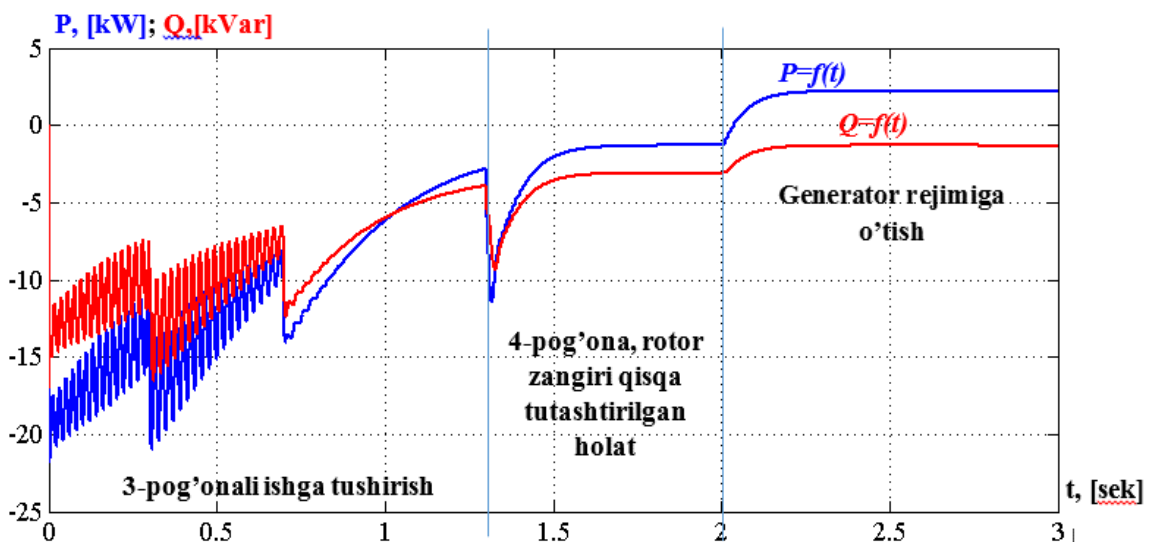
7-rasm. Shamol generatorining aktiv va reaktiv quvvatlarini hisoblovchi blok

Shamol generatorining ishlab chiqarayotgan aktiv energiyasi va iste'mol qilayotgan reaktiv energiyasini hisoblash uchun 6-rasmda ko'rsatilgan aktiv va reaktiv energiyani hisoblash blokidan foydalaniladi.



8-rasm. Shamol generatorining ishga tushirish jarayonidagi va generator rejimiga o'tish paytidagi aktiv va reaktiv quvvatlar

8-rasmga ko'ra shamol generatorini ishga tushirish paytida tarmoqdan ham aktiv va ham reaktiv energiya olsa, generator rejimiga o'tganda esa tarmoqqa aktiv energiya uzatadi ammo ma'lum miqdorda reaktiv energiya oladi. Bundan tashqari usbu grafikdan anglash mumkinki faza rotorli asinxron mashina motor rejimida ishlaganida generator rejimida ishlaganiga nisbatan birmuncha ko'p reaktiv energiya oladi. Bunda modellashtirilga quvvati 2.2 kW bo'lgan faza rotorli asinxron generator tarmoqqa 2,2 kW uzatish paytida tarmoqdan ya'ni kondensator batareyasidan 1,3 kVar reaktiv quvvatni iste'mol qilmoqda.



9-rasm. Shamol generatorining ishga tushirish jarayonida rotor zangiriga aktiv qarshilik va sig'im qarshilik ulashdagi aktiv va reaktiv quvvatlar o'zgarishi

9-rasmning 3-pog'onali ishga tushirish qismiga ko'ra shuni anglash mumkinki, faza rotorli asinxron generatorning ishga tuishi jara'onda rotor zanjiriga sig'im qarshilik ulansa tarmoqdan reaktiv energiyani kam olishi kuzatildi. Bu holatni faza rotorli asinxron generatorni tarmoqqa ulash paitida ishlatilsa tarmoqdan oladigan reaktiv energiyaning kamayishining evaziga tarmoqning kuchlanish tushuvi kamayishiga erishish mumkin va bu holatda boshqa iste'molchilarning ishiga ta'siri kamayadi.

### Foydalanilgan manbalar

1. Никишин А.Ю., Казаков В.П. *Современные ветроэнергетические установки на базе асинхронных машин // Современные проблемы науки и образования*, 2012. № 6;
2. URL: <https://scienceducation.ru/ru/article/view?id=7937>
3. *Выбор электрогенераторов для ветроэнергетических установок / Ералы Ертаюлы Нурахмет, Гафаров А.А., Бенке М.С. [и др.]. — Текст : непосредственный // Молодой ученый*. 2016. № 28.2 (132.2). — С. 68-79. — URL: <https://moluch.ru/archive/132/36983/> (дата обращения: 03.02.2024).
4. Toshpo'latov N.T., Qodirov D.B. *Qayta tiklanuvchi energiya manbalari*. TIQXMMI, 2019. 174 b.
5. Pulatova D.M. *Shamol energetikasi fani uchun Darslik*. Toshkent TDTU, 2023. 260 b.
6. Zou Y., Elbuluk M. and Sozer Y. "Stability analysis of maximum power point tracking (MPPT) method in wind power systems," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, Vol. 49, No. 3, pp. 1129-1136, May/Jun. 2013.
7. Xu H., Zhang W., Chen J., Sun D. and He Y. "A high-voltage ride-through control strategy for DFIG based wind turbines considering dynamic reactive power support," in *Proc. the CSEE*, Vol. 33, No. 36, pp. 112-119, 2013.
8. Hossain M.J., Saha T.K., Mithulananthan N. and Pota H.R., "Control strategies for augmenting LVRT capability of DFIGs in interconnected power systems," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, Vol. 60, No. 6, pp. 2510-2522, Feb. 2013.
9. Wang L. and Truong D.-N. "Stability enhancement of DFIG-based offshore wind farm fed to a multi-machine system using a STATCOM," *IEEE Trans. Power Syst.*, Vol. 28, No. 3, pp. 2882-2889, Aug. 2013.
10. Song D., Yang J., Cai Z., Dong M., Su M., Wang Y. *Wind estimation with a non-standard extended Kalman filter and its application on maximum power extraction for variable speed wind turbines*, *Appl. Energy* 190 (2017) 670-685, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.132>.



11. P. Buduma, N.K. Vulisi, G. Panda, Robust control and Kalman MPPT for grid-assimilated wind energy conversion system, *IEEE Trans. Ind. Appl.* 57 (2) (2021) 1274–1284, <https://doi.org/10.1109/TIA.2020.3047585>.
12. Al-Ghossini H., Locment F., Sechilariu M., Gagneur L., Forgez C., Adaptive-tuning of extended Kalman filter used for small scale wind generator control, *Renew. Energy* 85 (2016) 1237–1245.
13. Baran J., Jaderko A., An MPPT control of a PMSG-based WECS with disturbance compensation and wind speed estimation, *Energies* 13 (23) (2020) 6344, <https://doi.org/10.3390/en13236344>.
14. Gaied H., Naoui M., Kraiem H., Goud B.S., Flah A., Alghaythi M.L., Kotb H., Ali S.G., Aboras K. Comparative analysis of MPPT techniques for enhancing a wind energy conversion system, *Front. Energy Res.* 10 (2022), <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.975134>.
15. Mohamed S.A., Abd El Sattar M. A comparative study of P&O and INC maximum power point tracking techniques for grid-connected PV systems, *SN Appl. Sci.* 1 (2) (2019) 174.
16. Zhang X., Jia J., Zheng L., Yi W., Zhang Z. Maximum power point tracking algorithms for wind power generation system: review, comparison and analysis, *Energy Sci. Eng.* 11 (1) (2023) 430–444.

## KANALLARDAGI SUV RESURSLARINI TEJASHDA TEMIR-BETON QOPLAMALARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISHGA DOIR

To'rovoy MUSLIMOV	"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti katta o'qituvchisi
Ozoda VAFOYEVA	"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti dotsenti, PhD
Akrom TO'LQINOV	"O'zbekgidroenergo" AJ GESlarni ekspluatatsiya qilish boshqarmasi yetakchi mutaxassisi

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada sug'orish tarmoqlaridagi kanallarni qurishda va amaldagi kanallardan oqilona foydalanishda ulardagi ortiqcha suv sarfini kamaytirish uchun ularni butun uzunligi bo'yicha yerlarni gidro-geologik sharoitlarini tahlil qilgan holda temir-beton qoplamalari bilan qoplash va ularda yuzaga keladigan nuqsonlar o'rganib chiqildi. Tadqiqotlar "Do'stlik" va Toshkent viloyatidagi "Hamdam" kanallari misolida o'tkazildi. Ushbu kanallardagi temir-beton qoplamalarining texnik holatlari tahlil etilib, ulardagi yoriqlar va deformatsiya choklarini to'ldirishda Antigidron – 2D kimyoviy qo'shimchasidan foydalangan holda sement qoplamalarining muzlashga bardoshlilik va suv o'tkazmasligini oshirish uchun zaruriy tavsiyalar berildi.

**Tayanch so'zlar:** temir-beton qoplama, deformatsiya choklari, mayda donachali beton, sement qarishmasi, filtratsiya, teskari filtratsiya, mexanik suffoziya, kimyoviy suffoziya, suv o'tkazmaslik, muzlashga bardoshlilik, antigidron.

### ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В КАНАЛАХ

#### Торавой МУСЛИМОВ

Старший преподаватель Национального  
исследовательского университета  
«ТИИИМСХ»

#### Озода ВАФОЕВА

Доцент Национального  
исследовательского университета  
«ТИИИМСХ», PhD

#### Акром Тулкинов

Ведущий специалист управления  
Эксплуатации гидроэлектростанций АО  
«Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** В данной статье с целью снижения перерасхода воды при строительстве каналов оросительных сетей и рационального использования существующих каналов, покрытия их железобетонными покрытиями, проведен анализ гидрогеологических условий земель на всем их протяжении, а также дефектов, которые в них встречаются. Исследования проводились на примере каналов «Дустлик» и «Хамдам» Ташкентской области. Проведен анализ технического состояния железобетонных облицовок в этих каналах, а также даны рекомендации по повышению морозостойкости и водонепроницаемости бетонных облицовок путем использования химической добавки «Антигидрон-2Д» для заполнения трещин и деформационных швов.

### INCREASING THE EFFICIENCY OF IRON- CONCRETE COATINGS IN SAVING WATER RESOURCES IN CANALS

#### Toravoy MUSLIMOV

Senior Teacher "TIAME" National  
Research University, doctor of technical  
sciences

#### Ozoda VAFOYEVA

Associate Professor "TIAME" National  
Research University, PhD

#### Akrom TO'LQINOV

Leading specialist of the department of  
Hydroelectric Power Station Operations of  
JSC "Uzbekhydroenergo"

**Abstract:** In this article, in order to reduce excessive water consumption in the construction of channels in irrigation networks and rational use of existing channels, covering them with reinforced concrete coatings, analyzing the hydrogeological conditions of the land along their entire length, and the defects that occur in them were studied. It was conducted on the example of "Dustlik" and "Khamdam" channels in Tashkent region. The technical conditions of reinforced concrete linings in these channels were analyzed, and recommendations were made to increase the frost resistance and waterproofing of cement linings by using Antihydron-2D chemical additive to fill cracks and deformation joints.

**Ключевые слова:** железобетонное покрытие, деформационные швы, мелкозернистый бетон, бетонная смесь, фильтрация, обратная фильтрация, механическая суффозия, химическая суффозия, гидроизоляция, морозостойкость, антигидрон.

**Keywords:** reinforced concrete coating, deformation joints, fine-grained concrete, concrete mixture, filtration, reverse filtration, mechanical suffosis, chemical suffosis, waterproofing, frost resistance, antihydrogen.

## Kirish

So'nggi yillarda butun jahonda, jumladan, O'zbekistonda ham suv muammosi eng dolzarb muammolardan biri bo'lib kelmoqda. Shu boisdan, respublikamizda suv xo'jaligi sohasida keng ko'lamdagi islohotlarni amalga oshirishga katta ahamiyat berilmoqda. Bundan ko'zlangan maqsad kelajakda irrigatsiya tizimi va sug'orish tarmoqlarining foydali ish koeffitsiyentini oshirish, qishloq xo'jaligida suvni tejaydigan sug'orish texnologiyalarini joriy qilish va sug'oriladigan maydonlarning har bir qatoriga beriladigan suv hajmini 20% ga kamaytirish orqali suvning mahsuldorligini amalga oshirish ko'zda tutilmoqda [1].

Respublikamiz suv xo'jaligi tizimida 28,4 ming km magistral va xo'jaliklararo irrigatsiya kanallarining qariyb 66%i, ya'ni 18,7 ming km uzunlikdagi qismi grunt o'zanli, beton qoplamali qismi esa 34%, ya'ni 9,7 ming km ni tashkil qiladi. Shundan kelib chiqqan holda, 2030-yilgacha bo'lgan vaqtda beton qoplamali kanallar ulushini 13,1 ming km ga, ya'ni 46% ga yetkazish ko'zda tutilgan [1,2,3]. Bundan asosiy maqsad, sug'oriladigan maydonlarning unumdorligini oshirish va yerlarni meliorativ holatini yaxshilashdan iboratdir. Shunga javoban keyingi yillarda Respublikamizda jadal sur'atlar bilan davlat dasturlari asosida keng ko'lamli irrigatsiya tadbirlari amalga oshirilmoqda [2,3]. Biroq shunga qaramasdan, global iqlim o'zgarishi natijasida hududlarda davriy ravishda kuzatilayotgan suv tanqisligi va ichki irrigatsiya tarmoqlarining asosiy qismini yaroqsiz holatga kelib qolganligi sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yomonlashishiga sabab bo'lmoqda.

Soha mutaxassisleri va olimlar yuqoridagi holatlarni tahlil qilgan holda, Prezident tashabbusiga asosan 2024-yilda 1,5 ming km, ya'ni 2023-yilga nisbatan qariyb 4 barobar ko'p kanallarni betonlash vazifasini belgilagan bo'lsalar, 2025-yildan boshlab esa kamida 2 ming km uzunlikdagi kanallarni betonlashtirishni rejalashtirgan [3]. Agar, ushbu tadbirlar o'z vaqtida zudlik bilan amalga oshirilmasa, 2030-yilga borib Respublikamizda suv tanqisligi 1.5 milliard m<sup>3</sup> ga yetishi bashorat qilinmoqda.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, suvni tejaydigan texnologiyalarni qo'llash ko'lamini kengaytirishga asoslangan holda irrigatsiya-melioratsiya obyektlarini qurish va rekonstruksiya qilish, ta'mirlash va qayta tiklash masalalari suv xo'jaligi sohasidagi eng dolzarb vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Chunki, hozirgi kunda aksariyat xo'jaliklararo va ichki tarmoq kanallarining texnik holati hozirgi zamon talablariga to'liq javob bera olmaydi va ularning samaradorligi juda past darajaga tushib qolgan.

**Tadqiqotning maqsadi:** Respublikamizda irrigatsiya-melioratsiya obyektlarini qurishda va rekonstruksiya qilishda hamda sug'orish tizimidagi kanallarning texnik holatini yaxshilash uchun ta'mirlash ishlarini bajarishda suv resurslarini tejaydigan innovatsion texnologiyalarini ishlab chiqarishni joriy etish bo'yicha tavsiyalar berish. Bunda asosan sug'orish tarmoqlaridagi kanallarning beton va temir-beton qoplamalarida yuzaga keladigan nuqsonlar va ularning sabablarini har tomonlama ilmiy tahlil qilgan holda temir-beton qoplamalaridagi darzlarni va ular orasidagi deformatsiya choklarini to'ldirishda zamonaviy kimyoviy qo'shimchalardan foydalanish bo'yicha ko'rsatmalar berishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

- kanallarni loyihalashda ular o'tadigan trassalar bo'yicha yerlarning gidro-geologik sharoitlarini o'rganib, ulardagi gruntlarning suv xossalarini o'rganish;
- kanallardagi beton va temir-beton qoplamalarida yuzaga keladigan nuqsonlarni o'rganish;
- kanallarga yotqizilgan temir-beton qoplamalarini ta'mirlashda zamonaviy Antigidron kimyoviy qo'shimchalaridan foydalanish;
- Antigidron kimyoviy qo'shimchasining asosiy texnik ko'rsatkichlarini tahlil etgan holda, ularning temir-beton qoplamalaridagi choklarni va darzlarni ta'mirlashda qo'llaniladigan sement qorishmalariga kimyoviy qo'shimcha sifatida tavsiya etish.

**Tadqiqot ishining bajarilish uslubi:** Toshkent viloyatidagi Hamdam kanalining boshlanish qismidagi hamda Sirdaryo viloyatidagi Do'stlik kanalining markaziy qismidagi temir-beton qoplamalarining texnik holati dala sharoitida o'rganildi. Antigidron kimyoviy qo'shimchasining texnik ko'rsatkichlari va sement qorishmasining ekspluatatsion xossalariga ta'siri amaldagi davlat standartlari bo'yicha (GOST 5802; GOST 6246-82; GOST 10060-87; GOST 8905-82) "TIQXMMI" MTU "Qurilish materiallari" o'quv laboratoriyasida o'rganildi.

**Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi:** sug'orish tarmoqlaridagi kanallarni qurishda ularning uzunligi bo'yicha bir necha turdagi gruntlar bo'lishi mumkin. Laboratoriya sharoitida gidrologik qidiruvlar asosida olingan turli gruntlarning suv o'tkazuvchanligi tekshirilganida (strukturasi buzilmagan tabiiy sharoitda) grunt zarrachalarining o'lchamlarini ortishi bilan ularni suv o'tkazuvchanligi ortib borishi kuzatildi (1-jadval).

1-jadval

**Tekshirilgan gruntlardagi filtratsiya koeffitsiyenti**

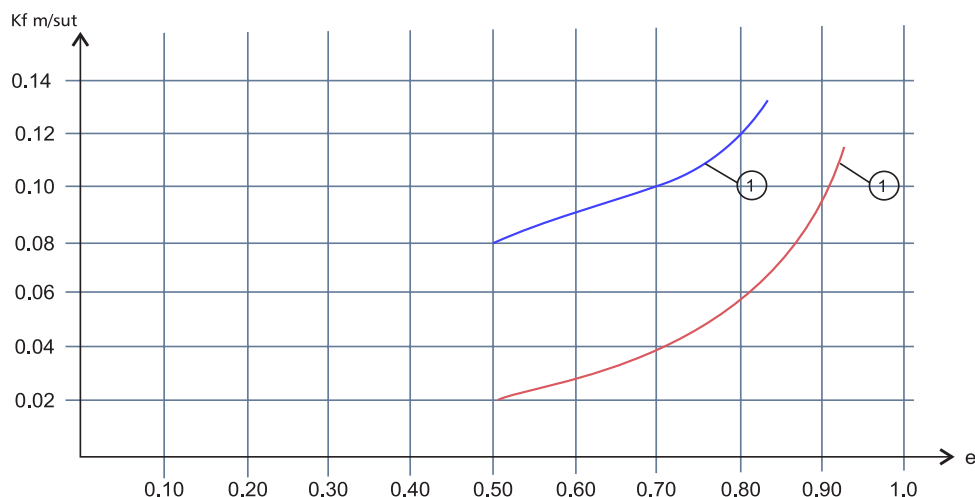
№	Gruntlarning nomi	$K_f$ m/sutka
1	Qum bilan aralashgan galechnikda	17-118

2	Qumlarda	1,8-62
3	Qumloq gruntida (supes)	0,17-2,3
4	Qumoq gruntida (suglenok)	0,11-0,001
5	Gilda	20,001

Gruntlardagi filtratsiya koeffitsiyenti juda ko'p omillarga bog'liq bo'ladi. Masalan, gruntning g'ovaklik koeffitsiyentiga, grunt zarrachalarining shakliga va o'lchamlariga, mineralogik tarkibiga va faol g'ovakligiga ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi [4]. Turli xildagi gruntlarning g'ovaklik koeffitsiyenti bir xil bo'lsa-da, lekin ularning suv o'tkazuvchanligi turlicha bo'lishi mumkin.

Quyidagi 1-rasmda lyossimon suglinok va yengil suglinok gruntlarida filtratsiya koeffitsiyentini g'ovaklik koeffitsiyentining bog'liqlik grafigi keltirilgan.

Quyidagi 1-rasmda keltirilgan grafikdan shuni ta'kidlash joizki, gruntlarning g'ovaklik koeffitsiyenti bir xil bo'lsa ham, yengil suglinokda qum zarrachalarining nisbatan ko'pligi uchun ularning faol g'ovakligi nisbatan katta bo'ladi va shu sababli ham ularning suv o'tkazuvchanligining ortishiga asos yaratadi.



**1-rasm. Gruntlar filtratsiya koeffitsiyentining g'ovaklik koeffitsiyentiga bog'liqlik grafigi: 1-lyossimon suglinokda; 2- yengil suglinokda.**

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda shuni ta'kidlash joizki, sug'orish tarmoqlaridagi kanalning butun uzunligi bo'yicha gidro-geologik qirqimlarini tuzish va shunga asoslangan holda har bir uchastkadagi grunt turlari aniqlanishi kerak. Kanalning bo'ylama yo'nalishi bo'yicha gidro-geologik qirqimlariga asoslangan holda, birinchi navbatda, qumli va qumloq joylardan o'tadigan uchastkalarini temir-beton qoplamalari bilan qoplash maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki, hozirgi kunda sug'orish



tizimidagi amaldagi kanallarning texnik holatini qoniqarli deb bo'lmaydi. Aksariyat kanallarning foydali ish koeffitsiyenti (FIK) 0,45-0,65 ni tashkil etadi. Bunday holatda asosan kanallardagi suvning asosiy qismini ochiq kanalning namlangan perimetri bo'yicha shimilib ketishi bo'lsa, shu bilan birga, suvning ma'lum bir qismini esa issiq kunlarda bug'lanib ketishi sabab bo'lmoqda [5]. Ayniqsa, mashina kanallarida bunday holatni yuzaga kelishi suv va boshqa energiya resurslaridan oqilona foydalanishga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Bunga asosiy sabablardan biri, kanallarning suv o'tkazuvchanligini kamaytirish maqsadida yotqizilgan temir-beton qoplamalarining texnik holatini talabga javob bermasligi bilan izohlash mumkin. Bunga misol qilib, Hamdam va Do'stlik kanallarining temir-beton qoplamalaridagi nuqsonlar o'rganib chiqildi (2-rasm).

Quyidagi 2-rasmda keltirilgan nuqsonlar tahlil qilinganida shu narsa ma'lum bo'ldiki, temir-beton qoplamalaridagi turli o'lchamdagi yoriqlar va yemirilishlar asosan kanaldagi suv sathini o'zgarib turadigan joylarida kuzatildi. Bunga asosiy sabab deb, temir-beton qoplama tanasidagi betonning hamda deformatsiya choklaridagi sement qorishmalarining muzlashga bardoshligini yo'qolishi degan xulosaga kelindi. Chunki ushbu kanallardagi sizot suvlarining sathi o'zgaruvchan bo'lib (1,7...2,8m), mineralizatsiya darajasi esa 0,6...1,1 g/l dan iborat.

Temir-beton qoplamalarida hosil bo'lgan darzlarning o'lchamlari 0,4 mm.gacha bo'lsa, ular o'zidan suv o'tkazmaydi, lekin darzlarni o'lchamlari 0,4 mm. dan katta bo'lgan hollarda temir-beton plitalar o'zidan suv o'tkazib yuboradi va qish oylarida betonning g'ovaklaridagi va kapilyarlaridagi erkin suvlarni muzlashi natijasida ichki zo'riqishlar hosil bo'lib, beton va temir-beton plitalarning buzilishi intensiv tus oladi. O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, beton qoplamalaridagi darzlar, yoriqlar va boshqa yemirilishlar turli sabablarga ko'ra yuzaga kelishi mumkin. Hozirgi kunda bunday sabablarning asosiy deb, beton tarkibidagi erkin suvlarni muzlashi, suv o'tkazmaslik xususiyatining pastligi, temperatura va namlik ta'siridagi deformatsiyalarni yuzaga kelishi hamda temir-beton qoplamalaridagi beton va armaturalarning korroziyasi deb qayd etilmoqda [6,7].



**2-rasm. Kanallarining temir-beton qoplamalaridagi asosiy texnik nuqsonlar:  
a – Hamdam kanalida; b – Do'stlik kanalida.**



Temir-beton qoplamalarida nisbatan katta o'lchamli yoriqlarni va yemirilishlarni hosil bo'lishi kanallardagi suvning ikki tomonlama filtrlanishiga sabab bo'ladi. Birinchisi, kanaldagi suv sathi yuqori bo'lgan hollarda gidrostatik bosim ostida birlamchi filtratsiya yuzaga keladi va kanalning foydali ish koeffitsiyentini pasayishiga olib keladi. Biroq, kanaldagi suv sathi pasaygan vaqtlarda kanal qirg'oqlaridagi sizot suvlarining sathi nisbatan yuqori bo'ladi va yuqorida qayd etilgan yoriqlardan suvning teskari filtratsiyasi jarayoni boshlanadi. Ushbu jarayon natijasida temir-beton qoplamaning orqa tomonidagi gruntlarda mexanik va kimyoviy suffoziyalarning jadalligi tobora ortib boradi. Ushbu holat temir-beton qoplamaning orqa tomonidagi tayanch yuzalarini vaqt sayin notekis kamayishiga sabab bo'ladi. Natijada yig'ma temir-beton qoplama plitalar joyidan qo'zg'alib, ularni buzilishiga olib keladi. Ana shunday hollarda kanallarning foydali ish koeffitsiyenti keskin kamayib ketadi. Ushbu salbiy holatni oldini olish uchun temir-beton qoplama plitalari orasidagi deformatsiya choklari ishonchli tarzda berkitilishi kerak.

Ushbu masalani ijobiy hal etish maqsadida yoriqlarni o'lchamlariga qarab ular maxsus sement qorishmalari yoki mayda donachali betonlar bilan to'ldirilishi kerak.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, agar darzlarning o'lchamlari 30 mm.dan kichik bo'lsa, maxsus gidroizalatsion xususiyatga ega bo'lgan sement-qum qorishmalari (1:3 nisbatda) bilan to'ldirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday qorishmani tayyorlash uchun M400 markadagi suv o'tkazmaydigan kengayuvchi sementdan, yiriklik miqdori  $M = 1,6$  bo'lgan kvarts qumidan va kimyoviy qo'shimcha sifatida "Bayskximstroyateriali" MCHJ tomonidan ishlab chiqilgan Antigidron – 2D markadagi kimyoviy qo'shimcha qo'llanildi [8]. Bunda sement-qum qorishmasini tayyorlashda sement massasiga nisbatan 0,4% miqdorda Antigidron – 2D qo'shimchasidan foydalanildi. U kukunsimon modda bo'lib, sement-qum qorishmasining suv o'tkazmasligini W2 dan W8 gacha, qorishmaning muzlashga bardoshligini F50 dan F250 gacha oshirdi. Qorishmani tayyorlashda uning qo'zg'aluvchanligi 7...8 sm atrofida qabul qilindi. Laboratoriya sharoitida qorishmani deformatsiya va qotish ko'rsatkichlari tekshirilganda: qotish muddatining boshlanishi 47 daqiqani, qotish muddatining tugashi esa 4 soat-u 17 daqiqani tashkil etdi. Qorishmaning mustahkamligi tabiiy sharoitda 40MPa dan iborat bo'ldi.

Antigidron – 2D kimyoviy qo'shimchasi tarkibida xlor moddasining yo'qligi armaturalarni korroziyalanishidan asrab, undan temir-beton qoplamalarini quyish va ta'mirlashda foydalanish imkonini beradi. Antigidron – 2D kimyoviy qo'shimchasi qo'shilgan qorishmalar yetarli darajada odgeziya xususiyatiga ega bo'lib, deformatsiya choklarini va kirishishlarini temir-beton plitalar bilan o'zaro birikish xususiyatlarini yaxshilaydi. Bunda odgeziya mustahkamligi 1,22...1,43 MPa ni tashkil etishi laboratoriya sharoitida aniqlandi.

**Xulosalar.** Kanallardagi suv resurslarini tejashga qaratilgan tadqiqot

natijalari bo'yicha quyidagi xulosalarni amalda qayd etish mumkin:

1. Sug'orish tarmoqlaridagi kanallarni qurishda yoki amaldagi kanallarni rekonstruksiyalash va ta'mirlash ishlarini bajarishda har bir kanalning bo'ylama o'qi bo'yicha yerlarning gidro-geologik ko'rsatkichlari to'liq o'rganilishi kerak.

2. Kanal trassasi bo'yicha qumli va qumloq yerlardan o'tadigan kanalning alohida qismlari belgilanib, filtratsiyaga qarshi konstruktiv va texnologik chora-tadbirlar qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

3. Kanallarda filtratsiyaga qarshi beton va temir-beton qoplamalarini quyishda yoki temir-beton plitalarini joylashtirishda deformatsiya choklari to'g'ri belgilanishi lozim.

4. Deformatsiya choklarini to'ldirishda yoki plitalardagi yoriqlarni berkitishda ularning o'lchamlariga asoslangan holda sement qorishmalarini yoki mayda donachali beton qorishmalarining tarkibi to'g'ri ta'minlanishi kerak.

5. Deformatsiya choklari yoki kirishish yoriqlarini berkitishda qo'llaniladigan sement qorishmalarini tayyorlashda Antigidron – 2D kimyoviy qo'shimchasidan sement massasiga nisbatan 0,4% miqdorda foydalanish, sement qorishmasining muzlashga bardoshlilikini F50 dan F250 gacha, suv o'tkazmasligini esa W2 dan W8 gacha oshirish imkonini beradi.

Yuqorida qayd etilgan chora-tadbirlar va tavsiyalarga rioya etilsa, kanal zaminidagi gruntlarni suffoziyadan asrashga, filtratsiyani kamaytirishga va natijada kanallardagi beton va temir-beton qoplamalarining xizmat muddatini oshirib, sug'orish tarmoqlaridagi resurslarni 15-20% ga tejash imkonini beradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. *O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi "O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash" to'g'risidagi PF 6024-son Farmoni // www.lex.uz.*
2. *O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi "Qishloq xo'jaligidagi yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF 5742-son Farmoni // www.lex.uz.*
3. *O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 29-noyabrdagi "Qishloq xo'jaligida suv resurslaridan oqilona foydalanish va suv yo'qotishlarni kamaytirish chora-tadbirlari"ga qaratilgan videoselektor yig'ilishi // www.president.uz.*
4. *Muslimov T.D., Vafojeva O.S., Hamidova D., Suyunov A. "Efficiency of canals in the irrigation system and the main factors affecting it" / Plenary session*

- of the VI annual International Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” CONMECHYDRO – 2024 <https://conmechhydro.tiame.uz/> April 25-27, 2024.
5. Muslimov T.D., Vafoeva O.S. “Kanallardagi asosiy suv yo‘qotishlar va ularga ta’sir etadigan omillar” // “Agro ilm”. – №4 (102). – 2024. 96-99 betlar.
  6. Xamidov M., Suvonov B., Xamroyev K. “G‘ozani sug‘orishda polimer komplekslar qo‘llash orqali suv resurslarini iqtisod qilish” // “Irrigatsiya va melioratsiya” ilmiy-amaliy jurnali. – №2 (12), 2018.
  7. Vafojev S.T., Vafojeva O.S., Vafojev R.S. “Gruntni zichlash texnologiyasining ilmiy asoslari”. – Monografiya. – Toshkent: TIQXMMI, 2020. – 128 bet.
  8. Sultanov T.Z., Vafojeva O.S. “Gruntlarni gidromexanik usulda zichlash texnologiyasini takomillashtirish”. Monografiya – Toshkent: “IMPRESS MEDIA”, 2022. – 94 bet.
  9. Vafoeva, O.S Hydromechanical method of soil compaction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 01206.
  10. Раждественский Е., Песков Е. Инженерное грунтоведение. – Т.: 1971, 65-66 стр.
  11. Батраков В.Г., Силина Е.С. Коррозионная стойкость бетонов. – М.: 1977, 4-11 стр.
  12. Стилеников В.В., Литвенова Р.Е. Трехнастойкость бетона. – М.: – 1982, 113 с.
  13. Шедрен В.Н., Колганов А.В., Касиченка Ю.М. Эксплуатационная надежность строительных систем. – Ростов на-Дону: Изд.СКНЦВШ, 2004.
  14. Волусухин В.А., Бандаренко В.Л., Слистунов Ю.А. «Безопасность гидротехнических сооружений». – М., 2001.
  15. Федров В.М. Оценка надёжности водопроводящей сети оросительных систем // Научный журнал Куб ГАУ. – 2011. – №65. – 10 с.
  16. Федров В.М., Васильсева Е.В., Яковянки Е.А. Безопасные и надежные сооружения водохозяйственных систем укатанных бетонов. – М., 2019.
  17. [www.antigidron.ru](http://www.antigidron.ru).

## MURAKKAB ELEKTR ENERGETIKA TIZIMLARIDA KICHIK TEBRANISHLARNI TAHLIL ETISH

Toxir MAXMUDOV

"Islom Karimov nomidagi  
Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti

**Annotatsiya:** Maqolada statik turg'unlikni tadqiq etishni amalga oshirish imkonini beruvchi ko'p mashinali elektr energetika tizimining matematik modeli ishlab chiqilgan. Uch generatorli rostlanadigan elektr tizimining statik turg'unligini hisob-kitobi amalga oshirildi. Natijada, o'rganilayotgan tizimning xarakteristik tenglamasi ildizlarining qiymatlari hisoblab chiqildi. Olingan natijalar klassik tadqiqotlar natijalari bilan sifat jihatidan mos keladi, bu taklif qilingan modelning adekvatligi va real tizimda sodir bo'layotgan dinamik jarayonlarning to'g'ri aks ettirilishi natijasidir.

**Kalit so'zlar:** elektr energetika tizimi, o'tkinchi jarayonlar, qo'zg'atishni avtomatik rostlagich, matritsa spektri, rejim parametrlari.

### АНАЛИЗ МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ В СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Toxir MAXMUDOV

Доцент Ташкентского государственного  
технического университета имени Ислама  
Каримова

**Аннотация:** В статье разработана математическая модель многомашинной электроэнергетической системы, позволяющая проводить исследования статической устойчивости. Проведен расчет статической устойчивости регулируемой трехгенераторной энергосистемы. В результате были рассчитаны значения корней характеристического уравнения исследуемой системы. Полученные результаты качественно согласуются с результатами классических исследований, что является следствием адекватности предложенной модели и правильного отражения динамических процессов, происходящих в реальной системе.

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система, переходные процессы, автоматический регулятор возбуждения, матричный спектр, параметры режима.

### INCREASING THE EFFICIENCY OF IRON- CONCRETE COATINGS IN SAVING WATER RESOURCES IN CANALS

Tokhir MAKHMUDOV

Associate Professor of the Tashkent  
State Technical University named after  
Islam Karimov

**Abstract:** The article develops a mathematical model of a multi-machine electric power system, allowing to conduct studies of static stability. The calculation of static stability of a regulated three-generator power system is carried out. As a result, the values of the roots of the characteristic equation of the system under study were calculated. The obtained results are in qualitative agreement with the results of classical studies, which is a consequence of the adequacy of the proposed model and the correct reflection of the dynamic processes occurring in the real system.

**Key words:** electric power system, transient processes, automatic excitation controller, matrix spectrum, mode parameters.

### Kirish.

Zamonaviy elektr tizimlarining ortib borayotgan murakkabligi, ularning tarkibiga raqamli va mantiqiy boshqaruv qurilmalarining kiritilishi elektr tizimlarining rejimlarini aniq va chuqur o'rganishni talab qiladi. Ushbu muammoni matritsali usullar yordamida muvaffaqiyatli hal qilish mumkin. Maqolada generatorlarning absolyut burchaklari asosida elektr tizimining

matritsa modeli taklif etilgan bo'lib, bu muammoning dolzarbligini va uni hal qilish usulini ta'kidlaydi.

**Murakkab elektr tizimidagi o'tkinchi jarayonlarning matematik modeli.** Ushbu model elektr energetika tizimining (EET) i-chi agregatining validagi momentlar (kuchlar) muvozanatini hisobga olgan holda elektr tizimidagi o'tkinchi jarayonni tavsiflaydi va quyidagi shaklga ega [1]:

$$\frac{d^2 \delta_i}{dt^2} = \frac{\omega_0}{T_{ji}} [P_{\dot{\alpha}} - P_{Gi}], \quad (1)$$

bu yerda  $\omega_0$  – sinxron burchak chastotasi;  $T_{ji}$ ,  $\delta_i$ ,  $P_{Ti}$ ,  $P_{Gi}$  – mos ravishda i-chi agregatning inersiya doimiysi, i-chi generatorning yuklanish burchagi, i-chi turbinaning mexanik quvvati, i-chi sinxron generatorning elektromagnit quvvati.

Pozitsion idealizatsiyadagi i-chi sinxron generatorning elektromagnit quvvat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega [2]:

$$P_{Gi} = E_i^2 y_{ii} \sin \alpha_{ii} + \sum_{j=1, j \neq i}^n E_i E_j y_{ij} \sin(\delta_{ij} - \alpha_{ij}), \quad (2)$$

bu yerda  $E_i$ ,  $E_j$  – i-chi va j-chi sinxron generatorlarning elektr yurutuvchi kuchi (e.yu.k);  $y_{ii}$ ,  $y_{ij}$  – tarmoqning ichki va o'zaro o'tkazuvchanliklari;  $\alpha_{ii}$ ,  $\alpha_{ij}$  – qo'shimcha burchaklar.

(2) chi tenglama nochiziqli xisoblanadi, chunki tenglamaning tashkil etuvchilari sinusoidal funktsiya shaklida transsendent. Shuning uchun, EETning kichik tebranishlarini o'rganishda Teylor qatoriga yoyishi va ba'zi trigonometrik ifodalar qo'llaniladi, bu  $P_0$  rejimining boshlang'ich nuqtasida (2) birlikning chiziqli bo'lmagan differentsial tenglamasini chiziqlashtirishga imkon beradi (P-rejim parametri: quvvat, kuchlanish va boshqalar), bu elektr tizimining statik turg'unligini o'rganishni soddalashtiradi. Bu holatda qo'llaniladigan kichik tebranishlar usuli, elektr tizimidagi kichik turtkilar bilan  $P=P_0 \pm \Delta P$  og'ishlarni qabul qiladigan ish parametrlari kichik qiymatlarga o'zgarishi haqidagi farazga asoslanadi [3].

Transsendent funktsiyalar har qanday i va j uchun quyidagi ifodalar yordamida chiziqlashtiriladi [4]:

$$\delta_{ij} = \delta_i - \delta_j, \quad \delta_i = \delta_{i0} + \Delta \delta_i, \quad \delta_j = \delta_{j0} + \Delta \delta_j, \quad (3)$$

va undan keyin

$$\begin{aligned} \sin(\delta_{ij} - \alpha_{ij}) &= \sin[(\delta_{i0} + \Delta\delta_i) - (\delta_{j0} + \Delta\delta_j) - \alpha_{ij}] = \\ &= \sin[(\Delta\delta_i - \Delta\delta_j) + (\delta_{i0} - \delta_{j0} - \alpha_{ij})] = \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{bu yerda } \beta_{ij} = \delta_{i0} - \delta_{j0} - \alpha_{ij},$$

Shuni ta'kidlash kerakki, (4) tenglamasini olishda aniq ifodalar ishlatilgan:

$$\sin(\Delta\delta_i - \Delta\delta_j) \cong (\Delta\delta_i - \Delta\delta_j) \text{ \& } \cos(\Delta\delta_i - \Delta\delta_j) \cong 1,$$

generator yuklama burchaklarining kichik og'ishlari uchun amal qiladi.

(3), (4) ni hisobga olgan holda (2) o'zgarishlardan so'ng (1) tenglama quyidagi shaklni oladi:

$$\frac{d^2\delta_i}{dt^2} = \frac{\omega_0}{T_{ji}} [P_{Ti} - (E_i^2 y_{ii} \sin \alpha_{ii} - \sum_{j=1, j \neq i}^n b_{ij} \Delta\delta_j + b_{ii} \Delta\delta_i + c_{ij})], \quad (5)$$

va boshlang'ich rejim parametrlarini va nisbatni hisobga olgan holda, natijada, og'ishlarda differentsial tenglamaga olib keladi [5]:

$$\frac{d^2\Delta\delta_i}{dt^2} = \frac{\omega_0}{T_{ji}} [ \sum_{j=1, j \neq i}^n b_{ij} \Delta\delta_j - b_{ii} \Delta\delta_i ], \quad (6)$$

$$b_{ij} = a_{ij} \cos \beta_{ij}, \quad a_{ij} = E_i E_j y_{ij}, \quad b_{ii} = \sum_{j=1, j \neq i}^n b_{ij}, \quad c_{ij} = \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij} \sin \beta_{ij},$$

$$\text{bu yerda } P_{Ti} - (E_i^2 y_{ii} \sin \alpha_{ii} + c_{ij}) = 0.$$

i-sinxron generator rotorining dempfer berklarini hisobga olgan holda, (6)chi tenglama quyidagi shaklni oladi:

$$\frac{d^2\delta_i}{dt^2} = \frac{\omega_0}{T_{ji}} [ \sum_{j=1, j \neq i}^n b_{ij} \Delta\delta_j - b_{ii} \Delta\delta_i - P_{di} \frac{d\Delta\delta_i}{dt} ], \quad (7)$$

bu yerda  $P_{di}$  – i-generatorning umumlashtirilgan dempfer momentining koeffitsienti.

E.yu.k ning og'ishini hisobga olgan holda. i-sinxron generatorning (7) tenglamasi shaklini oladi [6]:



$$\frac{d^2\delta_i}{dt^2} = \frac{\omega_0}{T_{ji}} \left[ \sum_{j=1, j \neq i}^n b_{ij} \Delta\delta_j - b_{ii} \Delta\delta_i - P_{di} \frac{d\Delta\delta_i}{dt} - \frac{dP_i}{dE_{qi}} \Delta E_{qi} \right]. \quad (8)$$

(8)chi tenglamaning o'ziga xos xususiyati shundaki, u tizim generatorlarining nisbiy burchaklariga nisbatan hisob qilinadi va, masalan, uch generatorli elektr tizimi uchun quyidagi shaklga ega [7]:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\Delta\delta_1}{dt^2} &= \frac{\omega_0}{T_{j1}} [-b_{11}\Delta\delta_1 + b_{12}\Delta\delta_2 + b_{13}\Delta\delta_3 - P_{d1} \frac{d\Delta\delta_1}{dt} - \frac{dP_1}{dE_{q1}} \Delta E_{q1}], \\ \frac{d^2\Delta\delta_2}{dt^2} &= \frac{\omega_0}{T_{j2}} [b_{21}\Delta\delta_1 - b_{22}\Delta\delta_2 + b_{23}\Delta\delta_3 - P_{d2} \frac{d\Delta\delta_2}{dt} - \frac{dP_2}{dE_{q2}} \Delta E_{q2}], \\ \frac{d^2\Delta\delta_3}{dt^2} &= \frac{\omega_0}{T_{j3}} [b_{31}\Delta\delta_1 + b_{32}\Delta\delta_2 - b_{33}\Delta\delta_3 - P_{d3} \frac{d\Delta\delta_3}{dt} - \frac{dP_3}{dE_{q3}} \Delta E_{q3}]. \end{aligned} \quad (9)$$

Og'ishlardagi i-sinxron mashinaning qo'zg'atish zanjirida elektromagnit o'tkinchi jarayonlarning tenglamalari quyidagi ko'rinishga ega [8-10]:

$$T_{di}' \frac{d\Delta E_{qi}}{dt} = \Delta E_{qi} - \Delta E_{qei}, \quad (10)$$

$$T_{ei}' \frac{d\Delta E_{qei}}{dt} = \Delta U_{QARi} - \Delta E_{qei}, \quad (11)$$

$$T_{pi}' \frac{d\Delta U_{QARi}}{dt} = \Delta e_i - \Delta U_{QARi}, \quad (12)$$

bu yerda  $T_{di}'$ ,  $T_{ei}'$ ,  $T_{pi}'$  - mos ravishda qo'zg'atish cho'lg'amining o'tkinchi vaqt doimiysi, qo'zg'atgichning vaqt doimiysi, avtomatik qo'zg'atish rostlagich (QAR) vaqt doimiysi;

$\Delta E_{qi}$ ,  $\Delta E_{qei}$ ,  $\Delta U_{QARi}$  - sinxron, majburiy e.yu.k. ning og'ishlari. va mos ravishda avtomatik qo'zg'atish rostlagichining chiqishidagi kuchlanish. QAR kanallari orqali  $\Delta e_i$  signallarining ideallashtirilgan shaklda shakllanishi (agar QAR ning differensial elementlarining doimiy vaqtlari nolga teng deb hisoblansa) quyidagicha ifodalanishi mumkin [11]:

$$\Delta e = \sum_1^k \left( k_{0Pk} \Delta P_k + k_{1Pk} \left( \frac{d\Delta P_k}{dt} \right) + k_{2Pk} \left( \frac{d^2\Delta P_k}{dt^2} \right) \right), \quad (13)$$

bu yerda  $k_{0Pk}$ ,  $k_{1Pk}$ ,  $k_{2Pk}$  - og'ish kanallari uchun QAR kuchaytirish koefitsientlari, rejim parametrlarining birinchi va ikkinchi hosilalari  $\Delta P_k$ , mos ravishda, k - sozlanish rejim parametrlari soni.

(7) va (8) tenglamalarning afzalligi ularning nisbiy burchaklariga ( $\Delta\delta_{ij}$ ) emas, balki generatorlarning absolyut yuklama burchaklarining ( $\Delta\delta_i$ ) og'ishlariga bog'liqligidir, bu esa hisoblash qulayligini ta'minlaydi, chunki bu tenglamalar tugun kuchlanish tenglamalari bilan birlashtirilishi mumkin va ularning yechimlari absolyut burchaklarning qiymatlarini beradi [12].

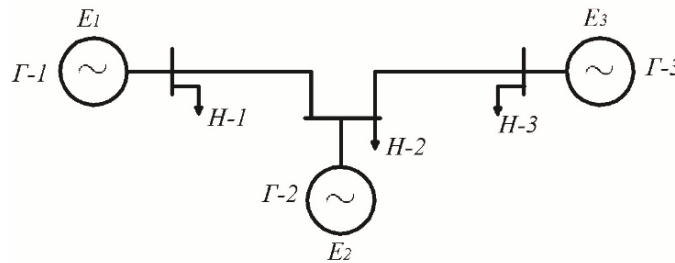
Rejim parametrlarining kichik turtkilariga tegishli (1)-(13) o'zgartirishlaridan so'ng kuch ta'sirli QAR ga ega bo'lgan n ta generatorli elektr tizimining dinamikasi uchun o'lchamdagi ( $4n \times 4n$ ) umumlashtirilgan  $A_\Sigma$  blokli matritsasi olish mumkin [1]:

$$A_\Sigma = \begin{bmatrix} 0_{n \times n} & I_{n \times n} & 0_{n \times n} & 0_{n \times n} \\ A_{21(n \times n)} & A_{22(n \times n)} & A_{23(n \times n)} & 0_{n \times n} \\ 0_{n \times n} & 0_{n \times n} & A_{33(n \times n)} & A_{34(n \times n)} \\ A_{41(n \times n)} & A_{42(n \times n)} & 0_{n \times n} & A_{42(n \times n)} \end{bmatrix}. \quad (14)$$

$A_\Sigma$  matritsasining tashkil etuvchilari [2] da aniqlangan. Bunday holda, elektr tizimining rejimining parametrlarini o'z ichiga olgan rejim parametrlarining ustun vektori quyidagi shaklga ega:

$$x = [\Delta\delta_1 \dots \Delta\delta_n \ ; \ \Delta\dot{\delta}_1 \dots \Delta\dot{\delta}_n \ ; \ \Delta\dot{E}_{q1} \dots \Delta\dot{E}_{qn} \ ; \ \Delta\dot{E}_{qe1} \dots \Delta\dot{E}_{qen}]^T. \quad (15)$$

Masalan, uch generatorli EET uchun (1-rasm), kuch ta'sirli QAR kuchlanish va generatorlarning yuklama burchagi ( $\Delta\delta_i$ ,  $\Delta U_{\Gamma i}$ ), shuningdek, ularning birinchi hosilalari ( $\Delta\dot{\delta}_i$ ,  $\Delta\dot{U}$ ) dagi og'ishlarga reaksiya beradi degan farazda



1-rasm. Uch generatorli elektr tizimining sxemasi

i-chi generator uchun QARning tenglamasi quyidagi shaklga ega:

$$\Delta U_{QARi} = k_{0\delta} \Delta\delta_i + k_{1\delta} \frac{d\Delta\delta_i}{dt} + k_{0UGi} \Delta U_{Gi} + k_{1UGi} \frac{d\Delta U_{Gi}}{dt}, \quad (16)$$

bu yerda  $i=1 \div 3$ , va avtomatik rostlagichning vaqt doimiysi hisobga olinmaydi ( $T_{pi}=0$ ). Bunday holda,  $A_\Sigma$  matritsasi quyidagi ko'rinishni oladi [2]:

$$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline -\omega_{11} & \omega_{12} & \omega_{13} & 0 & 0 & 0 & \frac{dP_1}{dE_{q1}} \frac{\omega_0}{T_{j1}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \omega_{21} & -\omega_{22} & \omega_{23} & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{dP_2}{dE_{q2}} \frac{\omega_0}{T_{j2}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \omega_{31} & \omega_{32} & -\omega_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{dP_3}{dE_{q3}} \frac{\omega_0}{T_{j3}} & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{T_{d1}} & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{d1}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{T_{d2}} & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{d2}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{T_{d3}} & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{d3}} \\ \hline \frac{k_{0\sigma 1}}{T_{e1}} & 0 & 0 & \frac{k_{1\sigma 1}}{T_{e1}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{e1}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{k_{0\sigma 2}}{T_{e2}} & 0 & 0 & \frac{k_{1\sigma 2}}{T_{e2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{e2}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{k_{0\sigma 3}}{T_{e3}} & 0 & 0 & \frac{k_{1\sigma 3}}{T_{e3}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{T_{e3}} \end{bmatrix} \quad (17)$$

EET rejimi parametrlarining holat fazosining ustun vektori:

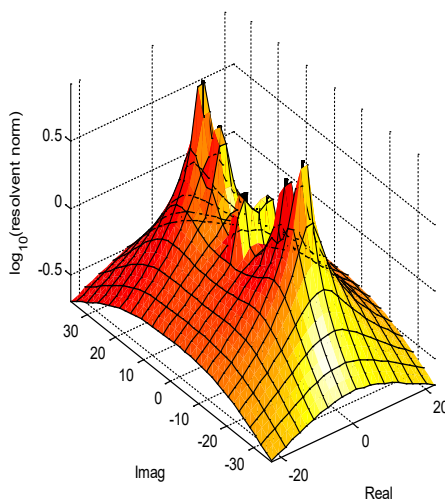
$$x = [\Delta\delta_1 \ \Delta\delta_2 \ \Delta\delta_3 \ \Delta\dot{\delta}_1 \ \Delta\dot{\delta}_2 \ \Delta\dot{\delta}_3 \ \Delta\dot{E}_{q1} \ \Delta\dot{E}_{q2} \ \Delta\dot{E}_{q3} \ \Delta\dot{E}_{qe1} \ \Delta\dot{E}_{qe2} \ \Delta\dot{E}_{qe3}]^T.$$

Ko‘rib turganimizdek, 3ta generatordan iborat elektr tizimi dinamikasining umumlashtirilgan  $A_3$  matritsasi tizim rejimi va mashina qo‘zg‘atishini avtomatik rostdash parametrlaridan hosil bo‘ladi, shuning uchun u ushbu EETdagi o‘tkinchi jarayonlarni to‘liq tavsiflaydi.  $A_3$  matritsasi kam to‘ldirilgan bo‘lib, bu n ta generatorni o‘z ichiga olgan murakkab tizim uchun ham xosdir, shuning uchun bu fakt EETning hisoblash va eksperimental tadqiqotlarida taklif qilingan matematik modelning hisoblash afzalliklarini aniqlaydi.

**Misol.** Misol tariqasida, birinchi generatorning QAR kuchaytirish koefficientlari  $k_{0\sigma 1}=18.75$ ,  $k_{1\sigma 1}=3.75$ , vaqt doimiysi  $T_{e1}=0,5$  s bo‘lgan uch generatorli elektr tizimining dinamikasi matritsasi (17)  $A_3$  ni ko‘rib chiqaylik va qolgan generatorlarning QAR kanallari uzilgan deb hisoblaymiz. Hisoblash natijasi quyida ko‘rsatilgan.

$$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -235.3565 & 155.8297 & 99.8200 & 0 & 0 & 0 & -0.4167 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 104.5232 & -120.3483 & 51.6890 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.5214 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 50.6447 & 39.2440 & -94.1103 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.5844 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.25 & 0 & 0 & -1.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.4286 & 0 & 0 & -1.4286 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.6667 & 0 & 0 & -1.6667 \\ 20 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2.2222 \end{bmatrix}$$

Tanlangan rejim va tizim parametrlari bilan uch generatorli EET  $A_3$  o'z dinamikasi matritsasining spektri:  $-0,0012 \pm 17,9944i$ ;  $-0,0001 \pm 11,9462i$ ;  $4.1082$ ;  $-4,0995$ ;  $-1,9571$ ;  $1.2009$ ;  $1,4286$ ;  $1,6667$ ;  $-2,5$ ;  $-2.2222$ ga teng va uning 3D vizualizatsiyasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Elektr tizimi noturg'un. Generatorlarning burchagi va kuchlanishining og'ishi va birinchi hosilasi asosida qolgan generatorlarning QAR tizimlarini kiritish o'rganilayotgan tizimning turg'unligini ta'minlashi mumkin.



**2-rasm.**  $A_3$  Gurvits matritsasi bilan uch generatorli elektr tizimining spektrining 3D vizualizatsiyasi

**Xulosa.** Murakkab elektr tizimlarining dinamik xususiyatlari oddiy EET xususiyatlaridan sezilarli darajada farq qilishi mumkin, bu ko'plab to'liq miqyosli va namunaviy tajribalar, hisoblash va eksperimental tadqiqotlar bilan tasdiqlangan [3, 4]. Ko'p mashinali elektr tizimida boshqaruv moslamalarining parametrlarini tanlash eng oddiy EETga qaraganda ancha murakkab. Shuning uchun, qoida tariqasida, ko'p mashinali EET holatida

bitta generator yoki bitta stantsiya sozlanishi hisoblanadi va ularning QAR parametrlari belgilangan vazifa asosida aniqlanadi – tebranishlarni soʻndirish, zarur turgʻunlik zaxirasini taʼminlash, va boshqa stansiyalar generatorlarining QAR parametrlari butun tizimning turgʻunligini taʼminlash va rejim parametrlarining mumkin boʻlgan tebranishlarini kamaytirish zaruratidan kelib chiqqan holda tanlanadi. Shuning uchun boshqa generatorlarning QAR ni joriy qilish keyingi tadqiqotlar mavzusi boʻlgan nazorat parametrlarini (sintez) tanlash boʻyicha qoʻshimcha tadqiqotlarni talab qiladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI

1. Allaev K.R., Mirzabaev A.M. *Matrichnie metodi analiza malix kolebaniy elektricheskix system [Matrix methods for the analysis of small oscillations of electrical systems]*, Fan va texnologiya, Tashkent, 2016 (in Russian).
2. Chitara D., Niazi K.R., Swarnkar A. and Gupta N. *Cuckoo Search Optimization Algorithm for Designing of a Multimachine Power System Stabilizer // in IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 54, no. 4, pp. 3056-3065, July-Aug. 2018, doi: 10.1109/TIA.2018.2811725.
3. Kundur P. *Power System Stability and Control*, McGraw-Hill, Inc., 1994, 1176 p.
4. Allaev K., Makhmudov T.: *Research of small oscillations of electrical power systems using the technology of embedding systems. Electrical Engineering 102(1)*, 309–319 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00202-019-00876-9>
5. Gu W. *Commissioning generator AVR, PSS and model validation // 2015 IEEE 28th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, 2015, pp. 669-673, doi: 10.1109/CCECE.2015.7129354.
6. Anderson P.M., Fouad A.A. *Power System Control and Stability*, 2nd edition. — Wiley, 2002. — 672 p.
7. Allaev K., Makhmudov T.: *Analysis of small oscillations of complex electrical systems. Rudenko International Conference “Methodological problems in reliability study of large energy systems” (RSES 2020)*, vol. 216, pp. 1–4. E3s Web of Conferences (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601097>
8. Misrikhanov, M.Sh., Sitnikov, V.F., and Sharov, Yu.V., *Optimal controllers based on FACTS devices intended for decentralized control of integrated large electrical power systems*, *Russ. Electr. Eng.*, 2008, vol. 79, no. 2, pp. 104–110.
9. Gadjiev M.G., Misrikhanov M.Sh., Ryabchenko V.N., Sharov Yu.V. *Matrichnie metodi analiza i upravleniya perexodnimi protsessami v elektroenergeticheskix sistemax [Matrix methods for analysis and management of transient processes in electric power systems]*, Publishing house MEI, Moscow, 2019 (in Russian).

10. Jagatheesan K., Anand B., Samanta S., Dey N., Ashour A.S. and Balas V.E. 2019 *Design of a proportional-integral-derivative controller for an automatic generation control of multi-area power thermal systems using firefly algorithm*, *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, Vol. 6, No. 2, pp 503–515. <https://doi: 10.1109/JAS.2017.7510436>.
11. Köse E. *Optimal Control of AVR System With Tree Seed Algorithm-Based PID Controller*, *IEEE Access*, Vol. 8, pp 89457-89467, 2020. <https://doi: 10.1109/ACCESS.2020.2993628>.
12. Cojuhari I., Fiodorov I., Izvoreanu B. and Moraru D. *Synthesis of PID Controller for the Automatic Control System with Imposed Performance based on the Multi-Objective Genetic Algorithm*, *International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE)* pp 598–603, 2020. <https://doi: 10.1109/EPE50722.2020.9305638>.
13. Hasanien H.M. *Design Optimization of PID Controller in Automatic Voltage Regulator System Using Taguchi Combined Genetic Algorithm Method*, *IEEE Systems Journal*, Vol. 7, No. 4, pp 825-831, 2013. <https://doi: 10.1109/JSYST.2012.2219912>.
14. Hassan L.H., Moghavvemi M., Almurib H.A. and Muttaqi K.M. *A Coordinated Design of PSSs and UPFC-based Stabilizer Using Genetic Algorithm*, *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol. 50, No. 5, pp 2957-2966, 2014. <https://doi: 10.1109/TIA.2014.2305797>.



## КОНУССИМОН ҲАВЗА ГЕОМЕТРИЯСИНИНГ ГРАВИТАЦИОН ГИРДОБЛИ МИКРОГИДРОЭЛЕКТР СТАНЦИЯСИ САМАРАДОРЛИГИГА ТАЪСИРИ

<b>Абдушоҳид МАМАДЖАНОВ</b>	Наманган муҳандислик-қурилиш институти доценти, PhD
<b>Жамшид АКМАЛОВ</b>	Фарғона политехника институти таянч докторанти
<b>Дониёр МУМИНОВ</b>	Наманган муҳандислик-қурилиш институти магистранти

**Аннотация.** Микрогидроэнергетика узоқ ҳудудларда асосий электр тармоқдан ажралган ҳолда электр энергия ишлаб чиқарувчи истиқболли муқобил энергия манбаси ҳисобланади. Ушбу тадқиқот ишида паст босимли сув оқимлари учун самарали ечим бўлган гравитацион гирдобли микро гидро-электр станцияси конуссимон ҳавзасининг мақбул геометриясини аниқлаш орқали самарадорлигини ошириш таҳлили келтирилган. Ҳавза геометрияси бевосита гирдоб баландлиги, гирдоб марказида тўлиқ ҳаво уюрмасини шаллантириш, гирдоб тангенциал тезлигининг юқори қийматига эришиш ва шу билан бирга самарадорлигига таъсир этувчи асосий параметр ҳисобланади. Конуссимон ҳавза геометрияси бўйича таҳлиллар SOLIDWORKS дастурининг Flow Simulation пакети ёрдамида амалга оширилди.

Мазкур тадқиқот ишида конуссимон ҳавзанинг конус қисмини горизонталга нисбатан 0-45° бурчакларда ўзгартириш орқали ҳосил қилинган симуляцион модел гирдобининг тангенциал тезликлари аниқланган ва оғиш бурчагининг мақбул қиймати асосланган.

**Калит сўзлар:** гравитацион гирдобли микрогидроэлектростанция, қайта тикланувчи энергия, конуссимон ҳавза, ҳавза геометрияси, оғиш бурчаги, Flow Simulation, ҳаво уюрмаси, гидроэнергетик потенциал.

<p><b>ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ КОНУСООБРАЗНОГО БАСЕЙНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРАВИТАЦИОННОЙ ВИХРЕВОЙ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ</b></p> <p><b>Абдушоҳид МАМАДЖАНОВ</b> Доцент Наманганского инженерно-строительного института, PhD</p> <p><b>Жамшид АКМАЛОВ</b> Докторант Ферганского политехнического института</p> <p><b>Дониёр МУМИНОВ</b> Магистрант Наманганского инженерно-строительного института</p>	<p><b>THE INFLUENCE OF CONICAL BASIN GEOMETRY ON THE EFFICIENCY OF A GRAVITATIONAL VORTEX MICRO-HYDROELECTRIC POWER PLANT</b></p> <p><b>Abdushokhid MAMADJANOV</b> Associate Professor of the Namangan Engineering and Construction Institute, PhD</p> <p><b>Jamshid AKMALOV</b> Doctoral student of the Fergana Polytechnic Institute</p> <p><b>DONIYOR MUMINOV</b> Master of Namangan Engineering-Construction Institute</p>
--	--

**Аннотация:** Микрогидроэнергетика является перспективным источником альтернативной энергии, вырабатывающей электроэнергию в отдаленных районах с отключением от основной электросети. В данной исследовательской работе представлен анализ повышения эффективности гравитационной водоворотной микрогидроэлектростанции путем определения оптимальной геометрии конического бассейна, являющегося эффективным решением для низконапорных водотоков. Геометрия бассейна является основным параметром, непосредственно влияющим на высоту вихря, полный вихрь воздуха в центре вихря, достижение высокого значения тангенциальной скорости вихря и одновременно на его эффективность. Анализы геометрии конического бассейна проводились с помощью пакета Flow Simulation программы SOLIDWORKS.

В данной исследовательской работе определены тангенциальные скорости вихря симуляционной модели, образованной путем изменения конической части конического бассейна под углами 0-45° к горизонтالي, и обосновано оптимальное значение угла отклонения.

**Ключевые слова:** гравитационная вихревая микрогидроэлектростанция, возобновляемая энергия, конусообразный бассейн, геометрия бассейна, угол наклона, Flow Simulation, воздушный вихрь, гидроэнергетический потенциал.

**Abstract:** Microhydropower is a promising source of alternative energy that generates electricity in remote areas disconnected from the main power grid. This research paper presents an analysis of improving the efficiency of a gravity vortex micro-hydroelectric power station by determining the optimal geometry of the conical basin, which is an effective solution for low-head watercourses. The basin geometry is the main parameter that directly affects the height of the vortex, the complete air core at the center of the vortex, the achievement of high tangential velocity of the vortex, and simultaneously its efficiency. Analysis of the conical basin geometry was conducted using the Flow Simulation package of the SOLIDWORKS program. In this research work, tangential velocities of the vortex of the simulation model formed by changing the conical part of the conical basin at an angle of 0-45° to the horizontal were determined and the optimal value of the deviation angle was substantiated.

In this research work, tangential velocities of the vortex of the simulation model formed by changing the conical part of the conical basin at an angle of 0-45° to the horizontal were determined and the optimal value of the deviation angle was substantiated.

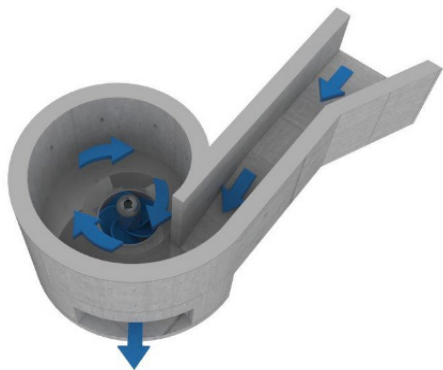
**Keywords:** gravity vortex micro-hydroelectric power station, renewable energy, conical basin, basin geometry, slope angle, Flow Simulation, air vortex, hydropower potential.

Жаҳон энергетика амалиётида ноанъанавий ва қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш кўламини кенгайтириш, углеводородли ёқилғи энергетик ресурсларни тежаш орқали глобал иқлим ўзгаришларини олдини олиш ва экологик мувозанатни барқарорлаштиришга қаратилган жумладан, кичик гидроэнергетикага оид илмий техник ишланмалар муҳим аҳамият касб этади. Шу жиҳатдан «2030 йилга бориб ривожланаётган мамлакатларда кичик энергетик тизимларнинг энергия таъминотидаги улушини 30-40 % га етказиш...» вазифалари белгиланган [1]. Бу борада жаҳон амалиётида кенг ривожланаётган марказлашган энергия таъминотидан ажралган, яқка ҳолдаги кичик энергетик тизимларлар учун энергия манбаси ҳисобланадиган қайта тикланувчан энергия манбаларидан, жумладан микрогидроэлектр станциялардан оқилона фойдаланиш юқори суръатларда ортиб бормоқда ва ўз навбатида мазкур соҳанинг ривожланишига катта эътибор қаратилмоқда [2].

Ҳозирги кунда Республикамиз иқтисодиётининг муҳим ва ажралмас тармоғи бўлган энергетика соҳасини тубдан ривожлантириш ва замонавий талаблар асосида соҳанинг техник

ва технологик даражасини янгилаш мақсадида 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепсия ишлаб чиқилган. Унга кўра мамлакатимиз гидроэнергетика соҳасида 62 та лойиҳа бўйича ишларни амалга ошириш режалаштирилган, шу жумладан, умумий қуввати 1537 МВт бўлган 35 та гидроэлектр станциялари қурилиши ва қуввати 186 МВт га оширилган 27 та гидроэлектр станцияларни модернизация қилиш мўлжалланган. Натижада, 2030 йилга келиб, ГЭСларнинг умумий қуввати 3785 МВтни ташкил қилиб, ишлаб чиқарилган электр энергияси ҳажми - 13,1 миллиард кВт соатни ташкил қилади [3].

Бугунги кунда кичик гидроэнергетика мамлакатлар энергия таъминотида муҳим ўринларни эгаллаётгани ва унинг катта гидроэнергетикага нисбатан афзалликлари халқаро миқёсда эътироф этилмоқда. Микрогидроэлектр станциялар 5 кВт дан 100 кВт гача қувват ишлаб чиқарувчи кичик ҳажмли гидроэнергетик тизим ҳисобланади. Умумий ҳолда микрогидроэнергетика тизимларига катта тўғонлар ёки сув омборлари керак эмас, балки дарё оқимлари, каналлар, сойлар ҳамда ирригация тармоқларининг гидроэнергетик потенциалидан самарали фойдаланиш имкониятининг мавжудлиги билан ажралиб туради [4].



**Расм-1. Гравитацион гирдобли микроГЭС.**

Бир қатор афзалликларга эга бўлган гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станцияси-муқобил ёки қайта тикланувчи энергия манбаси сифатида яшил технология ҳисобланади. Мазкур усулда электр энергия ишлаб чиқаришни илк бор 2003 йилда Австриялик ихтирочи олим Zotloeterer томонидан патентлаштирилган ва амалиётга жорий қилинган бўлиб, дарё ёки сойдан оқиб келаётган сувнинг бир қисмини бетон цилиндр ичига йўналтирилади [5]. Сув цилиндрга тушиб спиралсимон гравитацион гирдоб ҳосил қилади ва ўртада вертикал ўрнатилган турбина сув билан биргаликда ҳаракатланади. Гравитацион гирдоб билан биргаликда айланаётган турбина электр генераторга бириктирилган ва электр генератор механик айланма ҳаракатни электр энергиясига айлантиради. Юқоридаги 1-расмда гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станциянинг принципиал чизмаси келтирилган.

Мазкур гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станциясининг

самарадорлиги ҳавза параметрларига, гирдоб ҳовузининг дизайни ва парраклар конструкцияси каби кўплаб омилларга боғлиқ бўлади. Максимал самарадорликка эга бўлиш учун микрогидроэлектр станция шакли ва паррак профилини мос равишда оптимал лойиҳалаш керак бўлади [6]. Бундан ташқари, пўлат метали парракга нисбатан алюминийли парракларнинг самарадорлиги юқори эканлиги ҳамда, паррак баландлигининг рационал қиймати ҳавза баландлигининг 0,65 дан 0,75 улушида бўлиши тажрибалар орқали аниқланган [7].

Ҳавза дизайни ҳавза ичидаги гирдобни самарали ҳосил қилиш учун муҳим параметр ҳисобланади. Гирдоб ҳавзадаги сувнинг тангенциал ва радиал тезлигига, сув кириш йўлаги кенглиги ва баландлигига, сувнинг киришдаги дастлабки тезлигига бевосита боғлиқ бўлади. Олиб борилган тадқиқотларнинг аксарияти гидроэлектростанция самадорлигини ошириш учун ҳавза конструктив параметрларини мақбуллаштиришга қаратилган. Куйидаги 1-жадвалда мазкур тадқиқот иши бўйича дунё олимлари олиб борган йўналишлар ва олинган натижалар келтириб ўтилган.

**1-жадвал.**

Гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станциянинг конструктив параметрлари бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари

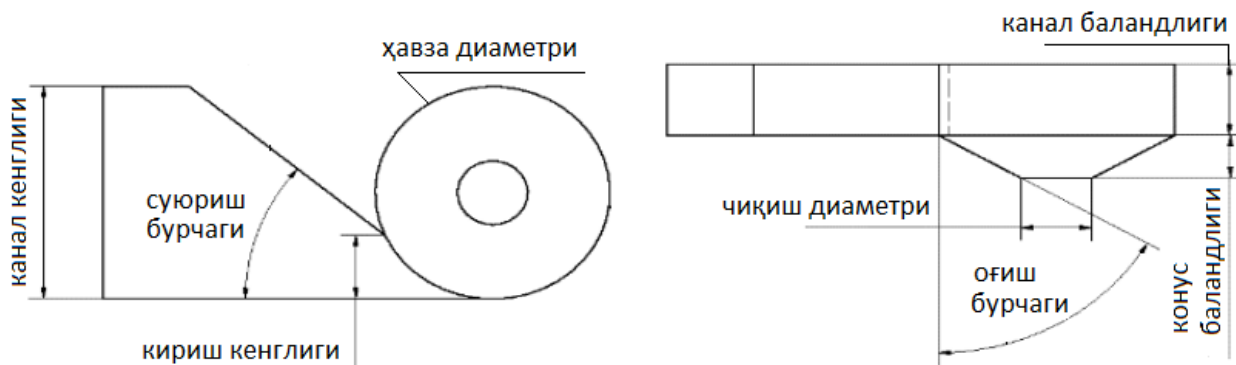
№	Муаллифлар	Тадқиқот методи	Тадқиқот параметрлари	Эришилган натижалар ва тавсиялар
1	2	3	4	4
Турбина параметрлари бўйича				
1	Rahman ва бошқалар [8]	Назарий	Турбиналарни ҳавза ичида жойлашуви бўйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гирдобнинг турли хил бурчак тезликлари аниқланган</li> <li>• Гирдоб баландлигининг гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станция куввати ва самарадорлигига таъсири ўрганилган</li> </ul>
2	Marian ва Sajin [9]	Назарий ва экспериментал	Турбиналарни ҳавза ичида жойлашуви бўйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Назарий ва экспериментал натижалар ўзаро мос келган</li> <li>• Турбина ҳавзанинг чиқиш туйнуги яқинига ўрнатилганда энг юқори самарадорликка эришган</li> </ul>

**1-жадвалнинг давоми**

	1	2	3	4
3	Aravind Venukumar [10]	Экспериментал	Турбина парраklarнинг конструкциялари буйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>•150 Вт дан юкори кувват олинган</li> </ul>
4	Mulligan бошқалар [11]	Экспериментал	Турбинанинг ҳолати буйича  Турбина парраklarнинг сони буйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Турбина ҳавзанинг чиқиш туйнуги яқинига ўрнатилганда энг юкори самарадорликка эришган</li> <li>•Турбина парраklари сони ортиши билан олинадиган кувват камайган</li> </ul>
5	Dhakar ва бошқалар [12]	Экспериментал	Турбинанинг ҳавзага жойлашуви буйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Турбина парраklarининг энг мақбул баландлиги ҳавза баландлигининг 65-75 % улушида эканлиги аниқланган</li> </ul>
6	Sritram ва бошқалар [13]	Экспериментал	Турбина парраklarининг материали буйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Алюминийдан ясалган турбина темирдан ясалган турбинага нисбатан самаралироқ эканлиги аниқланган</li> <li>•Энг юкори самара дорлик 35,79 % ни ташкил этган</li> </ul>
Ҳавза диаметри ва сув чиқиш туйнуги диаметрларининг ўзаро боғлиқлиги буйича				
7	Wanchat ва бошқалар [14]	Ansys CFD да симуляцион	Чиқиш туйнуги диаметрининг энг мақбул қийматини аниқлаш буйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Танланган моделнинг кувват буйича самара дорлиги 30 % ни ташкил этган</li> <li>•Сув чиқиш туйнуги диаметри ҳавза диаметр-рининг 14 дан 18 % гача улуш оралиғида максимал кувват олинган</li> </ul>
8	Singh ва бошқалар [15]	Экспериментал ва Ansys CFD да симуляцион	Турбина парраklarининг турли хил дизайнлари буйича	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Вертикал ўққа парраklar жойлашувининг энг мақбул ҳолатида 65 дан 75 % гача самарадорликка эришилган</li> <li>•Парраklarни лойиҳалашда горизонтал ва вертикал компонентларни эътиборга олган ҳолда математик модел яратилган</li> </ul>

Дунё олимлари томонидан олиб борилган рақамли ва экспериментал тадқиқот натижаларига қарамасдан, гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станциянинг ҳавза параметрлари ва парраklarининг ўлчамлари буйича ишлар охирига етказилмаган. Мазкур тадқиқот ишида гравитацион гирдобли микрогидроэлектр

станция ҳавзасининг конструктив параметрларини мақбуллаш орқали самарадорлигини ошириш мақсад қилиб олинди. Ҳавзанинг косуссимон қисми бўйича турли оғиш бурчакларида Flow Simulation ёрдамида симуляцион модел таҳлиллари ўрганилди. Қуйидаги 2-расмда гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станция ҳавзасининг геометрик параметрлари келтирилган.



Расм-2. Ҳавза геометрияси

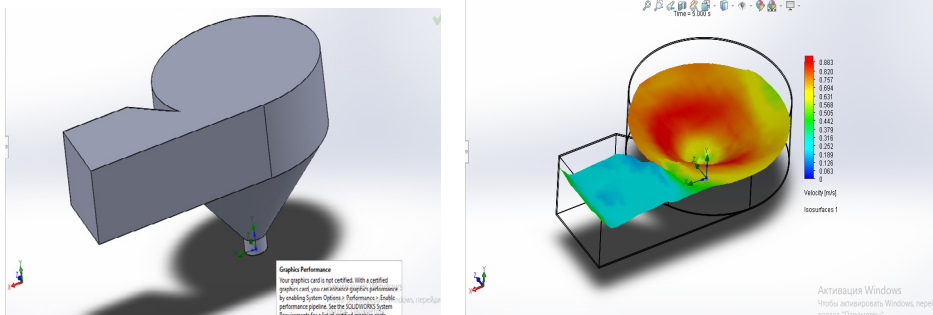
Тадқиқот ишида ҳавзанинг геометрик параметрлари бўйича қуйидаги 2-жадвалда келтирилган ўлчов қийматлари бўйича симуляцион моделлар қурилган.

**2-жадвал.** Ҳавзанинг геометрик ўлчамлари

Ҳавзанинг геометрик параметрлари	Ўлчов қийматлари
Канал кенглиги	600 мм
Канал баландлиги	200 мм
Суюриш бурчаги	45°
Кириш кенглиги	200 мм
Ҳавза диаметри	1000 мм
Оғиш бурчаги	5° - 45°
Чиқиш диаметри	80 мм

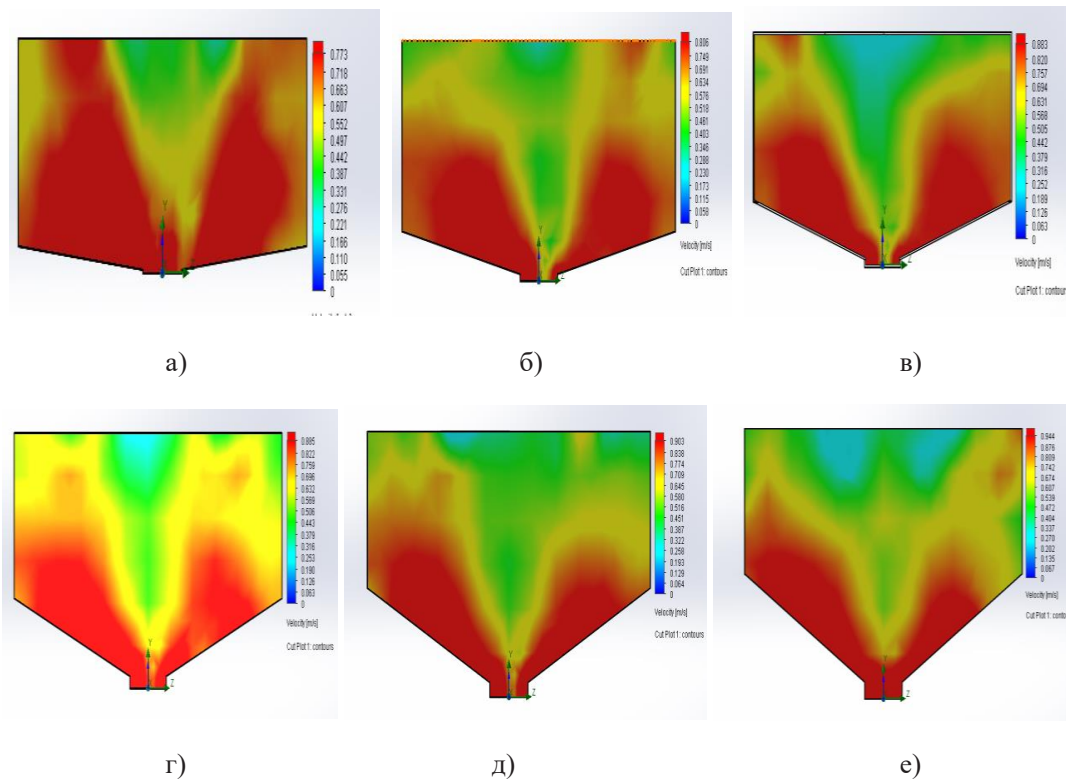
Келтирилган геометрик ўлчамлар бўйича SOLIDWORKS ёрдамида гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станциясининг 3-рсмда келтирилган симуляцион шакли ҳосил қилинди. Ҳавзага кирувчи сув миқдорини 0,001 м<sup>3</sup>/с ҳолатида ўзгармас катталиқда олинди.

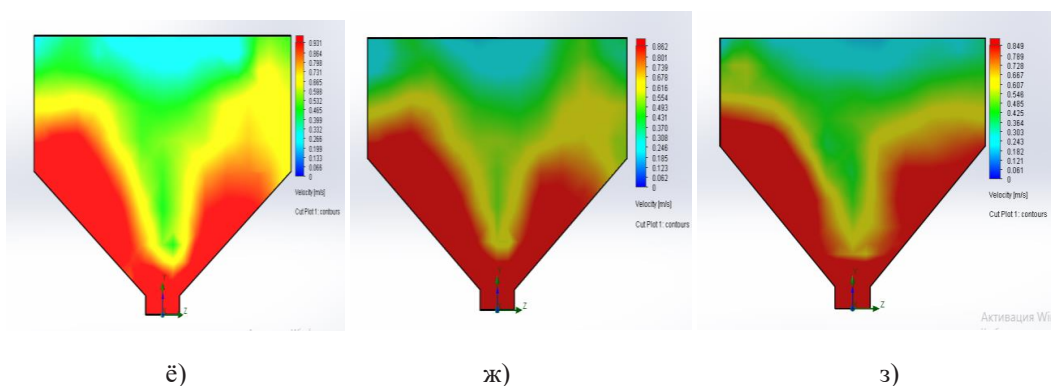




**Расм-3. Гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станцияси конуссимон ҳавзасининг симуляцион модели**

Ҳавза ичида ҳосил бўладиган гирдоб қуввати бевосита ҳавза параметрларига боғлиқ бўлади. Ҳавзанинг чиқиш диаметри ўзгармас ва конус қисми оғиш бурчагини  $5^\circ - 45^\circ$  қийматларида ўзгартириш орқали олинган симуляцион моделлар таҳлили ўтказилди. Бунда 9 ҳил ҳолатдаги конус қисмининг оғиш бурчагини ўзгариши натижасида олинган симуляцион моделлар қуйидаги 4-расмда келтирилган.





**Расм-4. Конуссимон ҳавзанинг оғиш бурчаги: а) 5°, б) 10°, в) 15°, г) 20°, д) 25°, е) 30°, ё) 35°, ж) 40°, з) 45 қийматларида олинган симуляцион моделлар.**

Ҳавзанинг геометрик параметрлари ўзгармас ҳолда олинди, конуссимон қисм оғиш бурчагини 5° интервалда ошириб бориш орқали гирдоб параметрлари аниқланди. Симуляцион модел таҳлиллари шуни курсатдики, ҳавза конуссимон қисмининг горизонталга нисбатан оғиш бурчагини 5° дан бошлаб ошириб борилганда 4-расмда кср-сатилганидек, ҳавза ичидаги сувнинг тангенциал тезлиги ва гирдоб баландлиги ортиб борди, оғиш бурчаги 30° га етганда кўрсаткичлар максимал қийматни ташкил этди. Конус оғиш бурчагини орттирилганда тангенциал тезлик ва гирдоб баландлиги камайиб борди. Олинган симуляцион моделларнинг геометрик параметрлари қуйидаги 3-жадвалда келтириб ўтилган.

№	Ҳавзанинг чиқиш диаметрини ва юқори диаметрига нисбати ўзгармас миқдори [d/D]	Ҳавза цилиндр қисмининг баландлиги h [мм]	Ҳавза конус қисмининг горизонталга нисбатан оғиш бурчаги [α°]	Ҳавзада ҳосил бўлган гирдобнинг тангенциал тезлиги [м/с]
1	0,14	200	5	0,773
2			10	0,806
3			15	0,883
4			20	0,885
5			25	0,903
6			30	0,944
7			35	0,931
8			40	0,862
9			45	0,849

Олиб борилган тадқиқот натижаларига кўра, гравитацион гирдобли микроГЭС энергия самарадорлиги геометрик параметрларига бевосита боғлиқ. Хусусан, конуссимон қисмининг горизонталга нисбатан оғиш бурчагига боғлиқ экан. Таҳлилларга асосан конуссимон қисм оғиш бурчагини 30° ҳолатида олинган симуляцион модел гирдобли-

нинг тангенциал тезлиги ва гирдоб баландлиги энг юқори қийматга эришди.

### Фойдаланилган манбалар

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022 — 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60 сон Фармони.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 22 августдаги “Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4422-сон қарори.
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 9 сентябрдаги “Энергия тежовчи технологияларни жорий қилиш ва кичик қувватли қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПФ-220-сон Фармони.
4. Мамаджанов А.Б.. Инновационный метод выработки электроэнергии с использованием гравитационной водоворотной турбины. НамМТИ илмий-техника журналы, махсус сон №1, 2019 234-238 бетлар.
5. Мамаджанов А.Б.. Гравитацион гирдобли микрогидроэлектростанция- муқобил ва қайта тикланувчи энергия манбаси сифатида. Ўзбекгидроэнергетика” илмий-техник журналы, 2020 йил №4, 12-13 бетлар.
6. Мамаджанов А.Б.. Гравитацион гирдобли микрогидроэлектр станция параметрларини тадқиқ қилиш. Энергия ва ресурс тежаш муаммолари журналы, 2020 йил, № 3-4.
7. Мамаджанов А.Б., Хуррамова З.Д., Абдуллажонов А.Ф. Особенности работы водоворотной турбины микро ГЭС “Талим сифатини оширишда инновацион таълим технологияларининг ўрни: муаммо ва ечимлар” мавзусида Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция материаллар тўплами Наманган-2019, 117-120 бетлар.
8. Rahman M. M., Tan J.H., Fadzlita M.T., Wan A.R. A Review on the Development of Gravitational Water Vortex Power Plant as Alternative Renewable Energy Resources. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Vols. 217-227 (2017) pp.
9. Marian M. G., Sajin T., and Azzouz A. “Study of micro hydropower plant operating in gravitational vortex flow mode,” Appl. Mech. Mater., vol. 371, pp. 601–605, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.371.601.
10. Venukumar A. “Artificial Vortex (ArVo) Power Generation- An Innovative Micro Hydroelectric Power Generation Scheme,” in Global Humanitarian Technology Conference: South Asia Satellite (GHTC-SAS) IEEE 53-57, 2013.

11. Mulligan S., Casserly J., Sherlock R. *Experimental and numerical modelling of free-surface turbulent flows in full air-core water vortices*, [in:] Gourbesville P., Cunge J., Caignaert G. [Eds], *Advances in Hydroinformatics*, pp. 549–569, Springer Singapore, Singapore, 2014.
12. Dhakal S. et al., “Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 48, no. September 2018, pp. 662–669, 2015.
13. Sritram P., Treedet W., and Suntivarakorn R., “Effect of turbine materials on power generation efficiency from free water vortex hydropower plant,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 103, no. 1, 2015, doi: 10.1088/1757-899X/103/1/012018.
14. Wanchat S, Suntivarakorn R. Sujin Wanchat, Tonmit Kitipong, and Pongpun Kayaniem, “A Parametric Study of Gravitational Water Vortex Power Plant,” *Advance Materials Research*, vol. 805-806, pp. 811-817, 2013.
15. Punit Singh and Franz Nestmann, «Experimental Optimization of a free Vortex propeller runner for micro hydro application,» *Experimental Thermal and Fluid Science*, vol. 33, pp. 991-1002, 2009.
16. Abdushoxid Mamadjanov, Roman Zakhidov, Jurabek Izzatillayev, et al, *Study on the optimization of the basin's design parameters of the gravitational water vortex microhydropower plant*, : AIP Conference Proceedings 2686, 020024 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0113910>.
17. Mamadjanov A.B. et al 2023 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1142 012015, *Improving the gravity-vortex micro-hydroelectric power station efficiency by ensuring an acceptable value of the water inlet canal's twist angle.*

## ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ТИЖОРАТ ҲИСОБИНИНГ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН АХБОРОТ-ЎЛЧОВ ТИЗИМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

(“Тошкент шаҳар электр тармоқлари” МЧЖ, Яшнобод тумани электр таъминоти корхонаси мисолида)

<b>Умарбой ОДАМОВ</b>	ЎзРФА Энергетика муаммолари институти лаборатория мудири, катта илмий ходим, т.ф.н.
<b>Фаррух МАХАММАДИЕВ</b>	ЎзРФА Энергетика муаммолари институти катта илмий ходими, PhD
<b>Диёрбек НИШОНОВ</b>	“Худудий электр тармоқлари” акциядорлик жамияти “ЦАРЭЭ” филиали директор ўринбосари

**Аннотация:** Мақолада электр энергияни ҳисобга олиш комплекс тизимини Smart Metering технологияси асосида ўлчаш, электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими тузилиши ва иерархияси, функционал ва ўлчаниш схемалари, умумий алгоритми ва узатиш каналлари тузилмавий схемаларининг ҳар бир босқичи учун алоҳида тавсиф берилган. Тадқиқот юзасидан “Тошкент шаҳар электр тармоқлари” МЧЖ, Яшнобод тумани электр таъминоти корхонаси тармоқларида электр энергия истеъмоли таҳлили ўтказилган ҳамда энергия самарадорлиги ва энергия тежаш муаммосини ҳал қилиш масаласи ишлаб чиқилган. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТХААЎТ) функционал схемаси ва алгоритмининг ишлаш тизими келтирилган. Электрон ҳисобга олувчи “E18” ҳисоблагичлари асосида электр энергияни ҳисобга олиш комплекс тизимини татбиқ қилиш схемаси ишлаб чиқилган. Тизимнинг метрологик характеристикалари, ҳар бир компонент ва тизимнинг бутун ўлчаш канали бўйича хатоликлар ҳисобланган. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТХААЎТ)нинг афзалликлари ва иқтисодий самараси келтирилган.

**Калит сўзлар:** электр энергияни ҳисобга олишнинг комплекс тизими, маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ), ўлчов-ахборот комплекси (ЎАК), электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекси (ЭУАХК), электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимин (ЭЭТХААЎТ), ўлчаш канали хатоликлари.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

(На примере ООО «Ташкентские городские  
электрические сети», Яшнабадского  
районного электросетевого предприятия)

DEVELOPMENT OF AUTOMATED  
INFORMATION AND MEASUREMENT  
SYSTEMS OF ELECTRICAL ENERGY  
COMMERCIAL

(For example, LLC “Tashkent City Electric  
Networks”, Yashnabad District Electric  
Networks Enterprise)



**Умарбой ОДАМОВ**

Заведующий лабораторией Института проблем энергетики Академии наук Республики Узбекистан, старший научный сотрудник, PhD

**Фаррух МАХАММАДИЕВ**

Старший научный сотрудник Института проблем энергетики Академии наук Республики Узбекистан, PhD

**Диёрбек НИШОНОВ**

Заместитель директора филиала «ЦАРЭЭ» акционерного общества «Территориальные электрические сети»

**Аннотация:** В статье описаны структура и иерархия автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии, функциональные и измерительные схемы, общий алгоритм и каждый этап структурных схем каналов передачи на основе технологии Smart Metering. Проведен анализ потребления электроэнергии в компании ООО «Ташкентские городские электрические сети», в сетях предприятия электроснабжения Яшнабадского района, и разработаны вопросы решения проблемы энергоэффективности и энергосбережения. Представлены функциональная схема и рабочий система алгоритма автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электрической энергии (АИИСКУЭ). На базе электронных счетчиков учета «E18» разработана схема реализации комплексной системы учета электроэнергии. Рассчитаны метрологические характеристики системы, погрешности каждого компонента и всего измерительного канала системы. Представлены преимущества и экономическая эффективность автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электрической энергии (АИИСКУЭ).

**Ключевые слова:** комплексная система учета электроэнергии, устройство сбора и передачи данных (УСПД), измерительно-информационный комплекс (ИИК), информационно-вычислительный комплекс электрооборудования (ИВКЭ), автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электрической энергии (АИИСКУЭ), погрешности измерительного канала.

**Umarboy ODAMOV**

Senior researcher of the Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, candidate of technical sciences

**Farrukh MAKHAMMADIEV**

Senior scientific researcher of the Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, PhD

**Diyorbek NISHONOV**

Deputy Director of the «TSAREE» Branch of the Joint-Stock Company «Territorial Electric Networks»

**Abstract:** At the article the structure and hierarchy of an automated information-measuring system for commercial electricity metering, functional and measuring diagrams, a general algorithm and block diagrams of collection and transmission channels based on Smart Metering technology are shown. An analysis of electricity consumption in the networks of the Yashnabad district power supply enterprise Tashkent City Electric Networks LLC was carried out and problems were developed to solve the problem of energy efficiency and energy saving. The functional diagram and algorithm of the automated information-measuring system for commercial metering of electrical energy (IMSCMEE) are presented. Based on electronic metering meters "E18", the scheme for implementing a comprehensive electricity metering system has been developed. The metrological characteristics of the system, the errors of each component and the entire measuring channel of the system are calculated. The advantages and economic efficiency of the automated information-measuring system for commercial metering of electrical energy (IMSCME) are presented.

**Keywords:** integrated electricity metering system, data collection and transmission device (DSTD), measuring and information complex (MIC), information and computing complex of electrical equipment (ICCEE), automated information and measuring system for commercial metering of electrical energy (IMSCME), measuring channel errors.



## Кириш

Ҳозирги кунда энергия ресурсларини тежаш муаммоси ишлаб чиқариш корхоналарнинг олдида турган энг муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Айниқса, бозор иқтисодиёти шароитларида ҳар бир ортиқча сарфланган килловатт-соат электр энергияси ишлаб чиқарилган маҳсулотлар нархига тушади ва охир-оқибатда унинг рақобатбардошлигини пасайтиришга олиб келади. Бу муаммоларни ҳал қилиш учун энергия тежаш бўйича бир қатор босқичларни амалга ошириш зарур. Булар: электр энергияси истеъмолини ҳисобга олиш ва таҳлил қилиш; назорат қилиш; энергия тежамкор технологиялар, замонавий алоқа каналлари ва ускуналарни татбиқ қилишдир. Юқорида келтирилган масалаларни ҳал қилишда, электр энергия тижорат ҳисобини олиш учун автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими жуда кўл келади. Бу тизимда электр тармоқларида энергия оқимлари тўғрисидаги маълумотларни масофадан йиғиш, сақлаш ва қайта ишлашни таъминловчи аппарат ва дастурий таъминотлар комплекси мавжуд.

Ушбу тизим саноат корхоналари, электр энергиясини ишлаб чиқарувчи ва таъминловчи станцияларига татбиқ қилиш мақсадида ишлаб чиқилган. Одатдаги электр энергиясини ҳисобга олиш ҳисоблагичлари ойлик маълумотларини оддий йиғишни ташкил этиш, фақат ҳисоб-китоб даврини ҳисобга олиш муаммосини ҳал қилишга имкон беради, бироқ кунлик истеъмол графигини ва истеъмол характерини қуриш имкониятини бермайди, масалан, кун давомида, технологик ускуналар ва маиший жиҳозларнинг ишлашини оптималлаштириш имкониятларини чегаралайди [1-3]. Маҳаллий (локал) электр энергиясини ўлчашда, барча энергия ресурсларидан самарали фойдаланиш билан ишлаш режимларини тўғри танлаш ва ҳисоблашда қийинчиликлар пайдо бўлади, ишлаб чиқариш ва истеъмол соҳасида жалб қилинган технологик жараёнларда режалаштириш имкониятлари бўлмайди. Ушбу автоматлаштирилган тизимни Тошкент шаҳар Яшнобод тумани электр таъминоти корхонасида татбиқ қилиш мақсадида қуйидаги маълумотлар тўпланди. Тизимда электр ҳисоби учун бир фазали ЕХ-18 турдаги ва уч фазали ЕХ-518 турдаги электрон ҳисоблагичлар ўрнатилган. Трансформаторлар сони 907 та, аҳоли истеъмолчилар сони 91807 ва улгуржи истеъмолчилар сони- 3453 тани ташкил қилади. Бир йиллик электр энергия истеъмоли 2023 йил учун 832 млн. кВт-соатни ташкил қилади.

## Тадқиқот усули

Юқоридаги келтирилган муаммоларни ҳал қилувчи тизимни яратишда, истеъмолчилар учун ақлли ҳисоблагичлар ўрнатилганлиги,

энергия ресурсларини истеъмол қилиш, уларнинг юкламалари ва бошқа кўрсаткичларини масофадан туриб сифатли бошқариш назарда тутилган. Маълумотларни тўплаш ягона маълумотларни йиғиш ва қайта ишлаш марказида (МЙҚИМ) амалга оширилади, у ерда биллинг ва тегишли тизимлар бирлаштирилган. Замонавий технологиялардан фойдаланган ҳолда энергия ресурслари ҳисоб-китобини автоматлаштириш “ақлли” ҳисоб ғоясининг асосидир. Интеллектуал электр тармоғи ўлчаш тизимининг энг муҳим элементи, бу юқори босқичдаги ихтисослашган дастурий таъминот тизимнинг имкон берувчи кўп функциялиги ҳисобланади.

Электр энергиясини ҳисобга олишнинг комплекс тизими жорий этилиши билан электр энергиясининг йўқотишлари ва электр таъминоти корхоналарининг операцион харажатлари камаяди, узлуксиз таъминот, истеъмол ва сарфлар ҳақидаги маълумотлар оптимал бошқарилади. Электр энергиясини ҳисобга олишнинг комплекс тизими қуйидаги маълумотларни узатади ва қабул қилиб олади: электр энергиясининг барча турлари, шу жумладан, тарифлар кўрсаткичлари; маълумотларни йиғиш ва узатиш мосламасининг (МЙУМ) конфигурация параметрлари; ҳисоблагичларнинг нотўғри ишлаши, маълумотларни йиғиш ва узатиш алоқа каналлари; ҳисоблагични алмаштириш журнали; маълумотлар кўрсаткичлари, интервалли қувватлар (харажатлар), ҳисобланган ҳисоблагичлардан ҳар қандай элемент ҳодисалари.

Ушбу тизим қуйидагиларни таъминлайди: маълумотларни маълумотлар базасида маълум вақт давомида кунлик захира билан неча йиллар давомида ташқи маълумотларни сақлагичларда сақлаш; барча бошқариладиган ҳисоблагичлардан электр энергия кўрсаткичларни ўлчов-ахборот комплекслари (ЎАҚ)дан кузатилаётган ва белгиланган вақт оралиғида бир вақтнинг ўзида олиш; аппарат ва дастурий таъминотнинг ишлашини диагностика қилиш; ўлчовлар ва бошқа ҳаракатларни бажариш учун параметрларни сошлаш ва шакллантириш (конфигурация) имконияти; ягона вақт тизимини киритиш, ташқи қувват мавжуд бўлганда ҳам, қурилма тўлиқ қувватсизланганда ҳам (камида бир ой давомида) кунига 5 сониядан кўп бўлмаган хатолик билан жорий вақтни ишлаб чиқариш; чакана савдо бозорининг биллинг тизимлари орқали ўлчаш натижаларини автоматик таъминлаш, шунингдек, субъектлар учун ўлчовларни оператив-диспетчерлик бошқаруви (агар тегишли бўлса шартномалар ёки битимлардаги умумий шартлар асосида). Бундан ташқари, тизимда электр энергиянинг қуйидаги сифат кўрсаткичларини ўлчаш имконияти мавжуд: кучланишнинг жорий қиймати, кучланиш тушишининг давомийлиги, частота, кучланиш тушишининг чуқурлиги, кучланиш ошишининг давомийлиги; энергия истеъмолининг барча зарур кўрсаткичларини

ҳисоблаш, иш жараёнида ҳисобга олинган параметрларнинг таркиби ва сонини ўзгартириш имконияти, шунингдек, уларни ҳисоблаш механизмлари; энергиянинг истеъмол марказларига бириктирилган шин ва линиялари балансларини шакллантириш ахборот- ҳисоблаш комплекси (АҲК) даражасида илова қилинади.

Масъул шахсларга кўрсатилган маълумотлар ўртасидаги номувофиқликлар ҳақида хабар бериш имконияти билан электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимлари (ЭЭТҲААЎТ)га тегишли маълумотларни алмаштириш, параметрлари ва носоз ҳисоблагичлар тўғрисидаги маълумотларни автоматик ва қўлда таққослаш кўзда тутилган. Мос келмайдиган ҳисоблагич маълумотлари кўриш ва таҳлил қилиш учун электр энергияни тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимлари (ЭЭТҲААЎТ) маълумотлар базасига киритилади ва сақланади. Тизимга дастур ўрнатиш ва кейинчалик ҳар бир ҳисоблагич учун маълумотларни узатиш дастурини ўзгартириш мумкин.

Ушбу тизим истеъмолчиларнинг максимал юклама қувватини чеклаш, ёқиш ва ўчириш имконияларини таъминлайди, шу билан бирга, тизим ҳисоблагичлар гуруҳларини оммавий бошқариш қулайлиги учун мослаштирилган бўлиши керак. Тизим чекланган ҳуқуқларга эга фойдаланувчиларга масофадан туриб уланиш ва кўриш имконини беради (ҳар қандай жойдан, шу жумладан паст тезликдаги алоқа каналлардан), шунингдек, маълумотларни сохталаштиришдан ва рухсатсиз аралашувидан ҳимоя қилишни таъминлайди.

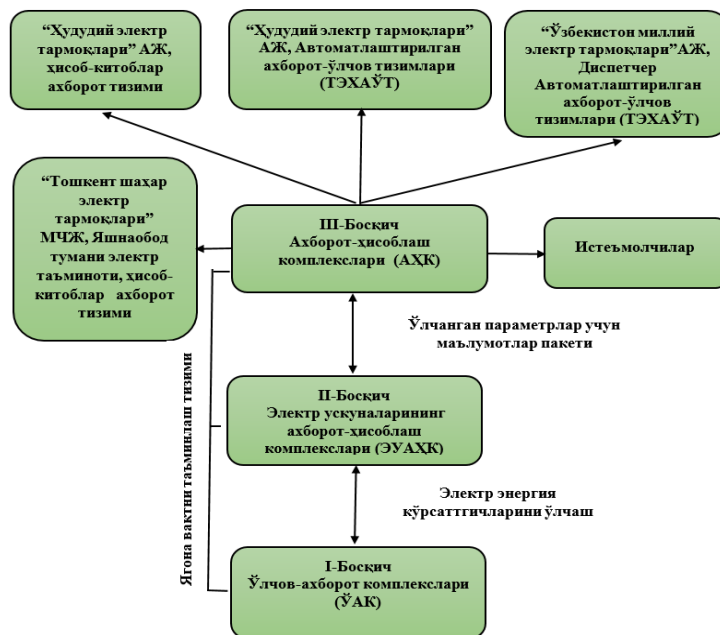
Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимлари (ЭЭТҲААЎТ) тузилиши ва иерархияси замонавий электр энергетика соҳасида бошқарув структурасига мос келади ва ўз ичига 3 та босқични олади:

**1-босқич – ўлчов-ахборот комплекслари (ЎАК).** Уларнинг таркибига электр энергия ҳисоблагичлари, иккинчи даражали ўлчаш схемалари, ўлчовчи ток трансформаторлари киради.

**2-босқич – электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАҲК).** Уларнинг таркибига маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмалари, контроллерлар, концентраторлар, маршрутизаторлар киради.

**3-босқич – ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК).**

Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимлари (ЭЭТҲААЎТ) структуравий схемаси 1-расмда келтирилган.



**1-расм. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимлари (ЭЭТХААЎТ) структуравий схемаси**

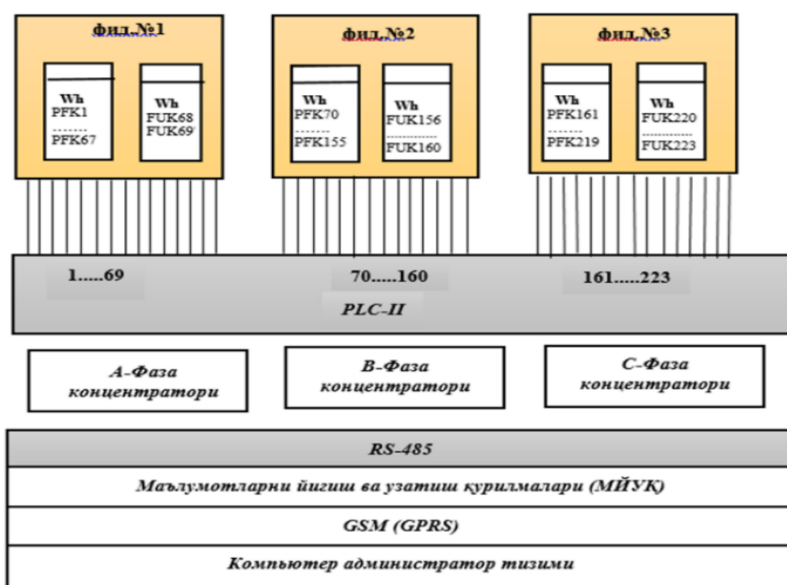
Ўлчов-ахборот комплекслари (ЎАК) 1-босқичда ўлчаш пунктида дастлабки маълумотларни йиғишни амалга оширади. Ушбу 1-босқичда ускунада истеъмол қилинган электр энергия тўғрисидаги маълумотлар тўпланadi ва сақланади, кейинчалик уни 2-босқичига яъни электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАХК)га ўтказadi.

Электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАХК) 2-босқичида (концентраторлар, маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмалари (МЙУҚ)) бирламчи маълумотлар PLC алоқа канали орқали тўпланadi, қайта ишланади ва кейинчалик (*Internet, GSM*) алоқа каналлари орқали узатилади [4-7]. Ахборот-ҳисоблаш комплекслари (АХК) 2-босқичида автоматик равишда берилган дискретлик билан ўлчанган ва ҳисобланган ҳисоблагич маълумотлари йиғилади, бунда ягона вақт тизимига боғланган бўлиб, алоқа каналини сўроқ қилиш йўли орқали электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАХК) модемига уланиш таъминланади. Қабул қилинган маълумотларнинг тўлиқлиги ва яхлитлиги текширилиши керак ва кейин 3- босқич ахборот-ҳисоблаш комплекси (АХК)да маълумотлар базасида архивланади.

Ахборот-ҳисоблаш комплекси (АХК) тизимининг дастурий таъминоти барча фойдаланувчиларга маълумотларни визуал форматда тақдим этишини таъминлаши (график ва жадвал) ва ҳисобот шаклларини шакллантириши керак. Тизимда ўлчовларнинг бир хиллигини таъминлаш учун ягона календарь вақтидан фойдаланиш керак, уни сақлаш учун ягона вақтни таъминлаш тизими (ЯВТТ) ишлаб чиқилган.

Ягона вақтни таъминлаш тизими (ЯВТТ) электр энергия ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимларининг (ЭЭТҲААЎТ) барча босқичларини қамраб олади. Манба синхронизацияси сунъий йўлдош радио навигация тизимларининг сигналларидан амалга оширилади, бу вақтни белгилашнинг аниқлигини оширади ва хорижий навигация тизимларига қарамликни камайтиради.

Электр энергиясини ўлчашнинг кенг қамровли тизимини ишлаб чиқишда “EX18” туридаги “ақлли” ҳисоблагич ускунаси танланди (“Электрон-ҳисоблагич” МЧЖ қўшма корхонаси томонидан ишлаб чиқарилган). Ушбу ишлаб чиқарувчининг “EX18” туридаги ҳисоблагич ускуналари юқорида келтирилган барча талабларга ишончлилиги, электромагнит мослик ва ташқи таъсирлардан ҳимоя қилиш бўйича жавоб беради. Турли ишлаб чиқарувчилар техник ҳужжатларининг қиёсий таҳлили шуни кўрсатдики, “EX18” туридаги ҳисоблагич ускунаси юқори маълумотларни узатиш тезлигига эга, носозликлар орасидаги ўртача вақт ва хизмат муддати узоқроқ. Ахборот-ўлчов комплекси (АЎК) электр энергиясини ўлчаш ҳисоблагичлари, иккиламчи ўлчаш схемалари ва ўлчаш ток трансформаторларидан иборат. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимларининг (ЭЭТҲААЎТ) функционал схемаси 2-расмда кўрсатилган.



**2-расм. Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимининг (ЭЭТҲААЎТ) функционал схемаси**

2-расмда PFK (функция блокини алмаштириш) FUK (функционал тугун)лар келтирилган. “EX18” ҳисоблагичлари билан абонентларга ўрнатилган ҳисоблагичлар орасидаги маълумот алмашишни “ТЕС70-П1» концентратори амалга оширади. Маълумотларни айирбошлаш PLC-II технология асосида амалга оширилади.

Сигналларни узатиш технологиясида одатдаги 0,4 кВли 50 Гц бўлган тақсимлаш тармоқларидан фойдаланилади. Ўрнатилган ҳисоблагичлар ўзига хос хусусиятга PLC- модемли ҳар бир ҳисоблагичнинг серия рақамига мос келадиган манзилга эга. Концентратор ёқилгандан кейин электр тармоқини сканерлашни бошлайди, ҳисоблагичларни манзилидан яъни “жавоб берган” ҳисоблагичлардан кўп даражали мантиқий тармоқ топологияси архивини яратади.

Ушбу электр тармоқдаги оралиқ тугун 0,4 кВли ўрнатилган уч фазали “EX18” ҳисоблагичдир ва бу концентратор ва ҳисоблагичлар орасидаги маълумотлар пакетлари ретрансляцияси вазифасини бажаради. Тармоқ тугунини аниқлагандан сўнг, марказдан дастурлаштирилган сўров пакетлари ундан керакли маълумотларни ва вақтнинг синхронлаштириш буйруқларини ўқиш учун юборилади. Ўқилган маълумотлар ҳар бир тугун учун марказ томонидан (концентратор) яратилган “почта қутиси” да сақланади. Янги тугунларни қидириш ва мавжудларини сўраш тартиблари концентратор томонидан чексиз цикл давомида бажарилади, бу эса унга ҳисоблагичлардан олинган янги маълумотларни сақлаш имконини беради. Электр тармоғининг ҳар бир фазасида маълумотларни бир зумда қабул қилиш / узатиш тезлиги 300 бит/с ни ташкил қилади. Сўров доимий равишда чексиз циклда амалга оширилади. Манзил майдонини сканерлаш жараёнида концентратор аниқланган электр ҳисоблагичлар рўйхати ва уларга кириш йўллари кўрсатилган ҳолда долзарб хизмат кўрсатиш базасини яратади ва юритади. Маълумотлар базаси марказнинг доимий хотирасида сақланади ва қувват ўчирилганда йўқолмайди.

Келажакда концентраторлар вақти-вақти билан бир хил жойда тармоқ тугунларининг мавжудлигини назорат қилади, шунингдек, агар рухсат берилса, янги тугунларнинг кўринишини аниқлаш учун манзил майдонининг «бўш» қисмларини сканерлайди. Янги абонентни қўшганда ёки қўшимча ўрнатилганда подстанциядаги маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) масофадан туриб узоқдаги ва яқиндаги ҳисоблагичларни қайта дастурлашни амалга оширади. Қайта дастурлашда маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) даги ҳисоблагичларнинг алмаштириладиган қисмидаги маълумотлар йўқолмайди. Подстанциядаги маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) ҳар сафар ўқиганда ўрнатилган ҳисоблагичлар ва концентраторларнинг вақтини синхронлаштиради, яъни вақтни бир хиллигини таъминлайди. Маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) ва концентраторлар ҳам ретрансляция функцияларни бажаради, яъни ахборот – ҳисоблаш комплекси (АҲК) 1-босқичидан ҳисоблагичларидан олинган сўровлари ва буйруқлар маълумотларни ўтказди. Ушбу функциялардан фойдаланиб, сиз абонентга чеклаш режимларини ўрнатишингиз, абонентни ўчириб қўйишингиз ёки ёқишингиз мумкин.

Электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАҲК) ва ахборот-ҳисоблаш комплекслари (АҲК) босқичлари орасидаги

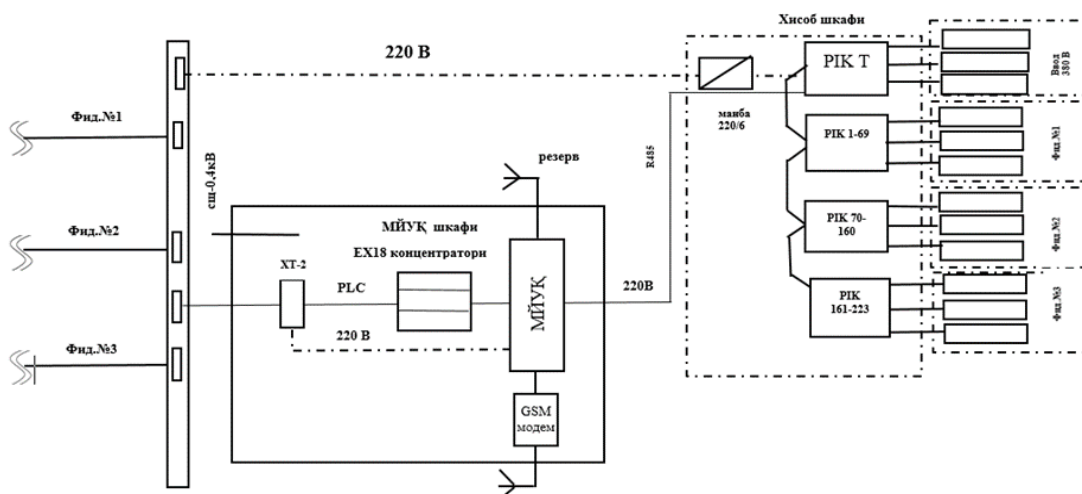


асосий ва захира алоқа каналлари GSM (GPRS) тармоғи орқали SIM-карталардан статик манзиллаш билан халқаро ҲТТР (Hypertext Transfer Protocol) протоколи орқали ташкил этилади. Асосий канал маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) ичига ўрнатилган модем ёрдамида ташкил этилган. Захира каналини ташкил қилиш учун маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) шкафида қувват манбаига ва антеннага эга SIEMENS MC-35i уяли модеми ўрнатилган.

Асосий ва захира каналлардаги маълумотларни узатиш алоқа тезлиги – камида 9600 бит/с. Тизимнинг ишлаш жараёнида, нормал режимда ахборот-ҳисоблаш комплекслари (АҲК) нинг барча компонентлари ўртасида ахборот алмашинуви содир бўлади. Фойдаланувчининг тизим билан ўзаро алоқаси веб-интерфейс орқали амалга оширилади, унинг шаклланиши учун веб-сервер жавобгар бўлади, халқаро НТТР (Hypertext Transfer Protocol) протоколи орқали фойдаланувчига маълумот узатади.

### Тадқиқот натижалари

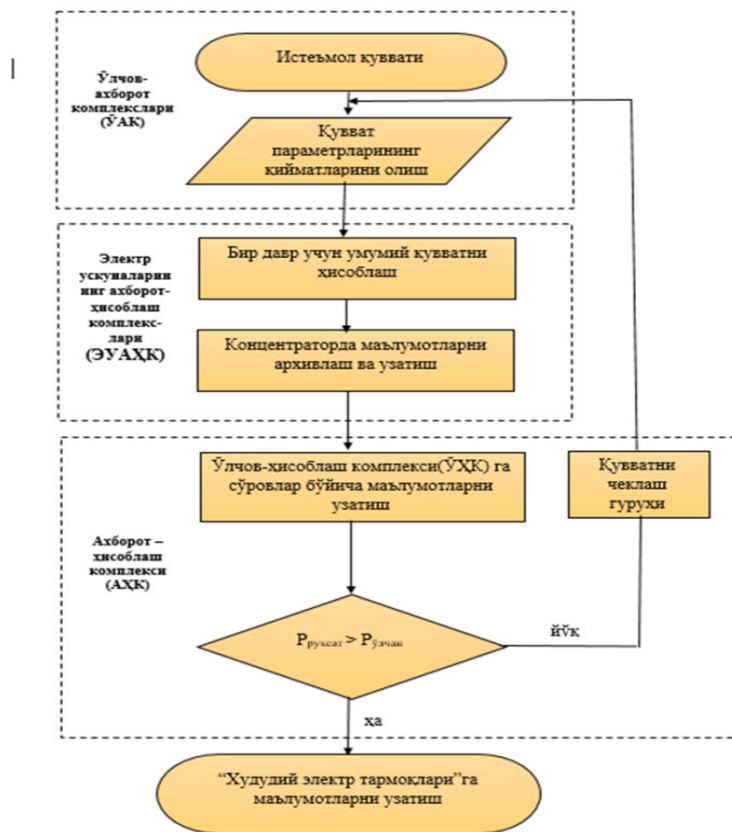
Шундай қилиб, тизимнинг исталган фойдаланувчиси тегишли ҳуқуқларга эга бўлган ҳолда, веб-серверга уланган исталган компьютердан интернет-браузер ёрдамида тўпланган маълумотларни кўриши ва реал вақт режимда асосий қурилмалардан маълумотларни сўраши мумкин. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимларининг (ЭЭТҲААЎТ) электрон ҳисоблагич “EX18” компонентлари учун уланиш схемаси 3-расмда келтирилган.



**3-расм. Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимининг (ЭЭТҲААЎТ) электрон ҳисоблагич “EX18” компонентлари учун уланиш схемаси**

Оддий иш режимда истеъмолчиларга ўрнатилган “EX18” ҳисоблагичдан маълумотларни ўқиш подстанцияга ўрнатилган PLC интерфейси ва ТЕС 70–P1- концентратори орқали амалга оширилади. Ҳисоблагичлардан доимий равишда чексиз циклда маълумотлар сўралади, бу эса марказга энг сўнгги маълумотларга эга бўлиш имконини беради. Подстанцияда ўрнатилган “EX18” ҳисоблагичда ўқиш, маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмасидаги ҳисоблагичлар ва интерфейс R485 орқали ҳар 30 дақиқада амалга оширилади. Ҳисоблагичда ўқиладиган параметрлар рўйхати (ўлчанган электр ва қувват қийматлари, сифат кўрсаткичлари, ҳодисалар жўрналлари) концентратор ва бошқарув блоки (МЙУҚ)да дастурлаштирилган. Ҳисоблагич тўғри ишлашини ўз-ўзида диагностика қилади ва унинг тўғри ишлашига таъсир қилиши мумкин бўлган сабабларни аниқлашда хато ёки огоҳлантириш кодларини чиқаради. Нормал бўлмаган иш режимда ҳисоблагич маълумотларни тўғридан-тўғри ҳисоблагичлардан персонал компьютерга жўнатади, бунда Counter дастури ёрдамида ҳисоблагичларни конфигурация қилиш учун кўшимча қуйидаги ускуналардан фойдаланади: оптик порт орқали ўқиш учун – адаптер; интерфейс IrDA орқали ўқиш учун – IrDA-адаптер АСТ-IR220L ва стандарт конвертор USB-COM; RS-485 орқали ўқиш учун – конвертор “EX18”. Тизимга ўрнатилган ҳисоблагичларга тармоқ юкламасини (истеъмолчиларни) узиш учун реле ўрнатилган. Тизимга ўрнатилган реленинг иш режимига қараб (режим дастурлаштирилади), истеъмолчи юкламаси белгиланган энергия ёки қувват чегараларидан ошиб кетганда ёки ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК) босқичида буйруқ билан мажбурий равишда ўчирилиши мумкин. Ҳисоблагичларда учта режимда ташқи қурилмалар юкламаларини бошқариш ёқиш/ўчириш кўзда тутилган: юклама режимини “ўчириш”; юклама режимини “ёқиш”; юклама “назорат” режими. Истеъмолчининг қувватини тиклаш фақат автоматлаштирилган тарзда ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК) ва электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАҲК) босқичлари маълумотларини ҳисобга олган ҳолда операторнинг буйруғи билан ёки ҳисоблагичга тўғридан-тўғри уланиш орқали амалга оширилиши мумкин.

Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимининг (ЭЭТҲААЎТ) умумий алгоритми 4-расмда келтирилган.



**4-расм. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизимининг (ЭЭТҲААЎТ) умумий алгоритми**

Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизим (ЭЭТҲААЎТ)нинг ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК) автоматик режимда ишлайди ва доимий равишда электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (ЭУАҲК) босқичидан рақамли маълумотларни йиғади ва қайта ишлайди. Ушбу тизимнинг ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК)да куннинг белгиланган вақтида ва талаб бўйича сўров режими автоматик равишда ишлаши кўзда тутилган, вақти-вақти билан ҳисоблагичлар ва концентраторлардан маълумотларни тўплашдан ташқари, маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ) маълумотлар пакетларини ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК) ва ўлчов-ахборот комплекслари (ЎАК) босқичлари ўртасида узатиш функциясини бажаради.

**Муҳокама**

Ушбу ишлаб чиқилган тизимнинг ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК)нинг ҳисоблагичларга ёки концентраторларга мурожаати маълумотларни йиғиш ва узатиш қурилмаси (МЙУҚ)даги виртуал портлар орқали бажарилади ва ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК) томонидан маълумотлар пакетини ушбу портга ўтказиш бўйича

кўрсатмалар орқали амалга оширилади. Маълумотлар пакети, шунингдек, маълумотлар пакети юборилган қурилманинг манзилени ҳам кўрсатади. Ҳисоблагичлар ёки концентраторлардан олинган жавоб пакетлари ахборот-ҳисоблаш комплекси (АҲК) бочқичида сўровни олгандан кейин яратилган маршрутга мувофиқ қайта трансляция қилинади.

Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТҲААЎТ)нинг ўлчаш каналларининг хатолари электр энергиясини ҳисоблагичларнинг аниқлик классификацияси, ўлчаш ток трансформаторлари (ТТ) ва кучланиш трансформаторлари (КТ), ўлчаш даврларининг ток трансформаторлари (ТТ)дан ҳисоблагичларга бўлган тармоқ қаршилиги, режимлар ва ўлчов шартлар билан белгиланади. Ҳисоблагичлар ва ўлчаш трансформаторларининг аниқлик синфлари, шунингдек, ҳисоблагичларнинг улаш линияларидаги кучланиш йўқотишлари кучланиш трансформаторларига ҳисоблаш ва техник ҳисобга олиш учун электр техникаси қоидаларининг талабларига мувофиқ бўлиши керак [8,9,10]. Ўлчов каналининг хатолик компонентларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, ўлчаш каналининг нормал иш шароитида ишлаши учун  $\cos\phi$  қиймати 0,8 дан катта бўлганда амалга оширилади. Бунда  $\cos\phi$  қиймати 0,5 ва ундан пастроққа тушганда,  $\cos\phi$  қийматининг таъсири сезиларли бўлади. Ўлчов комплексининг ҳақиқий иш шароитида ҳисоблагич қўшимча хатоларининг нисбий қиймати ортади. Стандартлар ноль қийматга нисбатан симметрик кўринишидаги рухсат этилган хатоларни белгилашига қарамай, ишлаб чиқарилган ток трансформаторлари (ТТ) ва кучланиш трансформаторларининг (КТ) ҳақиқий хатолари салбий қийматлар зонасида тўпланади.

Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТҲААЎТ) ўлчаш каналининг структуравий схемаси 5-расмда келтирилган. Бу ерда БЎЎ-бирламчи ўлчов ўзгартиргич – ўлчов ток трансформатори; ҳисоблагич микропроцессорининг аналог-рақамли ўлчов ўзгартиргичи (ҲМАРЎ). Ўлчов каналининг бир қисми бўлган ва маълумотларни қайта ишлаш, сақлаш ва узатишни таъминлайдиган электр ускуналарининг ахборот-ҳисоблаш комплекслари (концентратор) элементлари, ўлчов натижаларига хатолик киритмайдиган ҳисоблаш техникаси қурилмалари ҳисобланади.



5-расм. Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТҲААЎТ)нинг ўлчаш каналининг структуравий схемаси

Ўлчов канали ва унинг таркибий қисмларининг хатоликлар қийматлари рухсат этилган қийматлардан ошмайди.

### Хулоса

Таклиф қилинаётган электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТҲААЎТ) универсал бўлиб, унинг умумий нархи унчалик катта эмас, аммо юқори техник характеристикага эга. Бунда олдиндан белгиланган тармоқ манзили билан ҳисоблагичларни ўрнатиш ва татбиқ қилиш кам харажатли бўлади. Бу тизимда рақамли алоқа интерфейси учун қўшимча симлар йўқлиги туфайли, ташқи маълумотлар тизимга рухсатсиз киришидан мутлақҳимоя қилади. Бундан ташқари, абонентлар яъни ҳисоблагичлар сонини кўпайтиришда концентратор ва дастурий таъминотни қайта конфигурация қилиш шарт эмас. Тизим кенг қамровли фойдаланиш имкониятига ва саноат тармоқлари, маиший-коммунал соҳа учун ягона структурага эгадир.

Ушбу тизим “Тошкент шаҳар электр тармоқлари” МЧЖ, Яшнобод тумани электр таъминоти корхонаси тармоқлари учун ишлаб чиқилди. Бунда электр энергия истеъмоли таҳлили ўтказилди ҳамда энергия самарадорлиги ва энергия тежаш муаммосини ҳал қилиш масалалари кўрилди. Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТҲААЎТ)нинг функционал схемаси ва алгоритмининг ишлаш тизими ёритилди. Электрон ҳисобга олувчи “E18” ҳисоблагичлари асосида электр энергияни ҳисобга олиш комплекс тизимини татбиқ қилиш схемаси ишлаб чиқилди. Тизимнинг метрологик характеристикалари, ҳар бир компонент ва тизимнинг бутун ўлчаш канали бўйича хатоликлар ҳисобланди.

Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТҲААЎТ)нинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

электр энергия истеъмолининг чуқур таҳлили;

максимал тармоқ юкмасини бошқариш ва қувватни тўлиқ назорат қилиш имконияти;

ушбу тизим корхонага ўрнатилган бўлса, у ҳолда ҳар бир бўлим ва цехлар ҳамда ҳисоб-китоб даври учун электр энергия харажатларининг назорат қилиниши;

энг кўп энергия талаб қиладиган истеъмолчиларни автоматик равишда қулай тарифларга ўтказиш функцияси мавжудлиги;

барча ускуналар компьютер билан бирлаштирилган бўлиб, бу Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-

ўлчов тизими учун мураккаб маълумотларни олиш имконини беради.

Электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТХААЎТ)нинг туман электр таъминоти корхоналарига жорий этилиши сезиларли иқтисодий фойда келтиради, жумладан:

электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими реал вақтда қувват йўқотишларини аниқ кузатиш ва жойларни аниқлаш имконини беради. Бу эса электр энергия исрофларини сезиларли даражада камайтиради;

электр энергия тижорат ҳисобининг автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими бухгалтерия ҳисоби ва ҳисоб-фактура жараёнларини автоматлаштиради, ўлчаш аниқлигини оширади ва хатоликларни камайтиради. Бу, ўз навбатида, электр энергиясини сотишдан тушадиган даромадларнинг кўпайишига, ортиқча исроф ва ҳисобга олинмаган истеъмолчиларнинг камайишига ҳисса қўшади;

бу тизим ҳисоблагичларни ўқиш, ҳисоб-китоб қилиш ва мижозларга хизмат кўрсатиш билан боғлиқ кўплаб операцияларни автоматлаштиради. Бу эса оперцион хизмат харажатларини камайтиришга хизмат олиб келади.

Шундай қилиб, Электр энергия тижорат ҳисоби автоматлаштирилган ахборот-ўлчов тизими (ЭЭТХААЎТ)нинг электр таъминоти корхоналарига жорий қилиниши корхонанинг иқтисодий ривожланишига ижобий таъсир кўрсатади. Электр энергиянинг қувват йўқотишларини камайтиради, сотишдан тушган даромадларни яхшилади, оперцион харажатларни камайтиради, мижозлар билан ишлаш қулай ва уларнинг талабларини эътиборга олади.

### Фойдаланилган манбалар

1. Осика Л.К. *Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничном рынках: Теория и практические рекомендации.* Санкт-Петербург: Издательство «Политехника», 2005. 359 с.
2. Шатров А.Ф. *Структура активно-адаптивных электрических сетей.* Учебник, Издательство: «ИД Научная библиотека», 2022. 126 с.
3. Максимова, А.М. *Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии на современном рынке электроэнергии / А. М. Максимова, Д. К. Емельянова. // Молодой ученый. - 2016. № 21 (125). 177-179 с.*
4. *Постановление Кабинет Министров от 28.09.2020. № 594 «О мерах по ускорению внедрения автоматизированной системы по учету и контролю электроэнергии».*



5. Odamov U.O., Mukhammadiev F.M., Omanov O.A. *Prospects of a development the intellectual power industry in Uzbekistan. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 10, Issue 6, Jun 2023y. pp.20775-20780. <http://www.ijarset.com/upload/2023/june/02-umarbay-06.pdf>*
6. Odamov U.O., Mukhammadiev F.M. *Concept for the development of an automated dispatch control system in the power system. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 10, Issue 9, , September 2023. pp.21049-21053. <http://www.ijarset.com/upload/2023/september/7-umarbay-14.pdf>*
7. Муратов Х.М., Одамов У.О., Махаммадиев Ф.М. *Особенности внедрения интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью // Energiya va resurs tejash muammolari jurnali. Toshkent sh., 2023-yil, Maxsus 84-son, 34-45-b.*
8. Мясоедов Ю.В. *Повышение точности учета электроэнергии в сетях энергосистем и предприятий: монография. Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2003. 23 с.*
9. Odamov U. O., Maxammadiev F. M. *Prospects for the introduction and application of an automated information-measurement system for commercial electricity metering in Uzbekistan. «Ensuring Sustainable Development: Agriculture, Ecology, Energy and Earth Sciences» III International Scientific and Practical Conference (AEES-III-2023) Russia, 25-December, 2023.*
10. Odamov U. O., Maxammadiev F. M. *Advantages of Smart Grid over conventional integrated electrical system (IES). «Problems in the textile and light industry in the context of integration of science and industry and ways to solve them (PTLICISAWS-2)». Namangan, 3-4 May, 2023.*

## ВИНТ ТУРБИНАЛИ МИКРО ГИДРОЭЛЕКТР СТАНЦИЯНИНГ КОНСТРУКТИВ ПАРАМЕТРЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

**Алишер ДАВИРОВ**

“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети  
катта ўқитувчиси, PhD

**Дилшод ҚОДИРОВ**

“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети  
кафедра мудири, DSc

**Аннотация:** Паст босимли сув оқимларида ишловчи винт турбинали микро гидроэлектр станциялар кичик гидроэнергетиканинг янги шаклидир. Мақолада Паст босимли сув оқимларида ишловчи иккита параллел винт турбинали микро гидроэлектр станциянинг конструктив параметрларини моделлаштириш ҳамда мақбул қийматлари аниқланади. Олиб борилган илмий-тадқиқотнинг мақсади винтли турбина ташқи диаметр ( $d$ ), ички диаметр ( $d_1$ ), винтнинг умумий узунлиги ( $L$ ), пичоқлар сони ( $n$ ), винтнинг қиялик бурчаги ( $\alpha$ ), пичоқнинг бир марта айланиш даври узунлиги ( $T$ ), босим ҳосил қилувчи баландлик ( $H$ ) параметрлар мақбул вариантларини тўғри танлаш асосида айланишлар сони, куч моменти ва механик қувватга таъсир самарадорлигини оширишдан иборат.

**Калит сўзлар:** Турбина, винт, генератор, гидравлик қувват, тишли, самарадорлик, винт пичоқлари.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ВИНТОВОЙ ТУРБИНОЙ

**Алишер ДАВИРОВ**

Старший преподаватель Национального  
исследовательского университета «ТИИИМСХ»,  
PhD

**Дилшод КАДИРОВ**

Заведующий кафедрой Национального  
исследовательского университета «ТИИИМСХ»,  
DSc

**Аннотация:** Микрогидроэлектростанции с винтовыми турбинами, работающими на водотоках низкого давления, представляют собой новую форму малой гидроэнергетики. Определены структурные параметры микроГЭС с двумя параллельными винтовыми турбинами, работающими в потоках воды низкого давления, и оптимальные значения. Цель проведенных научных исследований – определение наружного диаметра винтовой турбины ( $d$ ), внутреннего диаметра ( $d_1$ ), общей длины винта ( $L$ ), количества лопаток ( $n$ ), угла наклона винта ( $\alpha$ ), длина одного оборота лопасти ( $S$ ), высота ( $H$ ) генератора давления - для повышения эффективности воздействия на число оборотов, крутящий момент и механическую мощность на основе правильного выбора оптимальных параметров.

**Ключевые слова:** Турбина, винт, генератор, гидравлическая мощность, редуктор, КПД, лопасть винта.

## MODELING OF DESIGN PARAMETERS OF A SCREW TURBINE FOR A MICROHYDRO POWER PLANT

**Alisher DAVIROV**

Senior teacher of "TIAME" National Research University, PhD

**Dilshod KODIROV**

Head of the Department of "TIAME" National Research University, DSc

**Abstract:** Microhydroelectric power plants with screw turbines operating on low-pressure watercourses represent a new form of small-scale hydropower. Modeling of the design parameters of a micro-hydroelectric power station with two parallel screw turbines operating in low-pressure water flows, and the optimal values were determined. The purpose of the conducted scientific research is the screw turbine outer diameter ( $D_o$ ), inner diameter ( $D_i$ ), total length of the screw ( $L$ ), the number of blades ( $N$ ), the angle of inclination of the screw ( $\alpha$ ), the length of one revolution of the blade ( $S$ ), the height ( $H$ ) of the pressure generator is to increase the efficiency of the impact on the number of revolutions, torque and mechanical power based on the correct selection of optimal options.

**Keywords:** Turbine, screw, generator, hydraulic capacity, gear, efficiency, screw blade.

**Кириш.** Замонавий гидроэнергетика бошқа муқобил энергия манбалариганисбатанэлектрэнергиясини ишлабчиқаришнингэнгтежамкор ва экологик тоза усули ҳисобланади. Кичик гидроэнергетика бу йўналишда янада самаралироқ ва фойдали иш коэффициенти жиҳатдан ишончли манба ҳисобланади. Микро ва кичик гидро электр станциялари нафақат фойдаланиш босқичида, балки қурилиш жараёнида ҳам табиий ландшафтни, атроф-муҳитни сақлаб қолиш имконини беради. Микро ва кичик гидро электр станциялар катта тўғонли гидро электр станцияларидан фарқли ўлароқ атроф-муҳитга салбий таъсир кўрсатмайди [1, 2]. Қишлоқ хўжалиги, енгил саноат ва бошқа электр истеъмолчилари учун муқобил энергия манбалари ҳисобланадиган микро гидро электр станциялардан самарали фойдаланиш янги инновацион технологияларни жорий этиб ривожлантиришга ижобий ҳисса қўшмоқда. Винт турбинали микро гидро электрстанциялар электр истеъмолчилари учун электр таъминотида глобал ечим бўлмаслиги мумкин, лекин иқтисодий ва экологикафзалликларга эга қайта тикланадиган энергия манбасини таклиф қилади [1, 2]. Бу ўринда гидротурбиналарни ишлаб чиқиш, уни ривожлантириш бўйича қилинаётган амалий ишлардан Архимед винтли турбинасини такомиллаштириш бўйича олиб борилаётган тадқиқотлар соҳани янада ривожлантиришнинг муҳим масаласи ҳисобланади [1-5]. Винтли турбиналарнинг авфзалликлари бошқа турдаги турбиналарга нисбатан техник хизмат кўрсатиш харажатларининг пастлиги, механик фойдаланиш қулайлиги ҳамда бошқа турдаги турбиналардан фойдаланиб бўлмайдиган жойлар учун яхши танлов эканлиги билан фарқ қилади [3, 4].

Архимед винтли гидротурбиналар суюқликни юқорига кўтариш учун эмас балки улар суюқликни пастга қараб ўтказиши орқали ҳосил бўладиган момент натижасида қувват ишлаб чиқаради [1, 3, 6]. Паст босимли сув оқимларида ишловчи бу турбиналар самарадорлиги 60-80 % гача

кўрсаткични ташкил қилади ҳамда сув сарфи  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  гача, сув оқим босими  $10 \text{ m}$  гача бўлган жойларда ўрнатиш тавсия этилади [1, 7].

Усуллар. Турбиналарни ҳисоблашда ва танлашда босим ҳосил қилувчи баландлик  $H$ , қуввати  $P$  ҳамда фойдали иш коэффициенти  $\eta$  асосий параметр ҳисобланади. Турбинанинг босим ҳосил қилувчи баландлиги қуйидаги формула билан ҳисобланади [8]:

$$H = H_{st} + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} - h_q \quad (1)$$

бунда  $H_{st} = Z_1 - Z_2$  - таъминловчи ва қабул қилувчи сув сифимлари сатҳларининг айирмаси;

$v_1, v_2$  - булар системага кирадиган ва чиқадиган оқим тезликлари;

$h_q$  - сув келишидаги, турбина жойлаштирилган қувурлардаги ва ташқи қаршилиқларда йўқотилган босим;

$g$  - эркин тушиш тезланиши.

Сув оқимининг қуввати эса қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$N_c = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_c}{1000} \quad (2)$$

бунда  $Q$  - сув сарфи;  $H_c$  - оқимнинг босими;  $\gamma$  - солиштирма оғирлик [8].

$$H_c = H_{st} + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} \quad (3)$$

Турбина валида ҳосил бўладиган қувват қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$N_T = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_c}{1000} \cdot \eta_T \quad (4)$$

бунда  $H_{st} = Z_1 - Z_2$  турбина ғилдирагининг тўлиқ фойдали иш коэффициенти [8].

Турбинанинг фойдали иш коэффициенти  $\eta_T$  сув сарфига  $Q$  боғлиқ. Агар фойдали босим  $H$  камаядиган бўлса турбинанинг фойдали иш коэффициенти сезиларсиз даражада ўзгаради [1, 3, 4, 9]. Сув сарфи  $Q$  минималдан пастроқ бўлса турбина ишламайди. Сув сарфи  $Q$  ва фойдаланиладиган сув сарфи  $Q_A$  бўлганда

$$q = \frac{Q - Q_{min}}{Q_A} \quad (5)$$

қуйидаги эмпирик тенгламалар орқали турбинанинг фойдали иш коэффициенти  $\eta_T$  қуйидаги қийматга тенг бўлади [9]:

$$\eta_T = \begin{cases} 0 \frac{q}{a_1 + a_2 \cdot q + a_3 \cdot q^2} & \text{uchun } Q \leq Q_{min} < Q_A \\ \frac{q}{a_1 + a_2 \cdot q + a_3 \cdot q^2} & \text{uchun } Q_{min} < Q < Q_A \\ \eta_{TN} \frac{q}{a_1 + a_2 \cdot q + a_3 \cdot q^2} & \text{uchun } Q_A \leq Q < Q_A \end{cases} \quad (6)$$

Турбинанинг фойдали иш коэффициенти турбинага бериладиган механик қувват орқали ифодаланганда:

$$P_{mex} = \eta_T \cdot P_{chiq} \quad (7)$$

бунда  $P_{mex}$  турбинанинг механик қуввати;  $P_{chiq}$  - турбинанинг чиқувчи қуввати.

Архимед винт турбинали микро гидроэлектр станциялардан паст босимли сув оқимларида ёки босим ҳосил қилувчи баландлик деярли ноль бўлган жойларда ҳам фойдаланилади. Винтли турбиналар суюқликнинг кинетик ва потенциал энергияларидан фойдаланади ҳамда бу энергия винтни айлантириш ва момент ҳосил қилиш жараёнида механик ишга айланади. Винтларга бириктирилган генератор ҳосил бўлган механик энергияни электр энергияга айлантиради. Винтли турбиналарда ташқи диаметр ( $D_o$ ), ички диаметр ( $D_i$ ), винтни умумий узунлиги ( $L$ ), пичоқлар сони ( $N$ ), винтнинг қиялик бурчаги ( $\eta_T$ ), пичоқнинг бир марта айланиш давр узунлиги ( $S$ ), босим ҳосил қилувчи баландлик босим ҳосил қилувчи баландлик ( $H$ ) ва сув сарфи ( $Q$ ) ушбу параметрлар мақбул вариантларини танлаш асосида самарадорлик ва механик қувватни ошишига эришилади [1, 3, 4, 10].

Турбинага уриладиган минимал сув сатҳи  $Z_{min}$ , максимал сув сатҳи яъни парракларнинг тўлиқ сувга ботиши (сув тошиб кетмасдан)  $Z_{max}$  ва парракларни айлантириш учун керак бўладиган мақбул ҳақиқий сув сатҳи  $Z_{wl}$  билан аниқланади (1-расм) ҳамда ўлчовсиз (нисбий) сув тўлдириш баландлиги ( $f$ ) билан боғлиқлигини куйидаги формулалардан кўриш мумкин:

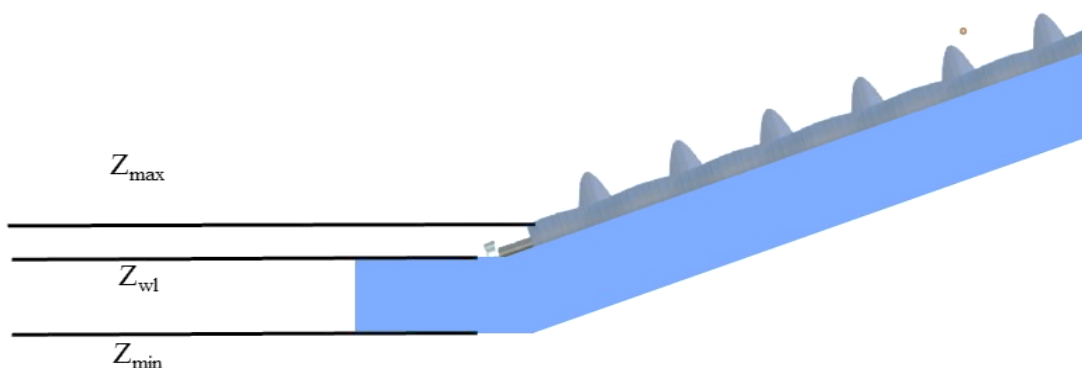
$$Z_{min} = -\frac{D_o}{2} \cdot \cos(\beta) - \frac{S}{2} \cdot \sin(\beta) \tag{8}$$

$$Z_{max} = \frac{D_i}{2} \cdot \cos(\beta) - S \cdot \sin(\beta) \tag{9}$$

Тўлдириш фактори  $f$  ни нисбий сатҳ сифатида киритиш орқали ҳақиқий сув сатҳини куйидагича аниқлаш мумкин:

$$Z_{wl} = Z_{min} + \frac{Z_{wl} - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}} (Z_{max} - Z_{min}) = Z_{min} + f(Z_{max} - Z_{min}) \tag{10}$$

Агар (2.20) формуладаги ҳақиқий сув сатҳини топишда ўлчовсиз (нисбий) сув тўлдириш баландлиги  $f=0$  бўлса  $Z_{wl} = Z_{min}$ , 1 бўлса  $Z_{wl} = Z_{max}$ ,  $f>1$  бўлса, парракни сувга ботиш даражаси 100% дан ошиб кетади, бу эса сувни марказий цилиндрнинг юқори қисмидан тошиб кетиши сувнинг исрофига ҳамда турбина айланиш тезлигининг пасайишига олиб келади.



**1-расм.** Сувнинг парракларга урилиш ҳолатлари.

Парракларга уриладиган сув ҳажми ( $dV$ ) паррак юқори ва куйи текисликларнинг қўшни нуқталарини боғлайдиган «w» ўқига параллел равишда аниқланиши мумкин. Бунда  $\theta$  – бурчак жойдашуви 0 дан  $2\pi$  оралиғида ҳамда  $r$  – радиал жойлашуви эса  $D_i/2$  дан  $D_o/2$  оралиғида қабул қилинади [1, 10] ва парракка тўлиқ уриладиган сувнинг умумий ҳажмини куйидагича аниқлаш мумкин:

$$dV = \begin{cases} 0 \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 > Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} < Z_2 \\ \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 \leq Z_2 \text{ va } Z_{wl} \leq Z_2 \\ \frac{S}{N} r dr d\theta \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} & Z_1 < Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} > Z_2 \end{cases} \quad (11)$$

$$V = \int_{r=\frac{D_i}{2}}^{r=\frac{D_o}{2}} \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} dV \quad (12)$$

Винт парракларига уриладиган сув ҳажмини аниқлаб олгач, винтнинг спиралсимон текисликларига сув босимининг урилиши натижасида ҳосил бўладиган куч моментини топиб оламиз. Винт паррагининг текислик юзасидаги пастки ( $Z_1$ ) ва юқори ( $Z_2$ ) сув кириш сатҳларининг статик шароитларни ҳисобга олган ҳолда текислик юзаларининг исталган нуқтасидаги гидростатик босим ( $p$ ) қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$p_1 = \begin{cases} \rho g (Z_{wl} - Z_1) & Z_1 < Z_{wl} \\ 0 g (Z_{wl} - Z) & Z_1 \geq Z_{wl} \end{cases} \quad (13)$$

$$p_2 = \begin{cases} \rho g (Z_{wl} - Z_2) & Z_2 < Z_{wl} \\ 0 g (Z_{wl} - Z) & Z_2 \geq Z_{wl} \end{cases} \quad (14)$$

Винт текислик юзаларидаги аниқ босим парракнинг юқори ва қуйи оқим юзаларидаги босимлар ўртасидаги фарқдир. Шунинг учун, агар  $p_1$  ва  $p_2$  текислик юзасининг ҳар бир томонидаги босим сифатида қабул қилинса, винт текислик юзасининг ҳар бир элемент майдонидаги аниқ моментни ( $dT$ ) ва битта парракдаги умумий моментни ( $T$ ) барча сув остидаги юзалар бўйлаб умумий моментни ҳисоблаш мумкин:

$$dT = (p_1 - p_2) \frac{S \theta}{2 \pi} r dr d\theta \quad (15)$$

$$T = \int_{r=\frac{D_i}{2}}^{r=\frac{D_o}{2}} \int_{\theta=0}^{\theta=2 \pi} dT \quad (16)$$

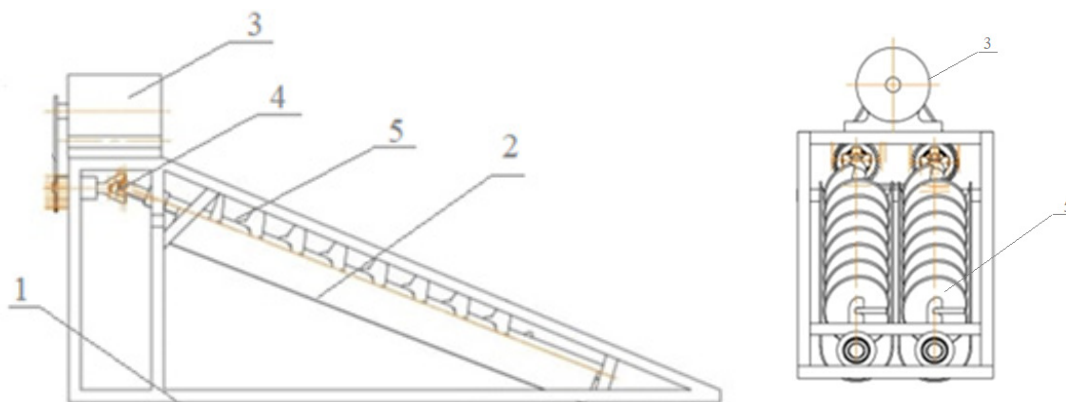
Винтнинг тўлиқ узунлиги учун гидростатик босим натижасида ҳосил бўлган умумий момент пичоқларнинг умумий сонига боғлиқ ва уни қуйидагича ҳисоблаш мумкин [1, 3, 10]:

$$T_{umumiy} = T \left( \frac{NL}{S} \right) \quad (17)$$

бунда  $N$  — пичоқлар сони;  $L$  — винт умумий узунлиги;  $S$  — пичоқнинг бир марта айланиш давр узунлиги;  $T$  — битта парракдаги момент.

Натижалар. Ҳисоб-китоблар бугунги кунга қадар амалга оширилган адабиётларни ўрганиш асосида амалга оширилди. Бу ҳисоб-китоблар гидравлик машина устида бир неча мақолалар, журнал ва китобларда келтирилган маълумотлар [1, 2, 4-6, 9-10] асосида ишлаб чиқилган математик модел асосида параллел винтли гидротурбинанинг кичик моделини ишлаб чиқилди.

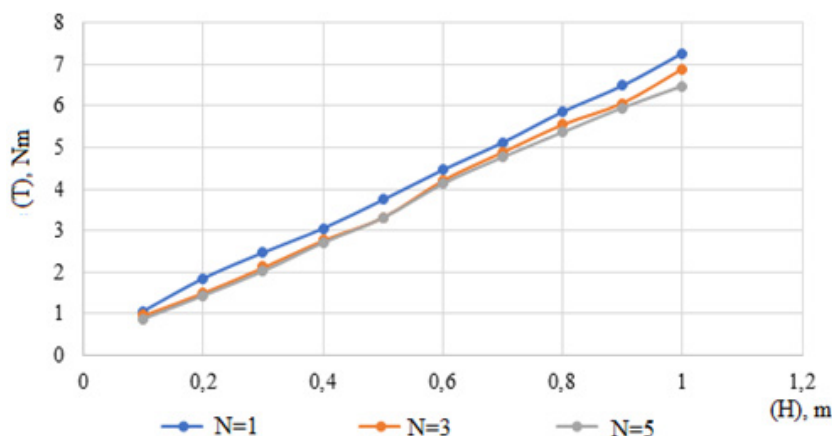




**2-расм.** Иккита параллел винт турбинали микро гидроэлектр станциянинг кичик модели.

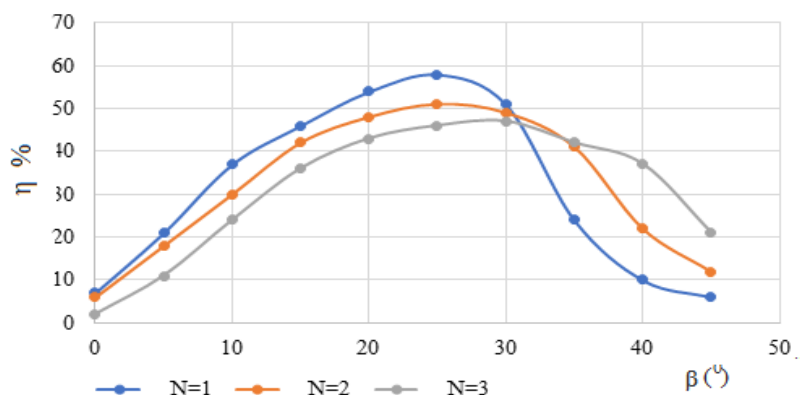
**1-қурилма асоси, 2-турбина латоги, 3-генератор, 4-турбина ва шкив боғланган қисмини тўғирловчи вал, 5-винт**

Паст босимли сув оқимларида ишловчи винт турбинали микро гидроэлектр станциянинг кичик модели, самарадорлиги юқори бўлишида асосий ўрин тутадиган параметрларини таққослаш орқали ишлаб чиқилди. Дастлабки таққослаш натижалари турбина валига спиралсимон пайвандланган пичоқларнинг сони бўйича олиб борилди, босим ҳосил қилувчи баландлиги  $H=0,1$  дан 1 м гача қийматларда момент ва қувватнинг ўзгаришига таъсир қилувчи параметрлар таққосланди.



**3-расм.** Пичоқлар сони ўзгарганда куч моментининг ўзгариш графиги.

Пичоқлар сонини қиялик бурчакларига нисбатан текширилганда винт узунлигини 1 м, 2 м ва 2,5 м узунликларда ва винтнинг пичоқлари сонини  $N=1$ ,  $N=3$ ,  $N=5$  қўйиб қўрилганда қиялик бурчаги 30 градусгача бўлганда 1 пичоқли винтли турбинанинг фойдали иш коэффициенти юқори чиққанини кўришимиз мумкин (3-расмда).



#### 4-расм. Пичоқлар сони ва қиялик бурчаги ўзгариши остида фойдали иш коэффициенти ўзгариши

**Хулосалар.** Ушбу ишда винтли турбинанинг самарадорлигини ортишига таъсир қилувчи конструктив параметрларини модели ўрганилди. Винт паррагининг текислик юзасидаги пастки ( $Z_1$ ) ва юқори ( $Z_2$ ) сув кириш сатҳларининг статик шароитларни ҳисобга олган ҳолда текислик юзаларининг исталган нуқтасидаги гидростатик босим ( $p$ ) таъсири тадқиқ қилинди.

Турли параметрли Архимед винтли турбиналар ўрганилди ва винтли турбинанинг самарадорлигини оширувчи конструктив параметрларини таққослаш орқали мақбул қийматлари қабул қилинди. Натижада механик қувватни ошириш мақсадида иккита параллел турбинанинг битта генераторга узатма орқали уланган кичик модели ишлаб чиқилди.

#### Фойдаланилган манбалар

1. Yoosef Doost A. and Lubitz W.D. "Archimedes screw turbines: A sustainable development solution for green and renewable energy generation-a review of potential and design procedures," *Sustain.*, vol. 12, no. 18, p. 7352, Sep. 2020, doi: 10.3390/SU12187352.
2. Davirov A., Kodirov D., Tukhtaeva R., Ibragimov I., Uroкова N., Development and testing of a laboratory model of a two-turbine small hydroelectric power plant, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1142, 012018 (2023).
3. Shahverdi K., Reyhaneh Loni, Ghobadian B., Monem M.J., Gohari S., Marofi S., Najafi G. (2019). Energy harvesting using solar ORC system and Archimedes Screw Turbine (AST) combination with different refrigerant working fluids. *Energy Conversion and Management* 187 (2019) 205–220.
4. Davirov A., Kodirov D., Mamadiyev X. Study on screw turbine of the micro hydroelectric power plant working in low pressure water flows, *E3S Web of Conferences* 434, 01011 (2023).
5. Rosly Z., Azahari N.S., Mu'tasim M.A.N., Oumer A.N., Rao N.T., Parametric study on efficiency of archimedes screw turbine, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences* 11, 10904-10908 (2016).
6. Senior J.A. "Hydrostatic Pressure Converters for the Exploitation of very Low Head Hydropower Potential," University of Southampton, Southampton, K, 2009. Accessed: May 12, 2020.
7. Rorres C., *Archimedes in the 21st Century: Proceedings of a World Conference at the Courant Institute of Mathematical Sciences*. Cham: Springer Basel AG, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-58059-3.
8. Латипов Қ., Эргашев С. Гидравлика ва гидромашиналар. Ўқув қўлланма. – Тошкент, 1986.
9. Фолькер Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии. Технология-Расчеты-Моделирование Учебник. Астана – 2013. 318 с
10. Shahverdi K., Loni R., Ghobadian B., Bellos E., Gohari S., Marofi S. Numerical Optimization Study of Archimedes Screw Turbine (AST): A Case Study.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12664948>

## ГЭСЛАРДАГИ ТУРБИНАЛИ ҚУВУРЛАРДА СУВ-ҲАВО АРАЛАШМАСИНИ ЎЛЧАШ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШ ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ДАТЧИГИНИНГ МЕТРОЛОГИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

<b>Яъқубжон Чўллийев</b>	“ТИҚХММИ ” Миллий тадқиқот университети, PhD
<b>Фаррух Кўчаров</b>	“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети таянч докторанти
<b>Гулшода Маматова</b>	“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети магистранти

**Аннотация:** Ушбу мақолада ГЭС иншоотларидаги босимли қувурларда сув-ҳаво аралашмаси ҳосил бўлганда сув ва ҳаво нисбатини ташхислаш тизимини ишлаб чиқиш бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган. Қувурларда сув-ҳаво аралашмасини ўлчашда ўта кичик сифимларни ўлчаш датчигидан фойдаланиш самарали, ўлчаш аниқлиги юқори ва нархи арзон бўлган ўлчаш ва назорат қилишнинг интеллектуал тизими метрологик характеристикалари келтирилган.

**Калит сўзлар:** хатолик, сув-ҳаво аралашмаси, иммитация

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДАТЧИКА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ВОДОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ТРУБАХ ТУРБИН ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

<b>Якубжон Чуллийев</b>	Национальный исследовательский университет «Тииимсх», PhD
<b>Фаррух Кочаров</b>	Докторант Национального исследовательского университета «Тииимсх»
<b>Гулшода Маматова</b>	Магистрант Национального исследовательского университета «Тииимсх»

**Аннотация:** В данной статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке системы диагностирования водовоздушного соотношения при образовании водовоздушной смеси в напорных трубах объектов ГЭС. Представлены метрологические характеристики интеллектуальной системы измерения и

контроля, обладающей эффективностью, высокой точностью измерения и низкой стоимостью, использующей микроемкостной датчик при измерении водовоздушной смеси в трубах.

**Ключевые слова:** погрешность, водно-воздушная смесь, имитация.

## METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF AN INTELLIGENT SENSOR FOR MEASURING AND MONITORING THE WATER-AIR MIXTURE IN PIPES OF TURBINES OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS

<b>Yaqubjon CHULLIYEV</b>	“TIIAME” National Research University, PhD
<b>Farrukh KOCHAROV</b>	Doctoral student of “TIIAME” National Research University
<b>Gulshoda MAMATOVA</b>	Graduate student of “TIIAME” National Research University

**Abstract:** *This article presents the results of theoretical and experimental studies on the development of a system for diagnosing the water-air ratio during the formation of a water-air mixture in pressure pipes of hydroelectric power station facilities. The metrological characteristics of an intelligent measurement and control system with efficiency, high measurement accuracy and low cost, using a microcapacitive sensor when measuring the water-air mixture in pipes, are presented.*

**Keywords:** *error, water-air mixture, imitation.*

### Кириш.

Инсон пайдо бўлгандан буён табиатдаги энергия манбалари бўлмиш қуёш, шамол, сув манбалари ва бошқаларни кузатиб келган.

Мамлакатимизда биринчи бўлиб қайта тикланувчи энергия манбаларидан бири бўлган сув энергиясидан фойдаланиш, 1926 йили Бўзсув гидроэлектр станциясини ишга туширишдан бошланган. Ноанъанавий ва қайта тикланувчи энергия манбаларига қизиқиш ва улардан фойдаланиш, мисли кўрилмаган тусда ўзига хос равишда тобора оммалашиб бормоқда.

Масаланинг мураккаблиги шундан иборатки, ГЭС агрегатларининг ишчи ғилдирагидаги босимни ўлчаш ва назорат қилиш қийин масалалардан биридир [16,17]. Бу эса кичик кучланишли автоном электр манбаидан таъминланадиган ҳар хил физик табиатга эга бўлган интеллектуал датчикларни (электр, магнит, механик, гидравлик ва ҳ.к) яратиш ва ишлаб чиқишни тақоза этади.

Материаллар ва методлар.

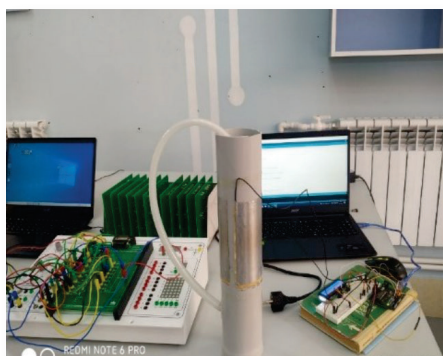
Ушбу мураккаб масаланинг ечими нейрон занжирлар, сунъий

интеллект ва аналог ҳамда ўхшашлик каби назарияларни татбиқ этишнинг ҳар хил физик табиатли интеллектуал датчикларнинг асоси бўлган физик эффектларни умумлаштирадиган энергоинформацион модел назариясини ишлаб чиқишни талаб этади. Кичик габарит ўлчамга эга бўлган, контактсиз ўлчаш ва назорат қилиш интеллектуал датчикларини фаол равишда жорий этиш [1,2,5]. Ўлчаш диапазони қиймати, калибрлаш коэффициенти ва ҳ.к. параметрларини тўлиқ сақлашда акс эттиради. Аммо амалда эса интеллектуал датчикларнинг чиқиш сигнали ташқи таъсирлар ўзгаришини тўлиқ акс эттира олмайди. Бунинг асосий сабабларидан бири датчик схемаси ёки конструкциясида ёки сигналларнинг чексиз юқори тезликда узатилишига имкон бермайдиган ташқи таъсирлар манбаидан ҳам иборат бўлиши мумкин.

Демак, бошқача таърифлаганда ҳар қандай интеллектуал датчик вақтга боғлиқ бўлган қандайдир параметрларга эга бўлиб бундай боғлиқликлар динамик характеристика орқали тадқиқ этилади. Агар ишлаб чиқилган интеллектуал датчик конструкцияси чекланган реакция билдириш тезлигига эга бўлса, у ҳолда ташқи таъсирнинг ҳақиқий қийматидан фарқ қиладиган қийматни акс эттириши мумкин. Бу эса интеллектуал датчикнинг динамик хатолиги мавжудлигини кўрсатади.

Статик хатоликдан фарқли равишда динамик хатолик ҳар доим вақт билан боғлиқ. Интеллектуал ўлчаш тизими таркибига кирадиган маълум бир динамик хатоликка эга бўлган интеллектуал датчик ташқи таъсирнинг реал қийматини акс эттиришни кечиктириши ёки занжирда тебранма жараён пайдо бўлишига олиб келади [1,3,5,6]. Ишлаб чиқилган интеллектуал датчикнинг ташқи таъсирнинг реал қийматини акс эттириш ҳолатини тадқиқ этиш учун қуйидаги 1-расмда келтирилган экспериментал стендан фойдаланилди.

Ушбу имитация қилиш стендда сунъий равишда сув - ҳаво аралашмасини ҳосил қилиш, агрегатларнинг айланиш тезлиги ўзгариши, турбинали қувурларда сув сарфининг ўзгариши каби боғлиқликларни тадқиқ этиш имконияти мавжуд [1,2,3,4,5,6,7,8].



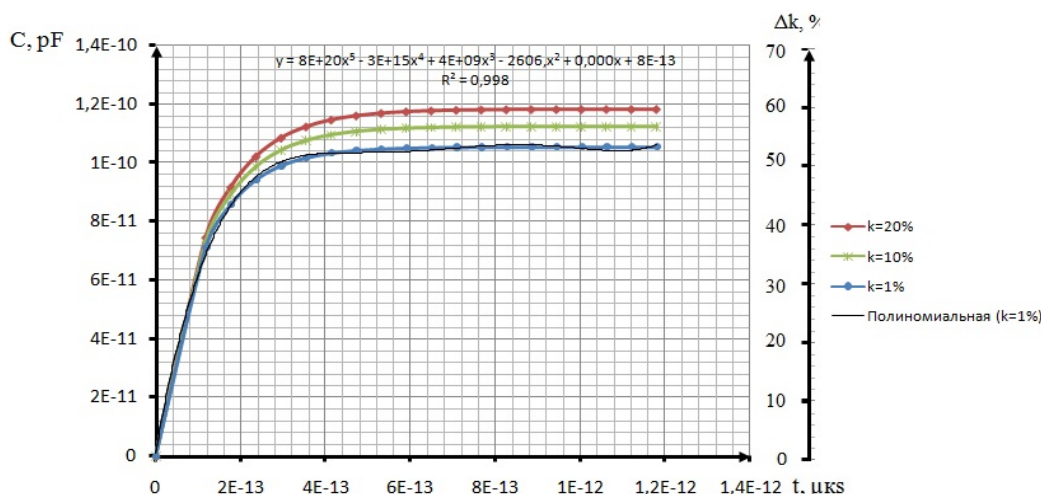
**1-расм. Экспериментал стенднинг умумий кўриниши.**

Экспериментал тадқиқот натижалари

Тадқиқотлар олиб бориш жараёнида диаметри 25мм бўлган қувурдаги ҳаво-сув нисбати K турли қийматларга эга бўлганда интеллектуал датчикнинг жавоб бериш вақти t қийматини аниқлаймиз. Бунинг учун эса қуйидаги ифодалардан фойдаланамиз.

$$t = R_1 \cdot \tilde{N} = R_1 \frac{\pi \cdot (R + a) \cdot \varepsilon_0 \cdot [k \cdot \varepsilon_h + \varepsilon_s(1 - k)] \cdot l}{d + 2(R + a) \cdot \sin \varphi} \tag{1}$$

Ушбу ифодадан фойдаланиб қуйидаги графикларни ҳосил қиламиз.



2-расм. Сиғимнинг вақтга боғлиқлик (C<sub>x</sub>) графиги.

Графиклардан маълумки, босимли қувурларда сув-ҳаво аралашмаси коэффиценти k=10% ни ташкил этса ишчи филдиракка келаётган сув сарфининг 12%га камайиши кўрсатади[18].

Махсус ясалган кучайтиргичлар ёрдамида босимли ёки сув келиш қувуридаги сиғим ўзгариши тадқиқотлари олиб борилди. Экспериментал тадқиқотлар асосида ушбу ўлчаш усулининг нисбий хатолиги ҳисобланди ва унинг графиги қуйидаги 3 – расмда келтирилган.





Экспериментал иш учун пласмасса идиш ичидаги ҳарорат  $T = 23 \pm 0,50$  С; сув зичлиги  $\rho = 995$  кг / м<sup>3</sup> (мувозанат гидрометри), ёпишқоқлиги  $\mu = 0,900 \cdot 10^{-3}$  кг/(м/с) ва сирттаранглиги  $\sigma = 72,80 \cdot 10^{-3}$  Н/м. Махсус ясалган кучайтиргичлар ёрдамида махсус идишдан сув олувчи қувурдаги сиғим ўзгариши тадқиқотлари ҳам олиб борилган [1,4,7,10,11,12,18].

### Хулоса

Сув-ҳаво аралашмаси ёки ҳаво пуфакчалари ҳажмини ва унга тенг келадиган радиусни аниқлаш учун иккита ўлчов усули баҳоланди.

Ушбу мақолада сунъий равишда сув-ҳаво аралашмасини ҳосил қилиш махсус идишдан сўрувчи ва босимли қувурларда сув сарфи, ўзгариши ҳамда нисбий хатоликлар ва сиғимнинг ҳаво ҳажми билан боғлиқлик метрологик характеристикаларнинг турли усуллари кўриб чиқилди.

ГЭС агрегатларида ҳосил бўладиган ҳаво пуфакчалар туфайли маълум юзада сув-ҳаво нисбатдан фойдаланиб сувда ҳосил бўладиган жуда кичик сув-ҳаво аралашмаси ўлчаш уни олдиндан ташхислаш имкониятини яратади.

### Фойдаланилган манбалар.

1. Baratov R., Chulliyev Y., Bon T., Abdullayev M. Smart system for cavitation cause measurement and control in irrigation pump// 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1142 012011 DOI 10.1088/1755-1315/1142/1/012011
2. Baratov R., Bon T., Chulliyev Y., Shoyimov Yu., Abdullayev M. Modeling and simulation of water levels control in open canals using Simulink// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939(2021) 012028 IOP Publishing, DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012028
3. Baratov R.J., Chulliyev Ya.E., Ruziyev S. 2021 Smart system for water level and flow measurement and control in open canals, E3S Web of Conferences 264, 04082. DOI:[10.1051/e3sconf/202126404082](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404082)
4. Баратов Р.Ж., Чўллийев Я.Э. Моделирование контроля уровня воды в аванкамере насосных станций с помощью Simulink // Научно-технический журнал «Узбекгидроэнергетика». Ташкент, 2021, №3(11). -С.76-79. (Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарори 30.09.2020г., №286/8).
5. Баратов Р.Ж., Чўллийев Я.Э., Бегматов М., Кўчаров Ф.// Гидроэнергетика объектларида фойдаланиладиган айланувчи механизмлар қувватини ўлчаш усуллари “Ўзбекгидроэнергетика журнали” II (18) июль 2023й. 28-32б.
6. Баратов Р.Ж., Чўллийев Я.Э. Кавитация жараёнини ўлчаш ва назорат қилишнинг интеллектуал тизими// Монография Тошкент-2023й.
7. Gapparov A.U., Chulliev Ya.E., Niyozov J.X. Sxemasi keltirilgan

elektr zanjirning dasturiy ta'minotini C++ Dasturlash tilida ishlab chiqish// "Agrosanoat tarmoqlarida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish muammolari" Mavzusidagi halqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari, Tashkent 2018 йил, 781-783 бетлар.

8. R. Balasubramanian, S. Bradshaw, and E. Sabini, "Influence of impeller leading edge profiles on cavitation and suction performance," in Proceedings of the 27th International Pump Users Symposium, pp. 1–11, Houston, Tex, USA, September 2011.

9. S. Christopher and S. Kumaraswamy, "Identification of critical net positive suction head from noise and vibration in a radial flow pump for different leading edge profiles of the vane," Journal of Fluids Engineering, vol.135, no. 12, ArticleID121301, 2013.

10. T. Rus, M. Dular, B. Širok, M. Hošcevar, and I. Kern, "An investigation of the relationship between acoustic emission, vibration, noise, and cavitation structures on a Kaplan turbine," Journal of Fluids Engineering, vol.129, no. 9, pp. 1112–1122, 2007.

11. M. Čudina and J. Prezelj, "Detection of cavitation in operation of kinetic pumps. Use of discrete frequency tone in audible spectra," Applied Acoustics, vol. 70, no. 4, pp. 540–546, 2009.

12. Ning Zhang, Minguan Yang, Bo Gao, and Zhong Li. Vibration Characteristics Induced by Cavitation in a Centrifugal Pump with Slope Volute. Hindawi Publishing Corporation Shock and Vibration Volume 2015, Article ID 294980, 10 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/294980>.

13. T. Minggao, W. Yong, L. Houlin, W. Xianfang, and W. Kai, "Effects of number of blades on flow induced vibration and noise of centrifugal pumps," Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, vol.30, no. 2, pp.131–135, 2012.

14. Kotb, A. Cavitation detection in variable speed pump by analyzing the acoustic and vibration spectrums / A. Kotb, A.M. Abdulaziz // Engineering, 2015. - no.7. - pp.706-716.

15. Лепешкин, А. В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод: учебник / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2017. — 446 с.

16. Полуэктов, Д.А. Численное моделирование кавитационных явлений в центробежном насосе / Д.А. Полуэктов, В.О. Ломакин, Е.В. Краева // Вестник машиностроения, 2016. - №2. - С. 3-5.

17. Хангильдин, Т.В. Повышение эффективности работы насосно-энергетических агрегатов на основе разработки сильфонных компенсаторов: Дисс. канд. техн. наук: 25.00.19 / Хангильдин Тагир Вадимович. – Уфа, 2004.

18. Я.Э. Чўллиев., Насос станциялари бошқарув тизимлари учун кавитацияни ўлчаш ва назорат қилишнинг интеллектуал датчиги. Автореферати. 2023й 43б.

УЎК 626.83/84

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12664948>

## КАНАЛЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ ДАВРИДА МУАЛЛАҚ ОҚИЗИҚЛАРНИНГ САЛБИЙ ТАЪСИРИНИ КАМАЙТИРИШ ЧОРА-ТАДБИРЛАРИ

<b>Шайдобек ҚУРБОНОВ</b>	“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети ассистенти
<b>Азиз ЯВОВ</b>	“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети БТРБ ассистенти

**Аннотация:** Ушбу мақолада Аму-Бухоро машина каналининг эксплуатацион ҳолати ҳамда ундаги мавжуд гидротехник иншоотларга таъсир қилувчи муаллақ оқизиклар миқдори ва ўлчамлари ўрганилган. Канал таркибидаги гидротехник иншоотлар ва уларнинг ҳолатини дала шароитида ўрганиш натижасида олинган маълумотлар таҳлил қилинган ва уларнинг лойиҳавий қийматлари билан таққосланиб керакли чора-тадбирлар тавсия қилинган. Шунингдек, мавжуд муаллақ оқизиклардан тозалаш қурилмаларини такомиллаштириш бўйича таклифлар берилган.

**Калит сўзлар:** муаллақ оқизиклар, машина канали, насос станцияси, аванкамера, йиғув механизми.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗВЕШЕННЫХ СТОКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАНАЛОВ

<b>Шайдобек КУРБАНОВ</b>	Ассистент Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»
<b>Азиз ЯВОВ</b>	Ассистент Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»

**Аннотация:** В данной статье рассматривается эксплуатационное состояние Аму-Бухарского машинного канала, а также количество и размеры взвешенных сбросов, воздействующих на существующие гидротехнические сооружения в нем. Проанализирована информация, полученная в результате исследования гидротехнических сооружений на канале и их состояния в полевых условиях, и рекомендованы необходимые мероприятия в сравнении с их проектными значениями. Также даны предложения по совершенствованию существующих сооружений по очистке взвешенных веществ.

**Ключевые слова.** Наносы, машинный канал, насосная станция, лопастная камера, сборный механизм.

## MEASURES TO REDUCE THE NEGATIVE IMPACT OF SUSPENDED EFFLUENTS DURING THE USE OF CANALS

<b>ShaydobeK KURBANOV</b>	Assistant of “TIAME” National Research University
<b>Aziz YAVOV</b>	Assistant of “TIAME” National Research University

**Abstract:** This article examines the operational condition of the Amu-Bukhara machine canal, as well as the quantity and size of suspended discharges affecting the existing hydraulic structures within it. The information obtained from field studies of the hydraulic structures on the canal and their condition was analyzed, and necessary measures were recommended in comparison with their design values. Suggestions for improving the existing facilities for cleaning suspended substances were also provided.

**Keywords:** Sediments, machine canal, pumping station, blade chamber, collection mechanism.

Бугунги кунда Республика бўйича жами суғориш каналларининг узунлиги 28458 км бўлиб, шундан тупроқ ўзанли 18718 км, бетон қопламали 9203 км, лоток тармоқли 536 км, улардаги гидротехник иншоотлар сони эса 54432 тани ташкил этади. Жумладан Бухоро вилояти бўйича 1721 км узунликдаги суғориш каналлари мавжуд бўлиб, энг йириги Аму-Бухоро машина канали ҳисобланади. Унинг жами узунлиги 384.8 км ни ташкил этиб, Амударё сувини Бухоро ва Навоий вилоятларига экин далаларини суғориш учун етказиб беради. Каналга сув Амударёдан сувнинг мавсумий ўзгаришига қараб, биринчи ва иккинчи сунъий ўзанлар орқали олинади. Бу ўзанларнинг узунлиги 22 км ни ташкил этади. Сунъий ўзанлар мавсумий равишда Амударё сув сатҳининг ўзгаришига қараб очиб ёпилади [9].



**1-расм.** Амударёдан сув олувчи биринчи ва иккинчи сунъий ирмоқлар.

Маълумки, Амударё сувининг лойқалик даражаси ўта юқори бўлиб,

бу билан бирга муаллақ оқизиклар миқдори кўплиги эксплуатация жараёнида канални лойқа босиши, иншоотлар олди оқизиклар билан тўлиб қолиши каби муаммоларни вужудга келтирмоқда.

Аму-Бухоро машина каналининг ПК28+00 даги “Бош тўғон” сув олиш иншоотидан ПК137+00 да жойлашган иккилик сув тақсимлаш иншоотигача бўлган қисми Аму-Бухоро бош канали ҳисобланиб, унинг узунлиги 10.97 км ни ташкил этади. Каналнинг ушбу қисмида юқорида санаб ўтилган муаммолар ўта долзарб ҳисобланиб, юқори сарф-харажатни келириб чиқараётгани ҳеч кимга сир эмас. Бунга биргина мисол қилиб, 2019 йилда 8504 м<sup>3</sup> тупроқ ишлари режалаштирилганлиги, амалда эса 9539.8 м<sup>3</sup> тупроқ ишлари бажарилганлиги ҳамда бажарилган ишларга 10 млрд сўмга яқин маблағ сарфланганини айтиш мумкин [1,2,3].

Амударёда сув ўз йўлини ўзгартириши натижасида дарахт поялари ва илдизларининг оқиб келиб, панжара олдида кўндаланг ва бўйлама ҳолатда туриб қолиши ҳоллари кузатилган. Аму-Бухоро-2 насос станциясидаги аванкамера олдида ўрнатилган панжаралар олдида тўпланиб қолган оқизиклар олиниб, уларнинг таркибий қисми ўрганилганда қуйидагича натижалар олинган. Қамиш пояси ва илдизи- 53%, дарахт шохлари ва илдизлари- 29% ва бошқа турдаги оқизиклар (жониворлар, баклашка ва ҳар хил маҳаллий аҳолидан чиққан чиқиндилар)- 18% ни ташкил қилиши аниқланган.

Оқизикларнинг ўлчамларини ўлчаш натижасида олинган маълумотларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, оқизикларнинг асосий қисмининг қалинлиги 20 мм дан 60 мм гача (49%) бўлиши (1-жадвал) ва уларнинг узунлиги бўйича 201 мм дан 600 мм гача (57%) ни ташкил этади. Бундан ташқари оқизикларни тозалаб олиш даражаси қурилма тишларининг ўрнатилиш бурчагига ҳам боғлиқ бўлади[7,8].

**1-жадвал.** Оқизикларнинг диаметри бўйича тақсимланиши

Қалинлиги (диаметри) мм.	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	>100
Учраши %	12%	25%	24%	15%	14%	10%

**2-жадвал.** Оқизикларнинг узунлиги бўйича тақсимланиши

Узунлиги мм.	0-200	200-400	400-600	600-800	800-1000	>1000
Учраши %	8%	26%	31%	18%	11%	6%

АБК-2 каналида олинган маълумотлар шуни кўрсатадики бир кунда панжаралар олдида тўпланиб қолган оқизиклар миқдори айрим ҳолларда 350-500 кг ни ташкил қилади.

Оқизикларнинг катта миқдори 65-70% сув юзасида ва 0.5 м чуқурликда оқиб келиши тажрибалар ўтказиш даврида аниқланган. 20-25% сув сатҳидан 0.5-2.5 м чуқурликда, 5-15% сув сатҳидан 3-4.5 м



чукурликда оқиб келади ва панжаралар олдида тўпланиб қолади. Кузатишлар натижасида олинган маълумотларнинг таҳлили, панжаралар олдида тўпланиб қолган оқизикларни тозалаш олиб ташлаш учун қурилманинг параметрларини тўғри танлаш муҳим аҳамият касб этади[4].

Асосан оқизиклар машина каналлардаги насос станциясининг олиб келувчи канал қисмида ўрнатилган панжаралар олдида йиғилиб, оқим тезлигига бевосита таъсир кўрсатади. Натижада оқим тезлиги камайиши ҳисобига бутун канал трассаси бўйлаб лойқа чўкиши кузатилади. Бунинг натижасида йиғилиб қолган оқизиклар оқим тезлигига таъсир қилиб, каналда сув димланишига олиб келади [5,6]. Лойқалиги ўта юқори бўлган канал оқим тезлигининг пасайиши ва каналда лойқа сувнинг димланиши ўз навбатида лойқа чўкишининг асосий сабабчисидир. Муаммони замонавий технологиялар ва инновацион таклифлар орқали ҳал қилиш бугунги давр талаби ҳисобланади.



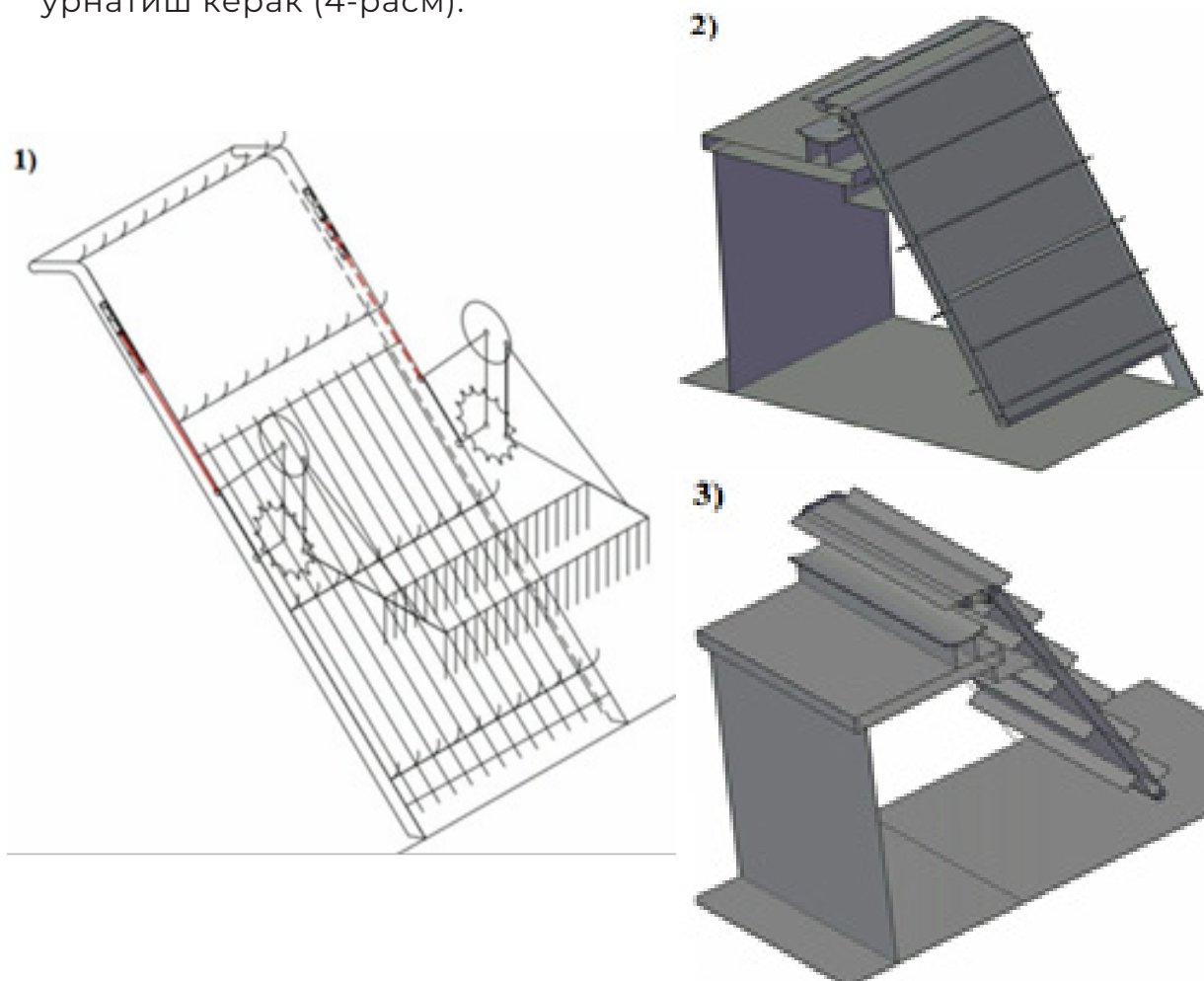
**2-расм. Иншоот олдида йиғилиб қолган муаллақ оқизикларни тозалаш жараёни.**

Бугунги кунда замонавий энергия ва ресурстежамкор технологияларни қўллаган ҳолда сув билан бирга оқиб келаётган оқизикларни тутиб қолиш ва тозалаш Аму-Бухоро машина каналида ҳал қилиниши муҳим бўлган вазифалардан бири ҳисобланади.

Мавжуд муаммоларни чуқур таҳлил қилган ҳолда Хитой

технологияси асосида ишлаб чиқилган “HQN4.8x5.5-75°” моделдаги қуввати  $N=6.5 \text{ kW}$  бўлган тозалаш қурилмасини такомиллаштириш бўйича қатор таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқилди.

Жумладан “HQN4.8x5.5-75°” моделдаги тозалаш қурилмасининг оқизикларни йиғиб олувчи тиш қисми узунлиги (15см) кичик бўлганлиги сабабли оқизикларни қамраб олиш диапазони кам бўлиб, унинг иш унумдорлиги жуда паст кўрсаткичга эга. Қурилманинг ушбу камчилигини бартараф қилиш учун унинг олд қисмидан қўшимча оқизикларни йиғиб берувчи механизм ўрнатиш керак (4-расм).



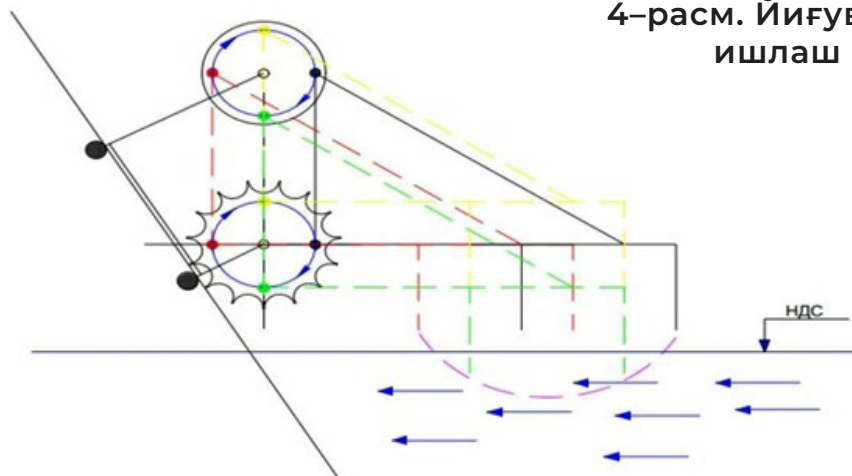
**3-расм. Хитой технологияси асосида такомиллаштирилган вариантдаги.**

тозалаш қурилмаси (муаллиф таклифи)

1. Қурилманинг схематик чизмаси; 2. Олд томондан кўриниши;
3. Орқа томондан кўриниши

Қурилмага қўшимча тарзда ўрнатилган оқизикларни йиғувчи механизм олиб кетувчи тишларга сув юзасидаги оқизикларни йиғиб беради ва қурилманинг иш унумдорлигини оширади.

4-расм. Йиғувчи механизмнинг ишлаш схемаси



#### Хулоса

Таклиф қилинаётган йиғувчи механизмни қўллаш натижасида оқизикларни тозалаш учун меҳнат сарфи 30-35% га ва фойдаланиш харажатлари 45% га камайишини таъминлаш мумкин. Бунинг ҳисобига йиллик иқтисодий самарадорлик ортади. Шунингдек, иншоотнинг олд қисмида оқизиклар тўпланиб, каналда сув димланишининг олди олинади ва натижада лойқа чўкишига бевосита таъсир қилувчи факторнинг камайишига эришилади. Шу билан биргаликда, Аму-Бухоро машина каналида ўрнатилган насос қурилмаларининг кавитацион режимда ишлашининг олди олиниб, оқизикларнинг механик таъсири натижасида ишдан чиқиши бартараф этилади.

#### Фойдаланилган манбалар:

1. Бакиев М., Мажидов И., Носиров Б., Хўжақулов Р., Раҳматов М. Гидротехника иншоотлари. 1-жилд, дарслик. Т., “Янги аср авлоди”, 2008.
2. Бакиев М., Мажидов И., Носиров Б., Хўжақулов Р., Раҳматов М. Гидротехника иншоотлари. 2- жилд, дарслик Т., “Таълим” 2009.
3. Бакиев М., Кавешников Н., Турсунов Т. Гидротехника иншоотларидан фойдаланиш. Тошкент:, 2008.
4. Қодирова М-Г.А. “Дарё гидроузелларидан фойдаланиш” дарслик, ТИМИ Т – 2010 й. 335 бет.
5. Справочник проектировщика. Гидротехнические сооружения, под ред. В.П. Недриги, Москва: Стройиздат, 1983.
6. Эргашов Р. “Суғориш тизимлари насос станцияларнинг гидромеханик жиҳозлари ишончилигини таъминлаш” дис. т.ф.д. (афтореферат) Тошкент-2018.
7. Қурбонов Ш.Ш. “Бухоро вилоятидаги АБМКдан фойдаланиш ишончилигини таъминлаш бўйича чора-тадбирлар ишлаб чиқиш” мавзусидаги магистрлик диссертацияси (афтореферат). Тошкент-2020.
8. Аму-Бухоро машина каналдан фойдаланиш бошқармасининг йиллик ҳисоботлари.

## КУЧЛАНИШ ЧЕГАРАЛАРИГА РИОЯ ҚИЛИБ ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКА ТИЗИМИНИНГ ҲОЛАТИНИ БОШҚАРИШ ИМКОНИЯТИГА ЭГА БЎЛГАН FACTS ҚУРИЛМАЛАРИ

<b>Баҳром НОРМУРАТОВ</b>	Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети “Электр станциялари, тармоқлари ва тизимлари” кафедраси катта ўқитувчиси
--------------------------	---

**Аннотация:** Электр энергетика тизимининг муҳим масалаларидан бири бу, изоляция масаласидир. Электр ускуналар ва жиҳозларнинг узоқ муддат шикастланишсиз ишлашини унинг изоляцияси белгилаб беради. Шунинг учун электр энергетика тизим элементларининг изоляцияси муддатидан эртaroқ эскирмаслиги учун уларни максимал равишда номинал иш режимларида ишлатиш керак. Бу ўз навбатида, замонавий бошқарилувчи технология ва қурилмаларга боғлиқ. Шу каби замонавий технологиялар қаторига FACTS қурилмаларини киритиш мумкин. Шундай қилиб, кучланиш чегараларига риоя қилиш учун SVC, STATCOM ва TCSC каби FACTS қурилмалари электр энергетика тизимининг ҳолатини бошқаришда қўлланилмоқда.

**Калит сўзлар:** FACTS, SVC, STATCOM, TCSC, электр энергетика тизими.

## УСТРОЙСТВА FACTS ВОЗМОЖНОСТЬЮ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С СОБЛЮДЕНИЕМ ПРЕДЕЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ

<b>Баҳром НОРМУРАТОВ</b>	Старший преподаватель кафедры Электрические станции, сети и системы Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова
--------------------------	---

**Аннотация:** Одним из важных вопросов электроэнергетической системы является вопрос изоляции. Длительная безаварийная работа электрооборудования и оборудования определяется его изоляцией. Поэтому с целью предотвращения изоляции элементов электроэнергетической системы, от износа раньше срока, их следует использовать максимально в номинальных режимах работы. Это, в свою очередь, является современной управляемой технологией и зависит от устройств FACTS. Таким образом, к таким современным технологиям можно отнести устройства FACTS, как SVC, STATCOM и TCSC используются для контроля состояния энергосистемы с целью соблюдения пределов напряжения.

**Ключевые слова:** FACTS, SVC, STATCOM, TCSC, электроэнергетическая система.



## A FACTS DEVICE WITH THE POSSIBILITY OF CONTROLLING THE CONDITION OF THE ELECTRICITY SYSTEM WITH CONSISTENCE WITH VOLTAGE LIMITS

**Bakhrom NORMURATOV**

Senior lecturer of the Department of “Electrical Stations, Networks and Systems” of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

**Abstract:** One of the important issues in the power system is the question of insulation. The long-term trouble-free operation of electrical equipment and systems is determined by its insulation. Therefore, to prevent the insulation of elements of the power system from wearing out prematurely, they should be used as much as possible in nominal operating modes. This, in turn, is a modern controllable technology and depends on FACTS devices. Thus, such modern technologies include FACTS devices such as SVC, STATCOM, and TCSC, which are used to control the state of the power system to comply with voltage limits.

**Keywords:** FACTS, SVC, STATCOM, TCSC, electric power system.

Электр энергетика тизимининг турфунлигини таъминлаш масаласини ҳал қилиш учун бошқариладиган мослашувчан (эгиловчан) ўзгарувчан токли узатиш тизими (**FACTS- Flexible Alternative Current Transmission System**) дан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Ўзбекистон электр энергетика тизимининг юқори кучланишли тармоқларида қувват оқимларини бошқаришни такомиллаштириш учун FACTS қурилмалар оиласининг вазифаси салмоқли ҳисобланади.

FACTS технологияси – бу қурилмалар оиласи, уларнинг ҳар бири алоҳида ёки бошқа қурилмалар билан биргаликда электр энергетика тизимининг ўзаро боғлиқ параметрларини бошқариш учун ишлатилиши мумкин. FACTS технологиясининг мақсади электр энергетика тизимларида қувват оқимларини барқарор бошқаришни такомиллаштиришдир.

**FACTS қурилмаларининг қуйидаги турлари бор:**

**SSSC (Static Synchronous Series Compensator)** – Бўйлама статик синхрон компенсатор;

**TCSC (Thyristor Controlled Series Capacitor)** – Тиристорли бошқариладиган бўйлама конденсатор;

**SVC (Static Var Compensator)** – Статик реактив қувват компенсатори;

**STATCOM (Static Synchronous Compensator)** – Статик синхрон компенсатор;

**UPFC (Unified Power Flow Controller)** – Бирлаштирилган қувват оқимли регулятор;

**IPFC (Interline Power Flow Controller)** – Линиялараро қувват оқимли регулятор.

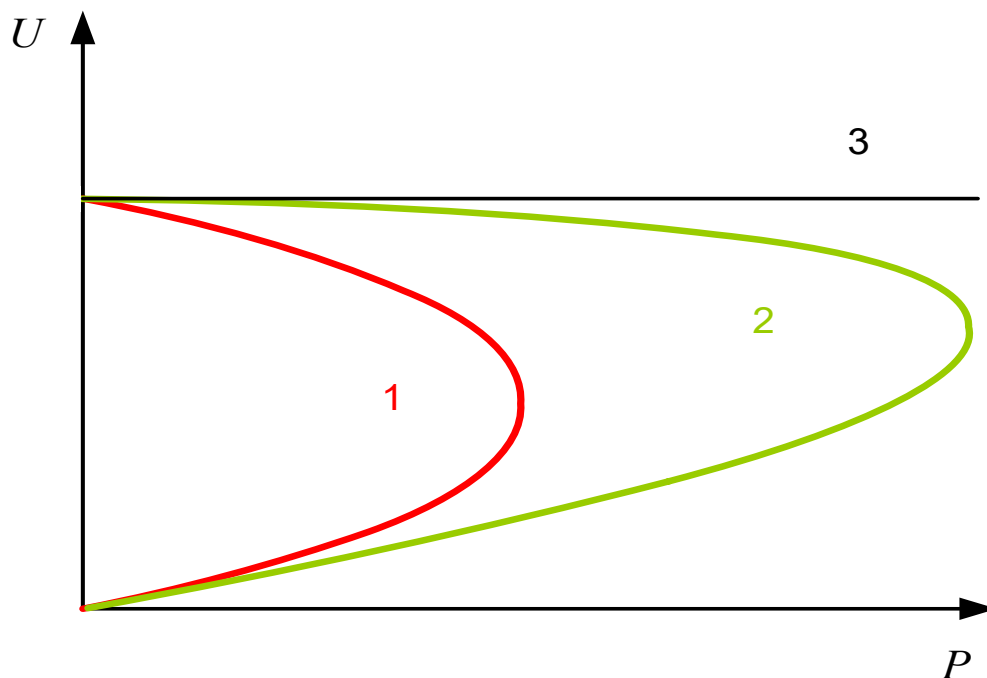
FACTS технологиясининг асосий имкониятлари қуйидагилар:

кучланишни бошқариш (ростлаш), нагрукани симметриклаш, динамик турфунлик чегарасини ошириш, муддатли ўта кучланишларни

чеклаш, реактив қувватни компенсациялаш, ЭУЛнинг ўтказиш қобилиятини ошириш ва бошқалар.

Қуйида FACTS технологиясининг имкониятларидан бир қанчасини кўриб ўтамиз:

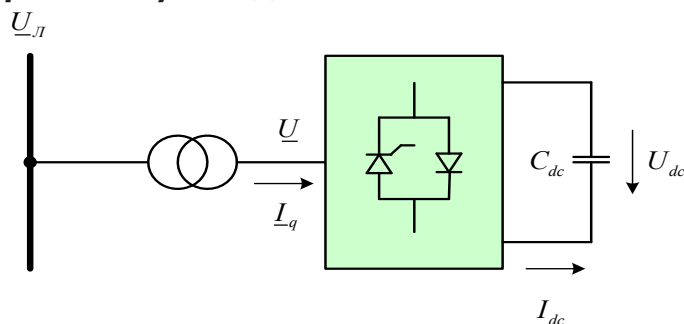
**Кучланишни ростлаш.** 1 ва 2-расмлардан кўришиб турибдики, юкламинг ортиши билан тугундаги кучланиш кўчкисигача сезиларли даражада камайиши мумкин. Бундай ҳолда юклама шиналарида FACTS технологиясини ўрнатиш, юклама шинасидаги кучланишни рухсат этилган қийматдан пасайишига йўл қўймайди.



1-Расм. ЭУЛ нинг охирида кучланишнинг ростланиши.

1 – РҚМ йўқ; 2 – чекланган қувватга эга РҚМ билан; 3 – чексиз қувватга эга РҚМ билан (РҚМ-реактив қувват манбаи).

Статик синхрон компенсатори (STATCOM- *Static Synchronous Compensator*) ҳақида



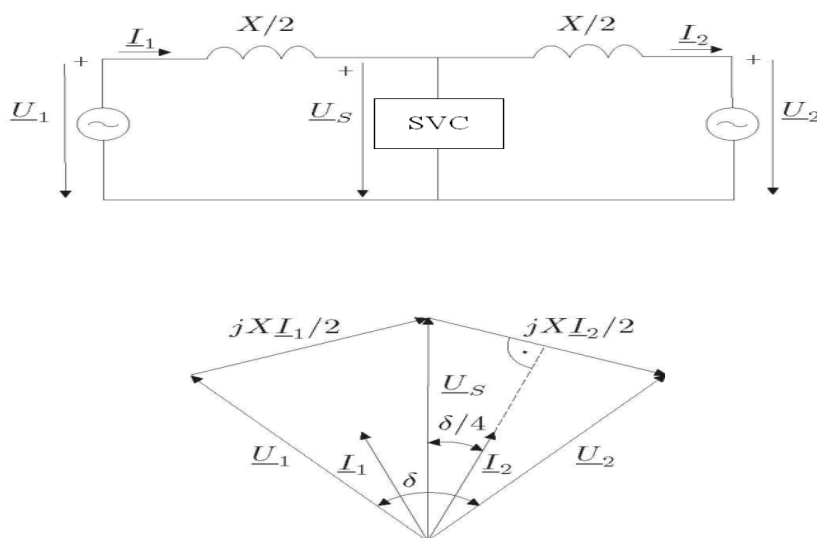
2-Расм. ЭУЛ да охирида кучланишни ростловчи STATCOM схемаси.



Статик синхрон компенсатор (STATCOM) FACTS нинг асосий қурилмаларидан биридир. Бу кучланиш манбаи ёки ток манбасидан фойдаланишга асосланган бўлиши мумкин. Шунинг учун STATCOM кучланиш ўзгартиргичи (КЎ) ёки ток ўзгартиргичи (ТЎ) дан фойдаланиши мумкин.

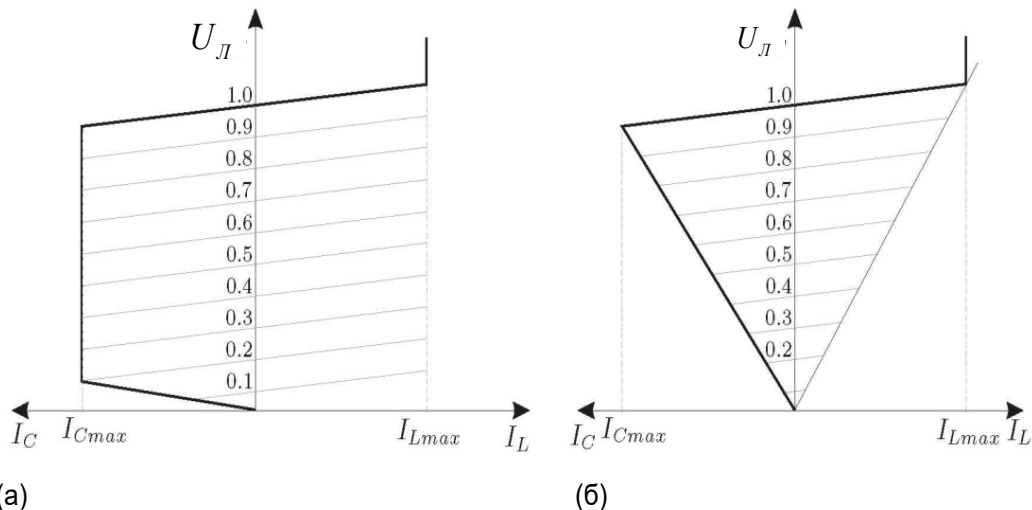
Кўпгина FACTS қурилмалари сингари, STATCOM тиристор томонидан бошқариладиган РКМ бўлиб, қўшимча ташқи реакторлар ёки юқори қувватли конденсатор батареялари (КБ) дан фойдаланмасдан уланиш нуқтасида реактив қувватни истеъмол қилиш ёки ишлаб чиқариш орқали берилган кучланиш қийматини сақланишини таъминлайди (2-расм).

**Статик реактив қувват компенсатори (SVC-Static Var Compensator) ҳақида**



**3-Расм. Икки машинали электр энергетика тизимининг ўрта нуқтасига уланган статик реактив қувват компенсатори (SVC).**

Статик реактив қувват компенсатори (SVC) - бу тиристорни бошқариш (ёки алмаштириш) ёки уларнинг комбинацияси билан реактор ёки конденсатор батареясини белгилаш учун умумий атама. Статик реактив қувват компенсатори (SVC) қоида тариқасида, тиристорларни қулфлаш имкониятисиз фойдаланишга асосланган. У етакчи ва орқада қолган реактив қувват учун алоҳида жиҳозларни, реактив қувватни истеъмол қилиш учун тиристорли бошқариш реактори (реактор с тиристорным управлением (ПТУ)- TCR) ёки тармоқдаги реактив қувват танқислигини қоплаш учун тиристорли алмаштириш реактори (реактор с тиристорным переключением (РТП)-TSR)ни ўз ичига олади (3-расм).



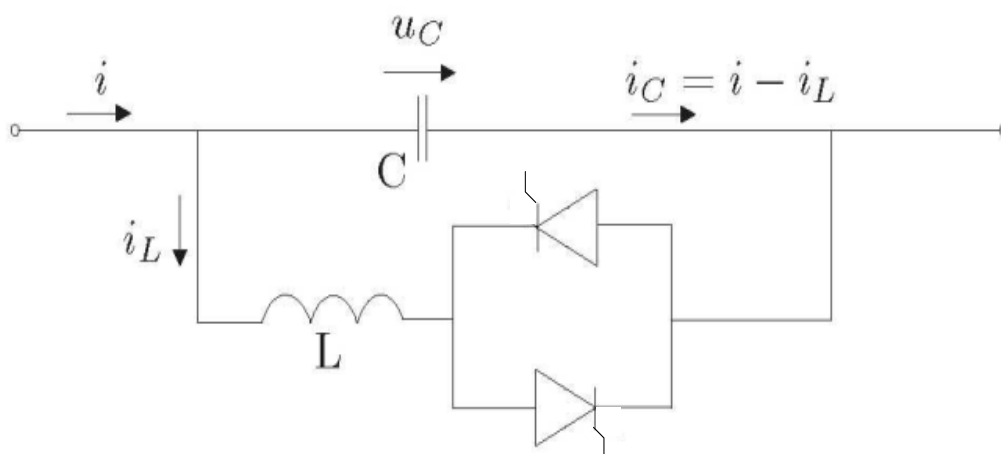
4-Расм. STATCOM (а) ва SVC (б) ларнинг Волт-ампер тавсифи

Тиристорли бошқариладиган бўйлама конденсатор (**TCSC-Thyristor Controlled Series Capacitor**) ҳақида

Индуктив қаршиликниг чизиқли ўзгаришини таъминлаш учун тиристорли бошқарилувчи реактор билан бирга жиҳозланган кетма-кет уланган реакторлардан ташкил топган индуктив реактив компенсатор тушунилади.

Тиристорли бошқариладиган бўйлама конденсатор (TCSC)нинг тўртта иш режими бор:

1. **Блоклаш режими (Режим блокировки);**
2. **Шунтлаш режими (Режим шунтирования);**
3. **Сиғимли илдамлаш режими (Режим емкостного разгона);**
4. **Индуктив илдамлаш режими (Режим индуктивного разгона).**



5-Расм. Тиристорли бошқариладиган бўйлама конденсатор (TCSC) уланиш схемаси

**Фойдаланилган манбалар**

1. Мисриханов М.Ш., Хамидов Ш.В. «Технологии управляемых гибких электропередач переменного тока и их применение в электроэнергетических системах». –Ташкент: «Navro'z», 2019. 217с.
2. Shukhrat Khamidov, Sunnatilla Tillaev, Bahrom Normuratov. "Improving the reliability of UPS Central Asia implementation of FACTS devices"- Rudenko International Conference "Methodological problems in reliability study of large energy systems" (RSES 2020).
3. Хамидов Ш.В., Нормуратов Б.Р., Тиллаев С.М. «Внедрение устройств FACTS как фактор повышения надежности объединенной энергосистемы Центральной Азии» / «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» журналы, ТДТУ, 2020 йил №3-4.
4. Shukhrat Khamidov. Modeling of FACTS Devices and Their Application in Intersystem Tie Lines of the United Power System of Central Asia // Energy Systems Research, Vol. 2, No. 3, 2019. -P.51-54.
5. Мисриханов М.Ш., Хамидов Ш.В. Перспективное развитие электроэнергетики ОЭС Центральной Азии с внедрением устройств FACTS и возобновляемых источников энергии. Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 70. Методические и практические проблемы надежности систем энергетики. В 2-х книгах. / Книга 1 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2019. – 371 с.
6. Мисриханов М.Ш., Ситников В.Ф., Шаров Ю.В. Координация работы устройств FACTS в магистральных сетях на основе методов нечеткой логики. // Электротехника. 2008. №1. С. 57–61.
7. Мисриханов М.Ш., Ситников В.Ф. Модальный синтез устройств FACTS // Международная научная конференция «Идентификация систем и проблемы управления SICPRO'08», Москва, ИПУ РАН, 2008.
8. Мисриханов М.Ш., Ситников В.Ф., Шаров Ю.В. Оптимальные регуляторы на основе устройств FACTS для децентрализованной модели ОЭС // Вестник МЭИ, 2009. Вып. 2. С. 47 – 51.
9. Ивакин В.Н., Ковалев В.Д., Худяков В.В. Гибкие электропередачи переменного тока // Электротехника. 1996. № 4. :

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ПРИЧИНЫ ВИБРАЦИИ ГИДРОАГРЕГАТОВ ГЭС

<b>Одилжан НИЗАМОВ</b>	доцент Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова
<b>Бахтиёр КЕНЖАЕВ</b>	Начальник смены филиала АО "Узбекгидроэнерго" "Каскад Ташкентских ГЭС"

**Аннотация:** В работе рассматриваются физические процессы, происходящие в гидрогенераторах с реактивной турбиной ГЭС.

Приведены причины повышенной вибрации гидроагрегата, указаны виды источника возмущающей силы вибрации: механические, гидравлические и электрические.

Согласно вышеприведенным видам вибрации гидроагрегата приведен пример результата вибрационных испытаний гидроагрегата Г-1 ГЭС-8 унитарного предприятия «Каскад Чирчикских ГЭС» до капитального ремонта.

Теоретически обоснован повышенная вибрация гидроагрегата может привести к аварийному состоянию, понижению КПД и дополнительным потерям энергии.

**Ключевые слова:** вибрация, эффективность, гидроагрегат, ротор, турбина, генератор, крестовина, небаланс, ось вала, рабочее колесо, дефект.

## ГЭС ГИДРОАГРЕГАТЛАРИ ТЕБРАНИШНИНГ ЮЗАГА КЕЛИШИ ВА САБАБЛАРИ

<b>Одилжон НИЗОМОВ</b>	Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университети доценти
<b>Бахтиёр КЕНЖАЕВ</b>	"Ўзбекгидроэнерго" АЖ "Тошкент ГЭСлар каскади" филиали смена бошлиғи

**Аннотация:** Мазкур тадқиқотда ГЭС реактив турбинали гидрогенераторларида содир бўладиган физик жараёнлар кўриб чиқилган.

Гидроагрегатнинг юқори вибрацияси сабаблари келтирилган, кўзгатувчи вибрация кучининг манбалари: механик, гидравлик ва электр турлари кўрсатилган.

Гидроагрегатнинг юқоридаги тебраниш турлари "Чирчиқ ГЭСлар

каскади" филиали Г-1 ГЭС-8 гидроагрегатининг капитал таъмирдан олдинги тебраниш синовлари натижалари мисолида ёритилган.

Гидроагрегатнинг юқори вибрацияси авария ҳолатига, фойдали иш коэффициенти пасайишига ва қўшимча энергия йўқотишларига олиб келиши мумкинлиги назарий асосланган.

**Калит сўзлар:** вибрация, самарадорлик, гидроагрегат, ротор, турбина, генератор, крестовина, нобаланс, вал ўқи, ишчи филдирак, дефект.

## EMERGENCE AND CAUSES OF VIBRATION IN HYDROELECTRIC POWER PLANT UNITS

<b>Odiljan NIZAMOV</b>	Associate Professor of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov
<b>Bakhtiyor KENJAEV</b>	JSC "Uzbekgidroenergo" "Tashkent GES Cascade" Branch Shift Head

**Annotation:** The work examines the physical processes occurring in hydro-power plants with reactive turbines.

The reasons for the increased vibration of the hydraulic unit are given, and the types of sources of disturbing vibration forces are indicated: mechanical, hydraulic, and electrical.

Based on the above-mentioned types of vibration of the hydraulic unit, an example of the results of vibration tests of the G-1 GES-8 hydraulic unit of the "Chirchik GES Cascade" unitary enterprise before major repairs is given.

It has been theoretically proven that increased vibration of the hydraulic unit can lead to an emergency, reduced efficiency, and additional energy losses.

**Key words:** vibration, efficiency, buildings, hydraulic unit, rotor, turbine, generator, crosspiece, imbalance, shaft axis, impeller, parts, defect, crosspiece, reliability

Гидроэнергетика составляет весомую часть общей энергетической системы и относится к возобновляемым источникам энергии. Надёжность работы гидроэнергетического оборудования ГЭС в значительной степени определяется его вибрационным состоянием. Повышенная вибрация, являясь объективным показателем имеющихся дефектов, приводит к ускоренному износу и выходу из строя ответственных элементов и узлов.

Повышение эффективности современных гидроэлектростанций, возможно главным образом за счет снижения капитальных затрат и улучшения энергетических качеств оборудования и

гидроэлектростанций в целом. Для повышения эффективности гидроэлектрических станций, существенное значение имеют применение рациональных компоновок зданий ГЭС и придание элементам проточной части оптимальных очертаний и размеров.

Но для достижения эффективности ГЭС требуется уменьшение вибрационного явления агрегата гидроэлектростанции. Здание ГЭС рассматривается как совместно с его подводящими и отводящими руслами. Турбинный блок является основной частью здания, предназначенный для размещения гидроагрегатов, вспомогательного оборудования, проточной части турбин и водосбросов.

В процессе работы гидроагрегата наблюдается ослабление соединений в местах крепления лап верхней крестовины, в соединениях нижней крестовины, в креплениях полюсов ротора генератора, лопастей рабочего колеса поворотнолопастных турбин и др. Вибрация по этой причине выявляется чаще всего после некоторого времени работы агрегата под нагрузкой. Устранение вибрации в таких случаях производится повторным затягиванием болтовых соединений агрегата либо увеличением жесткости конструкции соответствующих деталей.

Одной из частых причин повышенной вибрации является небаланс или неуравновешенность ротора агрегата. Наличие в этом случае в роторе генератора или в рабочем колесе турбины неуравновешенной массы создает при вращении центробежную силу, которая и вызывает вибрацию ротора агрегата.

Наличие или отсутствие вибрации гидроагрегата определяет возможность длительной надежной работы агрегата и является одним из основных качественных показателей его конструкции, технологии изготовления и выполнения монтажных работ. Повышенная вибрация гидроагрегата может привести к аварийному состоянию, понижению КПД и дополнительным потерям энергии. Поэтому, когда вибрация агрегата превышает допустимую величину, должны быть установлены и устранены причины повышенной вибрации.

Причины повышенной вибрации гидроагрегата в зависимости от источника возмущающей силы могут быть разделены на три вида: механические, гидравлические и электрические.

К механическим причинам относятся:

- небаланс ротора генератора и рабочего колеса турбины;
- неправильное состояние и положение оси вала гидроагрегата;
- неполадки в подшипниковых узлах;
- слабое крепление опорных деталей агрегата или их недостаточная жесткость;
- задевание вращающихся деталей агрегата о неподвижные.

Гидравлическими причинами являются:



- гидравлический небаланс рабочего колеса;
- неправильность высотного положения рабочего колеса радиально осевой турбины относительно направляющего аппарата;
- неправильно установленная комбинаторная зависимость в поворотно лопастных турбинах;
- работа турбины в кавитационных режимах.

Электрические причины вибрации агрегата заключаются обычно в неравномерности притяжения ротора к статору (электромагнитный небаланс), вызываемые в основном:

- неравномерностью воздушного зазора генератора, возбuditеля и подвозбудителя;
- овальностью формы ротора генератора;
- замыканием витков обмотки полюсов ротора.

Измерение вибрации гидроагрегата производится в следующих местах:

- у вертикальных агрегатов - на нижней и верхней крестовинах в двух горизонтальных взаимно перпендикулярных и вертикальном направлениях, а у турбинного подшипника - только в горизонтальном и вертикальном направлениях, расположенных в одной вертикальной плоскости;

- у горизонтальных агрегатов - на всех опорных подшипниках в вертикальном, осевом и поперечном направлениях; у генераторов - на полках корпуса статора;

- у всех гидроагрегатов - на полу машинного здания, перекрытиях отсасывающей трубы и других наиболее подверженных вибрации местах.

Роторы же генераторов на заводе не балансируются. Сборка роторов на монтажной площадке не всегда может обеспечить достаточную уравновешенность массы ротора. Поэтому причиной, вызывающей повышенную вибрацию агрегата, является, как правило, неуравновешенность ротора генератора. Эта неуравновешенность устраняется балансировкой ротора на вращающемся агрегате.

Согласно вышеприведенным видам вибрации гидроагрегата приведем пример результатов вибрационных испытаний гидроагрегата Г-1 ГЭС-8 унитарного предприятия «Каскад Чирчикских ГЭС» до капитального ремонта.

Результаты вибрационных испытаний показали, что во всех эксплуатационных режимах гидроагрегат в вибрационном отношении работал устойчиво, при этом уровень вибрации на нижней крестовине не превышал 70 мкм, на стальных конструкциях статора гидрогенератора 10 мкм, на корпусе турбинного подшипника 40 мкм, на крышке гидротурбины 17 мкм (при нормативном допуске 150 мкм).

Во всех эксплуатационных режимах величина биения вала так же имеет устойчивый характер и не превышает: в зоне колец ротора 0,25 мм, в зоне турбинного подшипника 0,2 мм (при монтажном допуске 0,4 мм).

При этом гидроагрегат по эксплуатационным параметрам стабильно отработал в межремонтный период эксплуатации 5 лет, что свидетельствует о наличии достаточного эксплуатационного ресурса, необходимого для дальнейшей эксплуатации гидроагрегата, т.е. выполнение капитального ремонта, при необходимости, допускается перенести на 2025 г.

Вывод.

1. Анализ результатов вибрационных испытаний показал, что в диапазоне нагрузок  $P=5,0-18,0$  МВт гидроагрегат в вибрационном отношении работает устойчиво. При этом размах вибрации опорных конструкций агрегата и величина биения вала в зоне направляющих подшипников значительно ниже допустимых пределов.

2. Во всех эксплуатационных режимах работы гидроагрегата на стальных конструкциях статора гидрогенератора зафиксирован низкий уровень вибрации, что свидетельствует о его хорошем механическом и вибрационном состоянии стальных конструкций статора и ротора генератора. При этом, дефектов, влияющих на вибрационное состояние стальных конструкций статора гидрогенератора, не выявлено.

В связи с этим, можно сделать заключение, что технические мероприятия, проведенные в период капитального ремонта по устранению выявленных дефектов приводящих к повышенной вибрации опорных конструкций агрегата и к перегреву сегментов подпятника, в целом дали положительный результат, что позволило существенно увеличить эксплуатационную надежность гидроагрегата в целом.

### Список использованной литературы

1. Тарасов В. Н. Вибрация и динамическая устойчивость гидроагрегата. / ООО «ДИАМЕХ», 2000.
2. Штерн Е. П. Справочник по эксплуатации и ремонту гидротурбинного оборудования. –М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Абдульямов Т. Р. О вибрациях в гидроагрегатах ГЭС с широким диапазоном рабочей зоны/Казанский государственный энергетический университет, г. Казан, Россия, 2018.
5. Материалы Акционерного общества «Узбекгидроэнерго», Унитарное предприятие «Ташкентский каскад гидроэлектростанций», 2024.
6. <https://leg.co.ua> > Архив > Генерация.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12664948>

## “ПСКЕМ ГЭС ҚУРИЛИШИ” ЛОЙИХАСИ: ИЛМИЙ-ТЕХНИК ЖАРАЁНЛАР ВА ЛОЙИХАВИЙ ЕЧИМЛАР

**Турсун ШОУСМАНОВ**

“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Капитал  
қурилиш бошқармаси бош мутахассиси

**Аннотация:** Журналнинг мазкур сонидан бошлаб, “Ўзбекгидроэнерго” АЖ томонидан амалга оширилаётган энг йирик – “Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси доирасида олиб борилаётган илмий-техник жараёнлар, лойиҳавий ечимлар ва замонавий-илғор технологиялардан фойдаланиш ҳолатлари бўйича техник-таҳлилий материаллар ёритиб борилади.

**Калит сўзлар:** техник жараён, лойиҳавий ечим, лойиҳа кўрсаткичлари, гидротехник қурилма, сув тўсувчи иншоот, инфратузилма

## ПРОЕКТ «СТРОИТЕЛЬСТВО ПСКЕМСКОЙ ГЭС»: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОЕКТИРУЮЩИХ РЕШЕНИЯ

**Турсун ШОУСМАНОВ**

Главный специалист отдела  
капитальногостроительства  
АО «Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** В этом номере журнала освещаются технико-аналитические материалы по научно-техническим процессам, проектным решениям и использованию современных и передовых технологий в рамках крупнейшего проекта «Строительство Пскемской ГЭС», реализуемого АО «Узбекгидроэнерго».

**Ключевые слова:** технический процесс, проектное решение, показатели проекта, гидротехническое устройство, водное преградное сооружение, инфраструктура.

## “PSKEM HPP CONSTRUCTION” PROJECT: SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROCESSES AND DESIGN SOLUTIONS

**SHOUSMANOV TURSUN**

Chief specialist of Capital construction  
department at «Uzbekhydroenergo» JSC

**Abstract:** Starting from this issue of the journal, technical-analytical materials will be covered regarding the scientific-technical processes, design solutions, and the use of modern advanced technologies being carried out under the framework of the largest project implemented by “Uzbekhydroenergo” JSC – the “Pskem HPP Construction” project.

**Key words:** technical process, design solution, project indicators, hydrotechnical facility, water barrier structure, infrastructure.

“Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси доирасида гидротехник иншоотларнинг ишончлилиги ва хавфсизлигини таъминлаш учун юқори талаблар қўйилади. Хусусан, Ўзбекистон Республикасининг 2023 йил 30 августдаги “Гидротехника иншоотларининг хавфсизлиги тўғрисида”ги ЎРҚ-865-сон Қонуни 5-моддасида “Гидротехника иншоотларининг лойиҳа кўрсаткичлари параметрларига, уларга юкламалар ҳамда таъсир кўрсатиш омилларига, шунингдек, қурилишда ишлатиладиган материалларга, фойдаланиш шароитларига қараб гидротехника иншоотлари I, II, III ва IV синфларга бўлинади. Гидротехника иншоотларининг таснифидан келиб чиққан ҳолда гидротехника иншоотлари хавфсизлигини таъминлашнинг асосий талаблари белгиланади”, деб кўрсатиб ўтилган. Гидротехник иншоотларнинг синфларга бўлиниш тартиби “Гидротехника иншоотларини лойиҳалаштиришнинг асосий низомлари” тўғрисидаги ҚМҚ-2.06.01-97-сон Қурилиш меъёрлари ва қоидаларининг 2-иловасида ўз ифодасини топган

**1-жадвал.** Асосий доимий гидротехника иншоотларининг баландликлари ва асос тупроқлари турига боғлиқ синфи.

Иншоотлар	Асос тупроқлари тури	Иншоотлар синфи бўйича баландлиги (м)			
		I	II	III	IV
1. Тупроқ материаллардан бўлган тўғонлар	A	100 дан ортиқ	70 дан 100 гача	25 дан 50 гача	25 дан кам
	B	75 дан ортиқ	35 дан 75 гача	15 дан 35 гача	15 дан кам
	B	50 дан ортиқ	25 дан 50гача	15 дан 25 гача	15 дан кам

**Эслатма:** Тупроқлар тури: А-қояли, Б-қумли, йирик бўлинувчи ҳамда тупроқли қаттиқ ва ярим қаттиқ ҳолатда, В – тупроқли сувга тўйинган қайишқоқ ҳолатда.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, “Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси Асосий доимий гидротехника иншоотларининг баландликлари ва асос тупроқларига кўра I синфга киради. Яъни, Асосий тўғон тоғ-қояли

материаллардан бўлиб, юзаси темир-бетон билан қопланади ва 100 метрдан ортиқ баландликда бўлади.

Шу билан бирга “Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси Ўзбекистондаги энг йирик “Чорвоқ” сув омборидан ва Ўзбекистон Республикасининг пойтахти Тошкент шаҳридан юқорида жойлашган бўлиб, ушбу лойиҳа доирасида ҳар бир лойиҳа ҳужжатлари илмий-техник ечимларга асосланган ҳолда маҳаллий ва хорижий малакали мутахассисларнинг илғор технологиялар ёрдамида олиб борган тадқиқот ишлари натижасида ишлаб чиқилади.

Ҳар бир гидроэнергетик объект бўйича лойиҳа ҳужжатларини ишлаб чиқиш ва қурилиш-монтаж ишларини амалга ошириш 4 қисмдан иборат:

- Инфратузилмани ташкил этиш;
- Ёрдамчи вақтинчалик (қурилиш даври учун) иншоотларни барпо этиш;
- Асосий доимий гидротехника иншоотларини қуриш;
- Ишлаб чиқарилган электр энергиясини узатиш.

“Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси доирасида инфратузилмани ташкил этиш учун қурилиш даврида 3 000 га яқин мутахассис ва қурувчилар ҳамда эксплуатация даврида 150 га яқин ходимларнинг оиласи билан яшаши ҳисобга олинган. Ушбу аҳоли ҳамда хизмат сафаридида бўладиган маҳаллий ва хорижий мутахассислар, шунингдек, йирик масштабдаги мазкур лойиҳа доирасида ёш кадрларни тайёрлаш мақсадида ҳар йили ёзги таътилда олий ўқув юртларининг 100дан ортиқ талабаларидан иборат “Бунёдкор ёшлар” гуруҳларига инфратузилма яратиш учун 2 та умумий ётоқхона (ҳар бири 84 нафар), 14 та оилавий коттеджлар, замонавий котейнер типидидаги уйлар ва 500 кишилик ошхона қуриб битказилган.

Ушбу бино-иншоотларни ичимлик суви билан таъминлаш мақсадида “Пскем ГЭС” қурилиш майдонининг юқорисида жойлашган Оромзодасой ҳудудида сув тўсувчи иншоот қурилиши амалга оширилган бўлиб, кейинги босқичда сув сув тозалаш иншооти ва босимли резервуар қурилиши амалга оширилади. Мазкур босимли резервуардан ичимлик суви табиий оқим (самотек) орқали аҳоли яшаш жойларига етказиб берилади.

Шу билан бирга шаҳар аҳолисидан узоқда жойлашган қурилиш майдонида канализация тизимини яратиш учун маҳаллий ва хорижий ишлаб чиқарувчиларнинг таклифларига асосан лойиҳалаш босқичида барча жараёнлар таҳлил қилинди ва энг мақбул топилган 3 хил жараён таққосланди (Технологик жараёнларда 1000 кишининг \* 200 литр кунлик хажмда жами 200 000 литр ёки 200 м<sup>3</sup>/кунига оқова сув чиқариши ҳисобга олинди)

**2-жадвал.** Оқава сув тизимининг технологик жараёнлари бўйича таққослама жадвал.

Кўрсаткич номи	1-таклиф	2-таклиф	3-таклиф
<b>Технологик жараёнлар тури</b>	Даврий	Даврий (Параллел)	Узлуксиз
<b>Технологик жараён ҳажми (қунига)</b>	70 м3 дан *3 марта	70 м3 дан *3 марта	100 м3 дан *2 марта
<b>Резервуар тури</b>	Ер остида стеклопласт	Темир-бетон	Темир-бетон
<b>Дастлабки йирик тозаловчи</b>	Канал шаклидаги механик панжара	Канал шаклидаги механик панжара	Канал шаклидаги механик панжара
<b>Оралиқ асосий тозаловчи иншоот (Усреднитель)</b>	65 м3 (2 қисм) ҳажмдаги 1 дона стеклопласт резервуар	28,5 м3  ҳажмдаги 3 дона бетон резервуар	46 м3  ҳажмдаги 2 дона бетон резервуар
<b>Аэрация ҳовузи</b>	65 м3 ҳажмдаги 3 дона стеклопласт  ховуз	80 м3 ҳажмдаги 3 дона бетон  ховуз	70 м3 ҳажмдаги 2 дона бетон  ховуз
<b>Сув тиндиргич (отстойник)</b>	йўқ	йўқ	бор
<b>Тоза сув резервуари</b>	25 м3 ҳажмдаги 1 дона стеклопласт  резервуар	45 м3  ҳажмдаги 1 дона бетон резервуар	5 м3  ҳажмдаги 1 дона бетон резервуар
<b>Электр энергия сарфи</b>	Ёзда 450 кВт/суткада, Қишда 1170 кВт/суткада,	Ёзда 450 кВт/суткада, Қишда 1170 кВт/суткада,	Ёзда 550 кВт/суткада, Қишда 1270 кВт/суткада,

Таққослашлар натижасида маҳаллий шароит, фойдаланиш қулайлиги, қайта ишлаш хавфсизлиги, шунингдек, энг муҳими сўнгги йилларда биологик оқава сувларни тозлашда кенг қўлланилаётган 3 та параллел ва



даврий режимда ишловчи технологик асбоб-ускуналардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ деб топилди.

Бундан ташқари, бу ускунанинг бошқа тозалаш усулларига нисбатан бир қатор афзалликлари аниқланди:

- совуқ иқлим шароитида ишлаши;
- мослашувчанлик ва самарадорлик, яъни, ускуна ўзгарувчан оқим тезлиги ва катта юк тебранишлари каби ўзгарувчан шароитларда яхши ишлаши;
- органик моддаларни олиб ташлаш кўрсаткичларининг юқорилиги.

Шу билан бирга, даврий (кетма-кет) ҳаракат реактори принципи бўйича тозаланган оқава сув қўшимча чуқур тозалашдан (филтрлаш ва дезинфекциядан) ўтади. Тозоланган сув белгиланган стандарт кўрсаткичларга тўғри келади.

Инфратузилма ташкил этишда яна бир муҳим тизим қурилиш даврида электр таъминоти ҳисобланади. “Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси доирасида қурилиш даврида яқин қишлоқлардаги аҳоли электр таъминотига зарар етказмаслик учун қўшимча 35 кВ кучланишли электр узатиш тармоғини қуриш ва 4 000 кВа кучланишли икки чўлғамли трансформатор ўрнатиш бўйича тегишли амалга оширилди.

Журналнинг кейинги сонларида, “Пскем ГЭС қурилиши” лойиҳаси доирасида Ёрдамчи вақтинчалик (қурилиш даври учун) иншоотларни барпо этиш, Асосий доимий гидротехника иншоотларини қуриш ва ишлаб чиқарилган электр энергиясини узатиш бўйича мақолалар бериб борилади.

#### **Фойдаланилган манбалар:**

1. Ўзбекистон Республикасининг 2023 йил 30 августдаги “Гидротехника иншоотларининг хавфсизлиги тўғрисида”ги ЎРҚ-865-сон Қонуни;
2. “Гидротехника иншоотларини лойиҳалаштиришнинг асосий низомлари” тўғрисидаги ҚМҚ-2.06.01-97-сон Қурилиш меъёрлари ва қоидалари.

## СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАСКАДА НАРЫНСКИХ ГЭС В УЗБЕКИСТАНЕ

Равшан ПАРАТОВ

«Директор АО Гидропроект», член Редакционной  
коллегии журнала «Узбекгидроэнергетика»

**Аннотация:** Статья посвящена концепции устойчивого развития, акцентируя внимание на необходимости сбалансированного подхода к обеспечению потребностей текущих и будущих поколений через интеграцию экономических, социальных и экологических аспектов. Описаны инновационные подходы к проектированию, использованию локальных технологий, материалов и оборудования. Подчеркивается, что реализация подобных проектов способствует устойчивому энергоснабжению и повышению энергетической независимости. Научно и практически обосновано, что современные гидроэнергетические проекты демонстрируют свой потенциал в решении вопросов устойчивого развития и регионального сотрудничества.

**Ключевые слова:** энергетический сектор, электроэнергия, гидроэлектростанции, водные ресурсы, река Нарын, гидроэнергетика, строительство ГЭС, возобновляемые источники энергии, водоснабжение, энергоснабжение, инновационные технологии, экономическая эффективность, энергетическая безопасность.

## O'ZBEKISTON NORIN GESLARI KASKADINI LOYIHALASH VA QURISHDA STRATEGIK INNOVATSION YONDASHUV

Ravshan PARATOV

“Gidroproyekt” AJ direktori  
“O'zbekgidroenergetika” jurnali Tahrir hay'ati a'zosi

**Annotatsiya:** Maqola barqaror rivojlanish konsepsiyasiga bag'ishlangan bo'lib, unda iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik jihatlarni uyg'unlashtirish orqali bugungi va kelajak avlodlar ehtiyojlarini qondirish uchun muvozanatli yondashuvning zarurligiga alohida e'tibor qaratilgan. Loyihalash, mahalliy texnologiyalar, materiallar va uskunalardan foydalanishga innovatsion yondashuvlar tavsiflanadi. Bunday loyihalarni amalga oshirish barqaror energiya ta'minoti va energetika mustaqilligini oshirishga xizmat qilishi ta'kidlanadi. Zamonaviy gidroenergetika loyihalari barqaror rivojlanish va mintaqaviy hamkorlik masalalarini hal etishda o'z salohiyatini namoyon etatyotganligi ilmiy-amaliy asoslanadi.

**Kalit so'zlar:** energetika sektori, elektr energiyasi, gidroelektrostantsiyalar, suv resurslari, Norin daryosi, gidroenergetika, GES qurilishi, qayta tiklanadigan energiya, suv ta'minoti, energiya ta'minoti, innovatsion texnologiyalar, iqtisodiy samaradorlik, energiya xavfsizligi.

## STRATEGIC INNOVATIVE APPROACH TO THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE NARYN HPP CASCADE IN UZBEKISTAN

**Ravshan PARATOV**

*Director of JSC "Hydroproect", Member of the editorial board of the journal "Uzbekhydropower"*

**Abstract:** *The article focuses on the concept of sustainable development, emphasizing the necessity of a balanced approach to meeting the needs of both present and future generations through the integration of economic, social, and environmental aspects. Innovative approaches to design, utilization of local technologies, materials, and equipment are described. It is emphasized that the implementation of such projects contributes to sustainable energy supply and enhanced energy independence. Scientific and practical evidence demonstrates that modern hydropower projects show significant potential in addressing issues of sustainable development and fostering regional cooperation.*

**Keywords:** *energy sector, electricity, hydroelectric power plants, water resources, Naryn River, hydropower, construction of HPP, renewable energy sources, water supply, energy supply, innovative technologies, economic efficiency, energy security.*

*Возобновляемая энергия – это не экономическая цель, а вклад в будущее, результат чувства нашей ответственности перед последующими поколениями...*

**Президент Республики Узбекистан**

**Шавкат МИРЗИЁЕВ**

Устойчивое развитие – это развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. В совокупности три аспекта устойчивости (экономика, общество и окружающая среда) представляют собой сбалансированный путь к процветанию, обеспечивающий всем людям на планете счастливую, здоровую и полноценную жизнь.

Энергетический сектор и производимое им электричество играют ключевую роль в функционировании современного общества и экономики.

И значение только возрастает по мере того, как технологии, работающие на электричестве, такие как электромобили и тепловые насосы, становятся все более популярными. Обеспечение

потребителей безопасным и доступным доступом к электроэнергии, а также сокращение глобальных выбросов углекислого газа является одной из основных задач энергетического перехода. Строительство новых и реконструкция существующих гидроэлектростанций - важные составляющие энергетической безопасности страны, бесперебойной подачи электроэнергии населению и предприятиям.

Энергоснабжение зависит от воды. Водоснабжение зависит от энергии. Взаимозависимость воды и энергии усилится в ближайшие годы, что будет иметь значительные последствия как для энергетической, так и для водной безопасности. Каждый ресурс сталкивается с растущими требованиями

и ограничениями во многих регионах из-за экономического

и демографического роста, а также изменения климата. Комплексный подход к управлению энергией и водными ресурсами может помочь снизить риски по всем направлениям. Сегодня для обеспечения электроэнергией во всем мире активно внедряются и используются инновационные разработки из сектора чистых технологий.

Сегодня типы сооружений при проектировании ГЭС остались практически те же, что десятки лет назад. Это плотины, здания гидроэлектростанций, туннели, водосбросы. Основные технологические принципы, методики проектирования объектов и ключевые решения остаются неизменными, которые преумножаются на коэффициент технологического прогресса. Меняется структура работы: последовательность, этапность, использование тех или иных материалов, совершенствуются подходы

к строительству в целях повышения экономической эффективности проектов, в том числе с учетом применения новых материалов и разработок местных специалистов.

Согласно новому отчету Международного энергетического агентства, спрос на электроэнергию в мире растет самыми быстрыми темпами

за последние годы, что обусловлено устойчивым экономическим ростом, интенсивными волнами тепла и растущим внедрением технологий, работающих на электричестве, таких как электромобили и тепловые насосы. В то же время возобновляемые источники энергии продолжают свой быстрый рост [1].

Центральноазиатский регион имеет 5,5% экономически эффективного гидроэнергетического потенциала мира, из которых используется около 10%. В Узбекистане активно строятся электростанции разных типов - энергопотребление в стране быстро растет. Не является исключением

и гидроэнергетика. При этом, в отличие от соседних Таджикистана и Киргизии, гидроэнергетические ресурсы в Узбекистане

достаточно ограничены.

Особенностью региона с гидрологической точки зрения является разделение его территории на три основных зоны: (а) зона формирования поверхностного стока (верховья в горных районах на юго-востоке), (б) зона транзита и рассеивания стока (центральная часть) и (в) зоны дельт (на северо-западе).

Распределение стока по зонам формирования внутри государств определено с помощью ГИС-технологий. Представленные данные демонстрируют, что в Кыргызской Республике формируется 25,1%,

в Таджикистане – 52%, в Узбекистане – 9,6%, в Казахстане – 2,1%,

в Туркменистане – 1,2%, в Афганистане и Иране – 10% всех поверхностных ресурсов. Таким образом, очевидно, что Узбекистан очень зависит от своих верхних соседей по воде, так как страна располагает собственными водными ресурсами, составляющими менее 20% от требуемых для использования [2].



**Рис. 1.** Формирование и использование водных ресурсов в Центральной Азии.

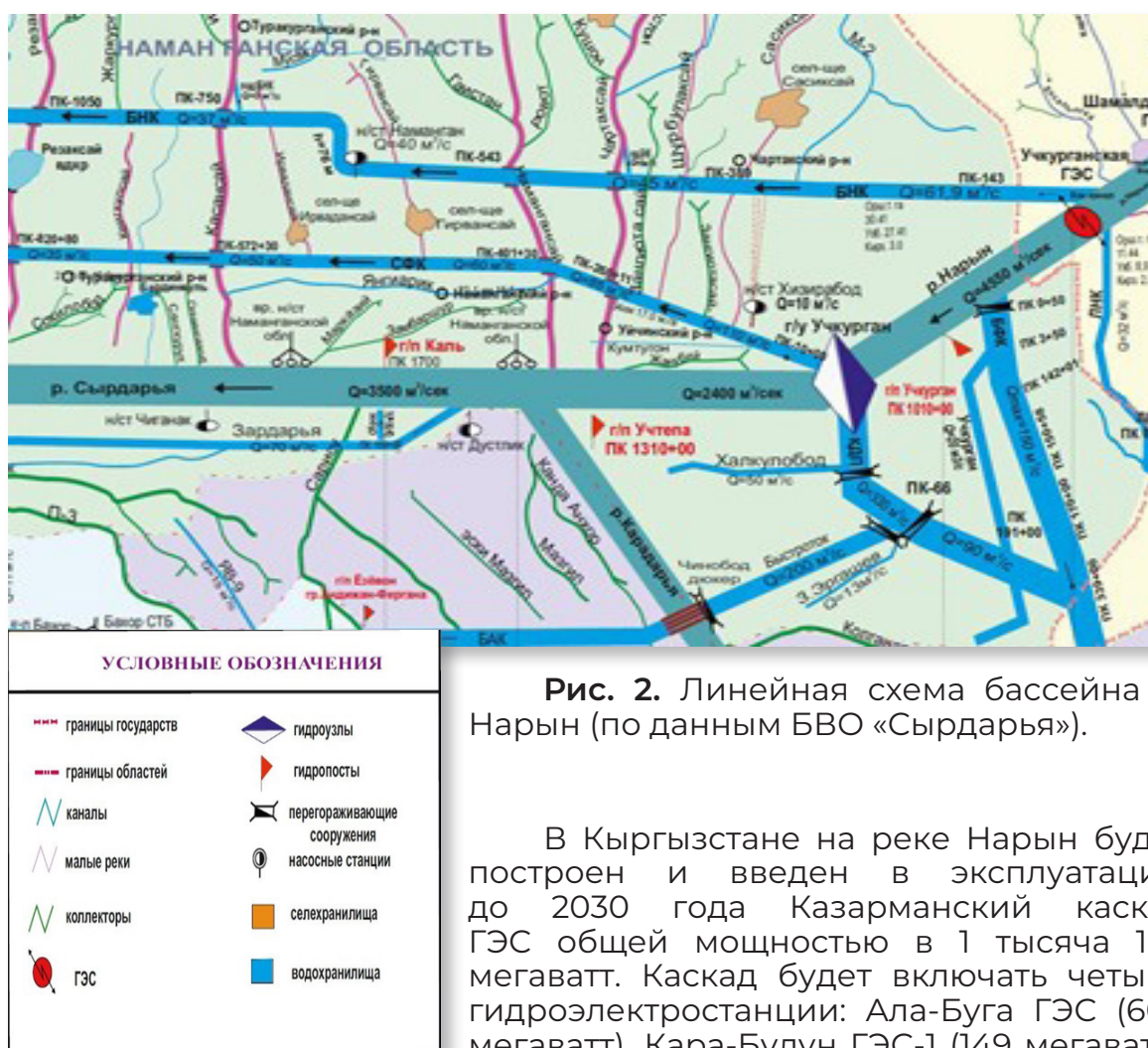
С точки зрения водообеспеченности Сырдарья является второй по важности рекой в Центральной Азии, но самой протяженной. От Нарынских верховий ее длина составляет 3 019 км, площадь водосбора 219 000 км<sup>2</sup>. Основная часть Сырдарьинского стока берет свое начало в Кыргызской Республике. Река известна как Сырдарья после точки, где Нарын соединяется с Карадарьей.



Нарын протекает по территории Иссык-Кульской, Нарынской, Джалал-Абадской областей Киргизии и Наманганской области Узбекистана. Берёт начало при слиянии Кашкасу и Майтара. Длина Нарына — 807 км, площадь бассейна 59 900 км<sup>2</sup>. Образуется слиянием рек Большой Нарын и Малый Нарын, берущих начало в ледниках Центрального Тянь-Шаня. Течёт в межгорной долине, местами в узких ущельях.

На реке Нарын находятся Токтогульское водохранилище, а также Таш-Кумырское, Учкурганское и Курпсайское водохранилища. Вода используется на орошение. Из Нарына берут начало Большой Ферганский канал и Северный Ферганский канал. Река обладает значительными энергетическими ресурсами. На ней расположены Токтогульская ГЭС, Таш-Кумырская ГЭС, Учкурганская ГЭС, Курпсайская ГЭС, Шамалдысайская ГЭС, строится Камбаратинская ГЭС-2 и каскад Верхне-Нарынских ГЭС.

Линейная схема бассейна р. Нарын приведено на рисунке 2.



**Рис. 2.** Линейная схема бассейна р. Нарын (по данным БВО «Сырдарья»).

В Кыргызстане на реке Нарын будет построен и введен в эксплуатацию до 2030 года Казарманский каскад ГЭС общей мощностью в 1 тысяча 160 мегаватт. Каскад будет включать четыре гидроэлектростанции: Ала-Буга ГЭС (600 мегаватт), Кара-Булун ГЭС-1 (149 мегаватт), Кара-Булун ГЭС-2

(163 мегаватта), Тогуз-Торо ГЭС (248 мегаватт) [3].



Вопросы взаимовыгодного использования водных ресурсов Центральной Азии являются ключевым фактором гармоничного развития региона. Страны в верховьях активно выступают за строительство крупных гидроэнергетических объектов и желают использовать больше воды для выработки электроэнергии, получая дополнительный источник доходов. Гидроэнергетический режим подразумевает активное использование ГЭС в жаркие и холодные периоды года, когда активно используются системы охлаждения и отопления, в том числе кондиционеры. Значит и спрос на электроэнергию сильно возрастает. Соответственно и попуск воды вниз по течению в этот период увеличивается. И данную возможность следует грамотно и эффективно использовать.

### **Проектирование и строительство каскада Нарынских ГЭС с грифом «Made in Uzbekistan»**

Строительство Каскада ГЭС на реке Нарын Наманганской области, общей установленной мощностью 228 МВт и среднемноголетней выработкой электроэнергии 1025,4 млн кВт/ч в год, предусматривает возведение перегораживающих сооружений, подпорных стен для формирования русла, водозаборного сооружения, деривационных каналов, закрытых зданий ГЭС с пристанционными площадками, ОРУ 110 кВ, линии выдачи мощности и подъездных дорог. В зданиях ГЭС будет предусмотрено новое современное высокотехнологичное оборудование, а также современная система автоматического дистанционного управления каскадом ГЭС, обработки и передачи информации (АСУ ТП ГЭС, связь, АИИСКУЭ) в соответствии с Международным стандартом ISO-9001.

Каскад, который будет состоять из шести ГЭС, возводимый на границе с соседним Кыргызстаном с использованием местных технологий и материалов, позволит республике ежегодно экономить свыше 300 млн кубометров природного газа, обеспечивая электроэнергией более 400 тыс. домохозяйств. Местоположение объекта – Республика Узбекистан, Наманганская область, Учкурганский район, в нижнем бьефе Учкурганского гидроузла – около 24 км, по руслу реки Нарын. Естественный перепад отметок на участке реки Нарын от Учкурганского гидроузла до автодорожного моста позволяет принять каскад створов ГЭС с определенным напором на каждой станции.

Уклон реки в данном районе составляет всего 3 метра на 1 км. Соответственно, принята деривационная схема подвода воды к агрегатам. Деривация открытая, представляет из себя канал открытого типа трапецеидального сечения с габаритами по ширине дна – 24,0 м и по высоте – 5,0 м. Общая длина составляет 23,6 км с разбивкой на участки с подводящим

и отводящим трактом для каждой из шести ГЭС. Трасса деривации проходит по правому берегу реки Нарын. При этом все гидроэлектростанции находятся недалеко друг от друга, что облегчает их эксплуатацию и обслуживание.

Подпор воды для создания напоров всех ГЭС осуществляется строительством одного перегораживающего сооружения, на расстоянии 1,0 км ниже железнодорожного моста, с водозабором в створе сооружения под углом 45 градусов к его оси.

**Таблица 1.** Параметры ГЭС по местоположениям.

Параметры	ГЭС-1	ГЭС-2	ГЭС-3	ГЭС-4	ГЭС-5	ГЭС-6
Отметка порога в верхнем бьефе перед ГЭС	467,35	456,50	444,53	432,99	421,29	409,34
Отметка НПУ	473,25	461,55	449,58	438,04	426,34	414,39
Отметка ФПУ	474,25	462,55	450,58	439,04	427,34	415,39
Отметка горизонта воды в нижнем бьефе	462,75	451,05	439,08	427,57	415,84	403,89
Отметка дна в нижнем бьефе ГЭС	457,70	446,00	434,03	422,49	410,79	401,19
Длина участков деривационных каналов (проектная)	145	4080	4905	3590	4145	4855

На каждой ГЭС будут установлены четыре гидроагрегатов с поворотно-лопастными капсульными турбинами горизонтального исполнения. Мощность каждой ГЭС - 38 МВт. Все гидроагрегаты будут местного производства. В рамках программы локализации гидроагрегаты мощностью

2-15 МВт будут производиться в Узбекистане под национальным брендом «Made in Uzbekistan». Данные гидроагрегаты будут производиться на заводе СП ООО «UGE-JINLUN». Это предприятие расположено на территории УП «Энергокурулишиндустрия» в Бостанлыкском районе Ташкентской области и является подструктурным предприятием АО «Узбекгидроэнерго». Рынок Республики Узбекистан, а также ближнего и дальнего зарубежья насыщен материалами и оборудованием, необходимым для реализации

и функционирования проекта, в том числе квалифицированными специалистами, способными управлять как сооружением, так и эксплуатацией объекта. Анализ производителей и поставщиков показал, что удовлетворить потребность в материалах и второстепенному оборудованию способны как местные, так и зарубежные производители.

Строительство Каскада Нарынских ГЭС предполагается выполнить

с использованием существующих баз стройиндустрии, расположенных

в городах Наманган, Учкурган, Уй-чи. В этих городах размещены заводы железобетонных изделий, строительных материалов и

гравийно-сортировочные и другие строительные компании.

При выполнении строительно-монтажных работ предусмотрено использование современного, высокотехнологичного оборудования

и передовых технологий, соответствующих современным мировым стандартам и требованиям по производительности и качеству производимой продукции, энерго и ресурсосбережению, экологическим стандартам.

Запуск и эффективная эксплуатация каскада Нарынских ГЭС позволит зафиксировать стоимость энергоресурсов на приемлемом для потребителя уровне, решить проблему дефицита электроэнергии в жаркие и холодные периоды года, когда спрос на электроэнергию значительно возрастает. Основным плюсом для каскада ГЭС является увеличение вырабатываемой электроэнергии с участка водотока.

### **Список использованной литературы**

1. <https://www.iea.org/reports/electricity-mid-year-update-july-2024>.
2. Ирригация и дренаж в Республике Узбекистан. История и современное состояние, стр.5. –Ташкент 2020 г.
3. [https://24.kg/vlast/271231\\_k2030\\_godu\\_nareke\\_naryin\\_postroyat\\_kazarmanskiy\\_kaskad\\_ges/](https://24.kg/vlast/271231_k2030_godu_nareke_naryin_postroyat_kazarmanskiy_kaskad_ges/)

## УВЕЛИЧЕНИЕ УРОВНЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ В АО «УЗБЕКГИДРОЭНЕРГО»

**Уйгун ХАЙДАРОВ**

Главный специалист управления по мониторингу инвестиционных программ, контролю закупок в сфере иностранных инвестиций и локализации АО «Узбекгидроэнерго»

**Мадамин ДИМЕТОВ**

Ведущий специалист управления по мониторингу инвестиционных программ, контролю закупок в сфере иностранных инвестиций и локализации АО «Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** В статье рассматриваются оборудования микроГЭС, производство которого на сегодняшний день осуществляется АО «Узбекгидроэнерго» в рамках программы локализации и на основе опыта зарубежных предприятий.

**Ключевые слова:** локализация, программа локализации, промышленная кооперация, импортозамещение, кинетическая турбина.

## “O‘ZBEKGIDROENERGO” AJDA MAHALLIYLASHTIRISH DARAJASINI OSHIRISH

**Uyg'un HAYDAROV**

“O‘zbekgidroenergo” AJ Investitsiya dasturlarini monitoring qilish, xorijiy investitsiyalar sohasidagi xaridlarni nazorat qilish va mahalliyashtirish boshqarmasi bosh mutaxassisi

**Madamin DIMETOV**

“O‘zbekgidroenergo” AJ Investitsiya dasturlarini monitoring qilish, xorijiy investitsiyalar sohasidagi xaridlarni nazorat qilish va mahalliyashtirish boshqarmasi yetakchi mutaxassisi

**Аннотация:** Мақолада бугунги кунда “Ўзбекгидроэнерго” АЖ томонидан маҳаллийлаштириш дастури доирасида ва хорижий корхоналар тажрибаси асосида ишлаб чиқарилаётган микроГЭС ускуналари кўриб чиқилган.

**Калит сўзлар:** маҳаллийлаштириш, маҳаллийлаштириш дастури, саноат ҳамкорлиги, импорт ўрнини босиш, кинетик турбина.

## INCREASING THE LOCALIZATION LEVEL OF JSC “UZBEKHYDROENERGO”

**Uygun KHAYDAROV**

Head of the Department for Monitoring Investment Programs, Control of Procurement in the Sphere of Foreign Investments and Localization of “Uzbekhydroenergo” JSC

**Madamin DIMETOV**

Leading specialist of the Department for monitoring investment programs, control of procurement in the field of foreign investments and localization of JSC “Uzbekhydroenergo”

**Abstract:** *The article examines the micro-HPP equipment currently being produced by JSC “Uzbekhydroenergo” within the framework of the localization program and based on the experience of foreign enterprises.*

**Keywords:** *localization, localization program, industrial cooperation, import substitution, kinetic turbine.*

Повышение уровня локализации играет важную роль в обеспечении устойчивого и последовательного развития экономики страны, уменьшении ее зависимости от внешних факторов и ускорении внедрения новых технологий в производственный процесс. В частности, принятие постановлений Президента Республики Узбекистан от 1 мая 2019 года №ПП-4302 «О мерах по дальнейшему развитию промышленной кооперации и расширению производства высоколиквидных товаров», от 24 августа 2019 года №ПП-4426 «О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и ускорение кооперационных связей в отраслях промышленности», Кабинета Министров Республики Узбекистан от 17 декабря 2019 года №1009 «Об утверждении Положения о формировании, реализации и системе отчетности программы локализации производства готовой продукции, комплектующих и материалов на основе производственной кооперации и порядка взаимодействия государственных органов и инициаторами проекта в этом процессе», от 30 сентября 2019 года №833 «О мерах по организации деятельности промышленных ярмарок и электронных кооперационных бирж», от 10 марта 2020 года №136 «О программе локализации товаров народного потребления на внутреннем и внешнем рынках в 2020-2021 годах» способствовало дальнейшей активизации этой деятельности.

В АО «Узбекгидроэнерго» в целях обеспечения исполнения вышеуказанных документов, особое внимание уделяется развитию производства, ориентированного на нужды системы в рамках программы локализации. В частности, для ускорения модернизации и реконструкции и снижения стоимости строительно-монтажных работ в рамках ремонтного

фонда компанией созданы производственные цеха на местах.

Также установлены соответствующие мероприятия по оптимизации импорта в рамках реализации программы локализации и промышленной кооперации. В рамках программы локализации и промышленной кооперации АО «Узбекгидроэнерго» будет производить для гидроэлектростанций и электроцентралей запасные части и комплектующие изделия.

В рамках программы локализации и промышленной кооперации разработаны мероприятия по организации производства конкурентоспособных продуктов:

во-первых, переоценка состояния материально-технической базы подведомственных предприятий, ремонт, модернизация и приобретение новой технологии, расширение производственных возможностей;

во-вторых, привлечение инвестиций на создание современного производственного комплекса на предприятии АО «Сувсаноатмаш» для локализации запасных частей и комплектующих изделий, расширение производственных возможностей;

в-третьих, расширение кооперационных связей на основе деятельности на промышленных ярмарках и электронных платформах, ускорение совместных работ в целях производства импортозамещаемой продукции, поддержка местных производителей;

в-четвертых, организация совместных работ в целях создания возможностей оказания услуг, производства оборудования, запасных частей и комплектующих изделий для энергосистем соседних стран, расширение возможностей экспорта продукции.

АО «Узбекгидроэнерго» провел переговоры с индийской компанией «Maclec technical project laboratory pvt. LTD» по производству гидроагрегатов с кинетическими турбинами мощностью до 50 МВт. Стороны договорились о производстве гидроагрегатов для микро ГЭС под национальным брендом Made in Uzbekistan в кооперации с заводом АО «Сувсаноатмаш», что на первом этапе будет локализовано 60 процентов гидроагрегатов, которые пройдут испытания в условиях Узбекистана. На втором этапе производство локализуют на 100 процентов. После освоения гидроагрегатов кинетическими турбинами специалисты АО «Сувсаноатмаш» в короткие сроки смоделировали гидроагрегаты для каждой реки и каналов, определили их номинальные размеры и производственные мощности.





АО «Узбекгидроэнерго» подписала Меморандум с китайской компанией «Zhejiang Jinlun Electromechanic Co., Ltd.» по строительству нового завода под маркой СП ООО «UGE-JINLUN» которое будет выпускать гидроагрегаты мощностью до 15 МВт. В рамках программы локализации гидроагрегаты, изготовляемые на новом заводе, будут производиться в Узбекистане под национальным брендом «Made in Uzbekistan».

Согласно Меморандума на первом этапе инженеры компании «Zhejiang Jinlun Electromechanic Co., Ltd.» на базе АО «Сувсаноатмаш» произвели первые совместные работы по изготовлению турбинной части микро ГЭС мощностью 185, 230, 305, 375, 490, 760 кВтных гидроагрегатов.

Новый завод СП ООО «UGE-JINLUN» будет осваивать внутренний рынок Узбекистана по изготовлению и установки гидроагрегатов, параллельно будет изучать и производить генерирующие и турбинные части гидроагрегатов для соседних стран, таких как Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Афганистан и другие соседние государства.

Согласно сотрудничеству с компанией «Zhejiang Jinlun Electromechanic Co., Ltd.» на заводе «UGE-JINLUN» в первые будет запущено производство высокой инновационной технологии из местного сырья и производителя, кроме того, локализация производства уменьшит завоз импортных деталей послужит снижению роста цен, в результате будет сэкономлено финансовые затраты, а также поможет освоить производство новой технологии. Выпущенные агрегаты будут соответствовать современным стандартам и системе менеджмента качества ISO.



В 2024 году АО «Узбекгидроэнерго» за счет эффективного использования производственных мощностей предприятий по локализации запланировало увеличение объемов выпуска промышленной продукции до 31 млрд. сумов. По сравнению согласно бизнес-плана за I полугодие было запланировано выпуск локализованной продукции на 11,4 миллиарда сумов, по факту было произведено продукции на 11,8 миллиардов сум, что составило 102,7 процентов.

## СУВ ОМБОРЛАРИДА ФИЛЬТРАЦИЯ СУВЛАРИ МОНИТОРИНГИНИ ЮРИТИШДА ЮПҚА ДЕВОРЛИ НОВЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ

<b>Жамол КАМОЛОВ</b>	“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Сув ресурсларини бошқариш бўлими бошлиғи
<b>Жахонгир АХРОНҚУЛОВ</b>	“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Сув ресурсларини бошқариш бўлими етакчи мутахассиси

**Аннотация:** Мақолада дарё, сой, сув омборлари ва бошқа ирригация тармоқларида сув ресурслари ҳисобини юритишда сув ўлчаш гидропостлари, асосан юпқа деворли сув ўлчаш новларидан фойдаланиш бўйича маълумотлар келтирилган.

**Калит сўзлар:** сув омбори, тўғон, гидропост, сув сатҳи, сув сарфи, стандарт сув ўлчаш новлари, Томсон нови, Чиполетти нови, фильтрация сувлари.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ЛОТКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

<b>Жамол КАМОЛОВ</b>	Начальник отдела управления водными ресурсами АО «Узбекгидроэнерго»
<b>Жахонгир АХРОНКУЛОВ</b>	Ведущий специалист отдела управления водными ресурсами АО «Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** В статье приведены сведения об использовании водоизмерительных гидропостов, в основном тонкостенных водомерных лотков, при ведении учета водных ресурсов в реках, ручьях, водохранилищах и других ирригационных сетях.

**Ключевые слова:** водохранилище, плотина, гидропост, уровень воды, расход воды, стандартные водомерные лотки, лоток Томсона, лоток Чиполетти, фильтрационные воды.

## THE USE OF THIN-WALLED TRAYS FOR MONITORING FILTRATION WATER IN RESERVOIRS

**Jamal KAMOLOV**

The head of the water management  
department JSC “Uzbekhydroenergo”

**Jahongir AHRONKULOV**

Leading specialist of water resources management  
department JSC “Uzbekhydroenergo”

**Abstract:** The article provides information on the use of water measurement stations, primarily thin-walled water metering flumes, in accounting for water resources in rivers, streams, reservoirs, and other irrigation networks.

**Keywords:** reservoir, dam, hydrometric station, water level, water discharge, standard water metering flumes, Thomson weir, Cipolletti weir, seepage water.

Амалиётда сув ресурслари ҳисобини юритишда бир қатор қурилмалардан фойдаланилади. Сув ўлчаш қурилмалари (гидропост) сув ўлчаш жойининг нишаблиги, сув таркибидаги лойқа-оқизиклар ҳамда сув сарфининг миқдорига қараб танлаб олинади.

Сув сарфи миқдори катта бўлган ирригация тармоқларида асосан ўзгармас ва белгиланган ўзан туридаги гидропостлардан фойдаланилади. Амалиётда сув сарфи миқдори кам бўлган манбаларда асосан стандарт турдаги САНИИРИ, паршал ва юпқа деворли новлардан фойдаланилади. Сув хўжалигимиз тизимида юпқа деворли новлар орқали асосан сув омборларидаги фильтрация сувларини ўлчаш, хўжаликлараро ирригация тармоқларида истеъмолчиларга сувни тақсимлашда фойдаланиб келинади.

Республикамиз сув хўжалиги тизими сув манбалари бўйича бир-бирига боғланган мураккаб қудратли мажмуа ҳисобланиб, унинг таркибида умумий сув сарфи секундига 2 500 кубометрдан ортиқ сув ресурсларини ўткази олиш қобилиятига эга бўлган 75 та йирик каналлар, 19,4 млрд. кубометр ҳажмга эга 55 та сув ва 25 та сел омборлари мавжуд бўлиб, ушбу гидротехник иншоотларнинг кўп қисми йирик ва тоифаланган гидротехник иншоотлар ҳисобланади.

Гидротехника иншоотларидан 40-60 йиллар давомида фойдаланиб келинаётган бўлиб, уларнинг хавфсиз ва барқарор ишлашини таъминлаш учун доимий равишда эксплуатация тартиб қоидалари ва йўриқномалар талаблари ўз вақтида сифатли ва тўлиқ бажарилиши шартдир.

Ўз навбатида, сув омборлари тўғонлари ва бошқа барча турдаги гидротехник иншоотлар техник ҳолатини мониторинг қилиб бориш учун назорат-ўлчов қурилмаларининг соз ва ишончли ишлаши катта аҳамият касб этади. Сув омборларидан ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг асосий мезонларидан бири тўғон танасидаги фильтрация сувлари миқдорини

доимий кузатиб, таҳлил қилиб боришдир.

Сув омборларидаги очик дренаж тармоқлари ва тўғон танасидан чиқувчи фильтрация сувлари миқдори асосан юпқа деворли новлар орқали ўлчаб борилади.

Юпқа деворли новларнинг Томсон, Чиполетти, Иванов турлари мавжуд. Ушбу новлар стандарт сув ўлчаш қурилмалари ҳисобланиб, асосан 500 л/сек. гача бўлган сув сарфларини ўлчаш учун мўлжалланган. Сув сарфи ( $Q$ , л/сек) новдаги сув сатҳининг ўлчанадиган қиймати ( $H$ , м) асосан аниқланади.

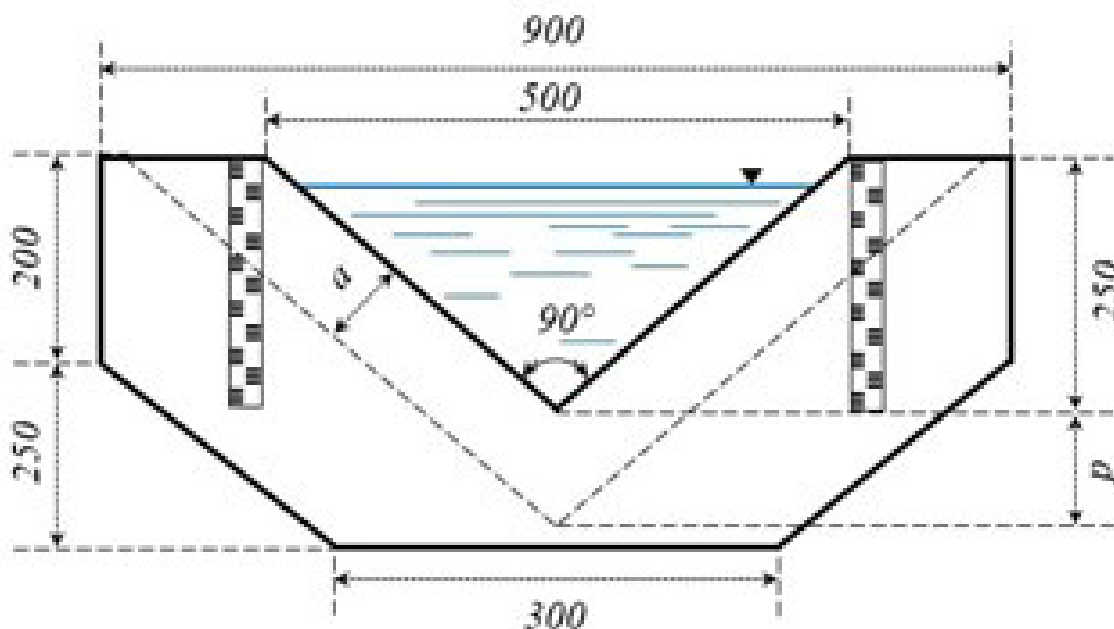
Томсон нови учбурчаксимон бўлиб, 3-4 мм қалинликдаги металлдан, бурчаклари  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  ва  $120^\circ$  қилиб ясалади.

$$Q = 1,41 \cdot H^2$$

Томсон новидаги сув сарфи ушбу формула орқали ҳисобланади.

Бунда:  $H$  – сатҳи баландлиги, метр

### 1. Расм. Юпқа деворли “Томсон” нови

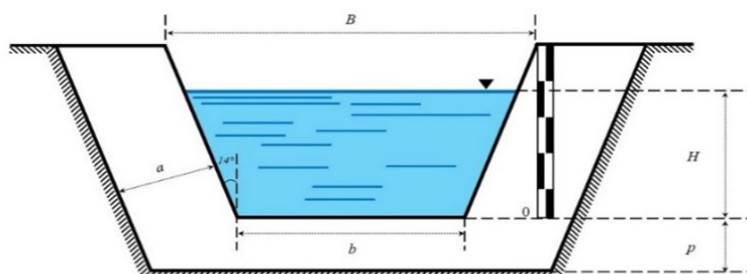


Юпқа деворли “Чиполетти” нови – юпқа деворли, ён томондаги қиялиги 1:4 бўлган трапеция шаклидаги нов ҳисобланади ва қалинлиги 3-4 мм бўлган ясси темир ҳамда маҳкамлаш учун металл бурчаклардан ясалади. Чиполетти нови сув ўтказгич қисми тубининг кенглиги ( $b$ ) 25, 50, 75 см катталиқда тайёрланиши мумкин ва улар турли сарфдаги сувни ўлчашга, масалан “ЧВ-50” нови - 5 л/с дан 82 л/с гача, “ЧВ-75” нови эса - 16 л/с дан 225 л/с гача сув сарфини ўлчаш учун қўлланилади. “ЧВ-50” нови остонасининг ўлчами 2-3 мм, қолган ўлчамлари 5-10 мм, “ЧВ-75” нови остонасининг ўлчами 5 мм, қолган қисмлари ўлчамлари  $\pm 5$  мм аниқликда ясалади.

Чиполетти нови трапециясимон бўлиб, 3-4 мм қалинликдаги металлдан, ясалади.

$$Q = 1,86 * b * H^{2/3}, (tg\alpha = 0,25)$$

Чиполетти новидаги сув сарфи ушбу формула орқали ҳисобланади. Бунда:  $H$  – сатҳи баландлиги, метр,  $b$  – қурилма остонасининг кенглиги, метр.



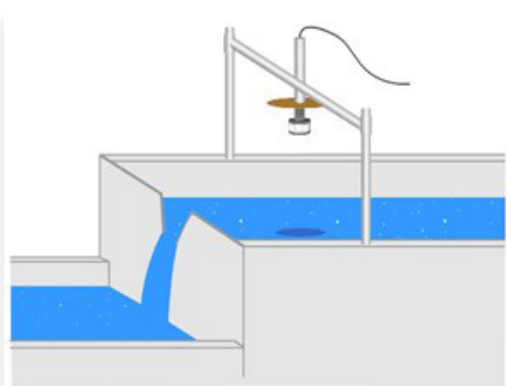
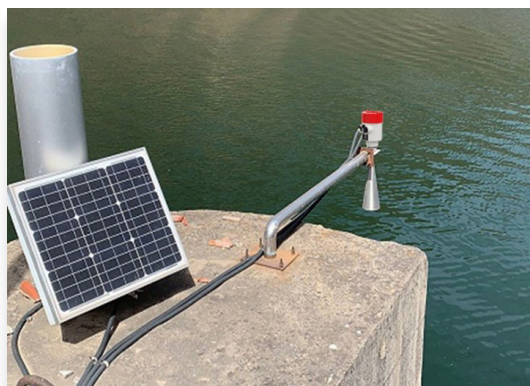
**2. Расм.** Юпқа деворли “Чиполетти” нови.

Юпқа деворли новлар орқали сув сарфи ўлчанганда, аниқлик даражаси бошқа сув ўлчаш

қурилмаларига нисбатан юқори бўлади.

“Ўзбегидроэнерго” АЖ тасарруфидаги сув омборларида жами 40 дона Томсон ва Чиполетти туридаги юпқа деворли новлардан фойдаланилиб, фильтрация сувлари юқори аниқликда ўлчаб борилмоқда.

Сув омборларида олиб борилган рақамлаштириш ва автоматлаштириш тадбирлари доирасида барча фильтрация сувларини ўлчашга мўлжалланган юпқа деворли новлар ва мавжуд барча сув ўлчаш гидростларига замонавий рақамли сув ўлчаш қурилмалари ўрнатилиб, маълумотлар онлайн олиниб, таҳлил қилиб борилмоқда.



**3. Расм.** Гидростларга ўрнатилган рақамли сув ўлчаш воситалари

Ушбу турдаги новларни 3 йилда бир мартаба метрологик аттестациядан ўтказилиши белгиланган бўлиб, сув омборларидаги барча новлар аттестациядан (тарировка) ўтказилиб, тўлиқ соз ҳолатда ишлаши таъминлаб келинмоқда.

### Фойдаланилган манбалар

1. Фатхуллоев А., Назаралиев Д. Эксплуатационная гидрометрия. 2023 г.
2. Ахмеджанов Д., Ибрагимова Х. Амалий гиддрометрия. 2018 й.
3. Карасев И.. Речная гидрометрия и учет водных ресурсов. 1980 г.



## МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ АЧХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГАУССОВСКИХ ИМПУЛЬСОВ

Кабул ИКРАМОВ

Начальник управления цифровизации и  
внедрения ИКТ АО «Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** С появлением цифрового телевидения оказалось, что методы измерения АЧХ, пригодные для аналогового не подходят для решения проблем цифрового. В статье рассмотрен новый метод, специально разработанный для измерения АЧХ цифрового телевизионного сигнала, основанный на использовании последовательностей, усечённых по протяженности гауссовских импульсов. Преимуществом данного метода является жесткая локализация каждого импульса в реальном и частотном пространствах.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, цифровые проблемы, импульсы Гаусса, цифровой телевизионный сигнал, частотные пространства.

## GAUSS IMPULSLARI KETMA-KETLIKLARIDAN FOYDALANGAN HOLDA ACHXNI O'LCHASH USULI

Qobul IKROMOV

“O'zbekgidroenergo” AJ Raqamlashtirish va  
AKTni joriy etish boshqarmasi boshlig'i

**Annotatsiya:** Raqamli televideniyeining paydo bo'lishi bilan analogga mos keladigan ACHXni o'lchash usullari raqamli muammolarni hal qilish uchun mos emasligi ma'lum bo'ldi. Maqolada Gauss impulslarining uzunligi bo'yicha kesilgan ketma-ketliklaridan foydalanishga asoslangan raqamli televizion signalning ACHX ni o'lchash uchun maxsus ishlab chiqilgan yangi usul ko'rib chiqilgan. Ushbu usulning afzalligi har bir impulsning real va chastota fazolarida qat'iy lokalizatsiyasidir.

**Kalit so'zlar:** raqamli texnologiya, raqamli muammolar, Gauss impulslari, raqamli televizion signal, chastota fazolari.



## A METHOD FOR MEASURING ACC BY USING GAUSSOBE IMPULSE SEQUENCES

**Kabul IKRAMOV**

Head of Digitalization and ICT Implementation  
Department JSC “Uzbekhydroenergo”

**Abstract:** With the advent of digital television, it turned out that the ACHX measurement methods suitable for analogue are not suitable for solving digital problems. The article examines a new method, specially developed for measuring the AFC of a digital television signal, based on the use of Gauss impulse segments. The advantage of this method is the strict localization of each impulse in real and frequency spaces.

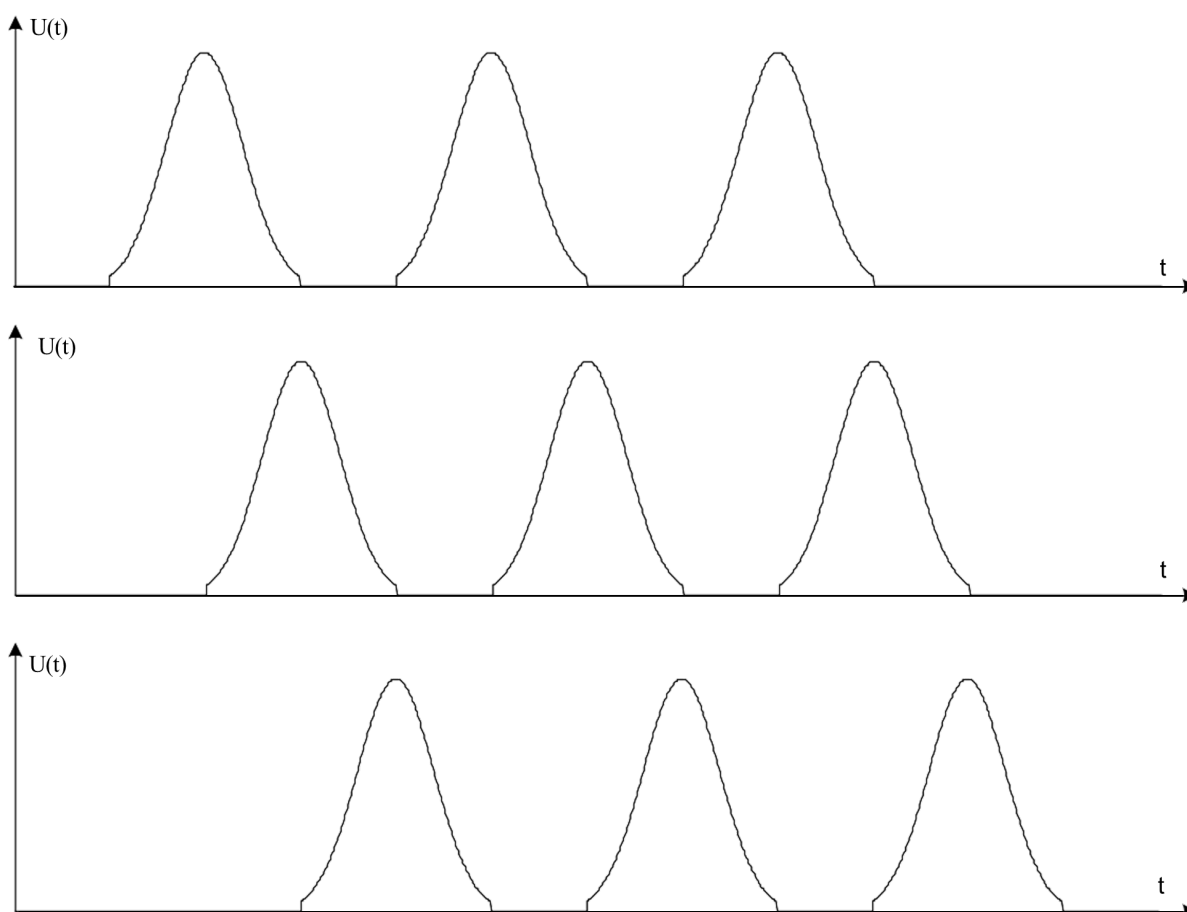
**Keywords:** digital technologies, digital problems, Gauss pulses, digital television signal, frequency spaces.

Известен метод измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) телевизионного сигнала (ТВС) с использованием синусквадратичных и косинусквадратичных импульсов [1]. В общем виде, суть метода измерения АЧХ заключается в формировании на передающей стороне испытательных сигналов (ИС) определенной формы с последующей их сквозной передачей через исследуемый функциональный элемент системы цифрового телевидения (ЦТВ). На приемной стороне, то есть на выходе исследуемого функционального элемента происходит измерение изменений амплитуды ИС, и как следствие оценка АЧХ исследуемого функционального элемента. В качестве испытательного сигнала на входе функционального элемента цифровой системы телевидения формируют  $n$  периодических последовательностей синусквадратичных и косинусквадратичных радиоимпульсов. Использование данного метода предполагалось для измерения АЧХ видеотракта систем телевидения. При использовании косинусквадратичной формы огибающей имеет место увеличение частоты колебательного процесса в спектре огибающей. Это дает дополнительные преимущества при отдельной обработке радиоимпульсов и получении результатов измерений. При отдельной обработке каждый импульс, получаемый в результате демодуляции измерительной пачки (ИП) интегрируют и получают соответствующее значение отсчета измеряемой характеристики. При измерении АЧХ функциональных элементов видеоканала систем аналогового телевидения является жестко ограниченной длительность ИП (в аналоговом телевидении максимальная длительность пачки была ограничена длительностью гасящего импульса). При измерении АЧХ функциональных элементов аппаратуры для обработки высокочастотного (модулированного) цифрового телевизионного сигнала (ЦТВС) ограничение по длительности в виде времени обратного хода отсутствует. В качестве метода измерения АЧХ

функциональных элементов системы ЦТВ можно использовать метод основанный на формировании последовательности усеченных гауссовских импульсов (УГИ).

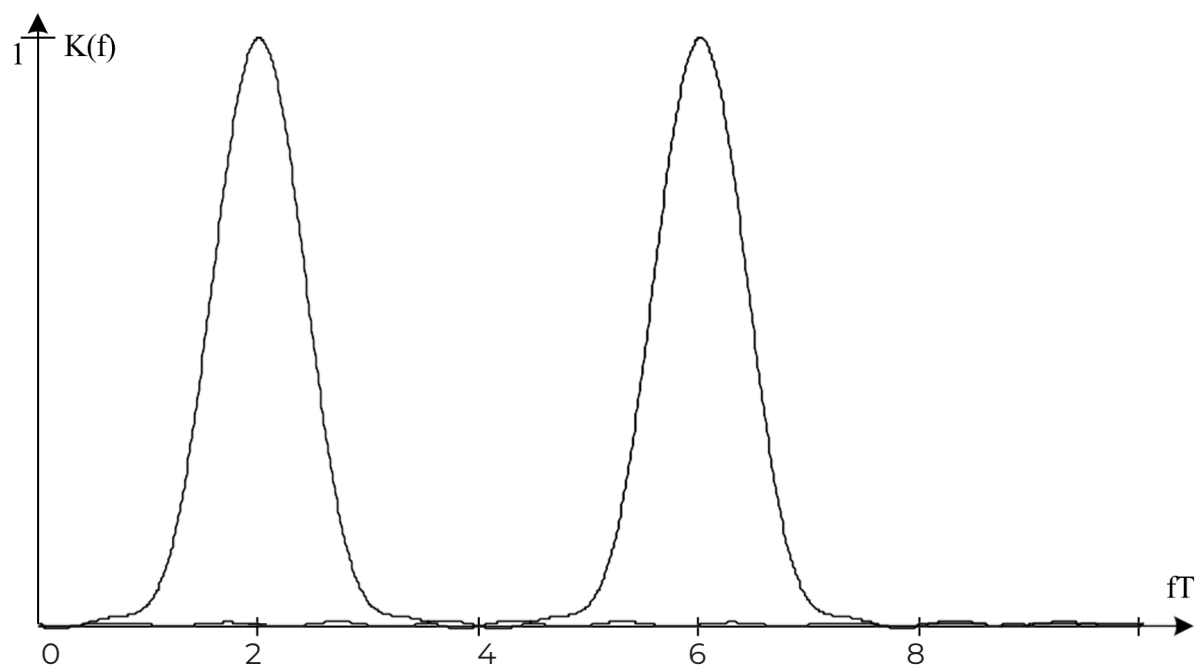
Метод измерения АЧХ с использованием последовательности усеченных гауссовских импульсов является усовершенствованием метода измерения АЧХ основанного на использовании последовательности косинусквадратичных импульсов. Суть метода заключается в следующем.

Метод измерения АЧХ основан на формировании на передающей стороне ИС в виде последовательностей УГИ поочередно подаваемых в последовательных периодах измерений на вход исследуемого функционального элемента системы цифрового телевидения. На приемной стороне (на выходе функционального элемента) происходит раздельная обработка импульсов ИП. Каждый импульс выделяют из последовательности и интегрируют с целью получения значения АЧХ в исследуемой точке.

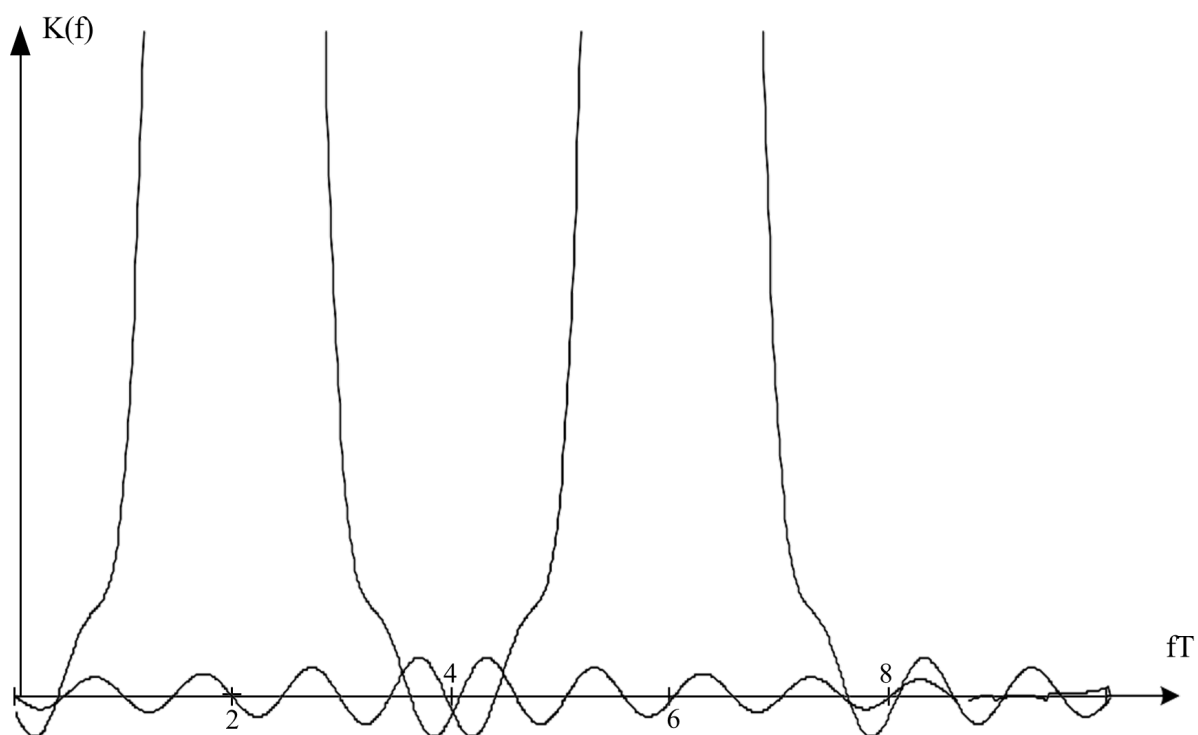


**Рис. 1.** Временная диаграмма усеченных гауссовских импульсов

С целью увеличения точности измерения, в качестве испытательного сигнала на передающей стороне формируют  $n$  периодических последовательностей усеченных гауссовских импульсов (Рис. 1).



(a)



(б)

**Рис. 2.** Спектр измерительной пачки усеченного гауссовского импульса (а) и укрупненный в 10 раз фрагмент того же спектра (б).

Для увеличения точности анализа из каждой из  $n$  последовательно передаваемых последовательностей формируют  $m$  одинаковых

параллельных последовательностей. Последовательности в смежных периодах измерения смещаются во времени на интервал кратный длительности одного импульса. Период следования импульсов ИП устанавливают кратным длительности одного импульса. Помимо импульсов на входе контролируемых функциональных элементов ТВ системы формируют группы сигналов поднесущих. Поднесущие частоты смещают по частоте друг относительно друга в пределах каждой

последовательности и от последовательности к последовательности в соседних периодах измерений. Значения поднесущих частот для  $m$  параллельно формируемых последовательностей смещаются от последовательности к последовательности на величину кратную активной ширине спектра испытательного сигнала (Рис. 2).

В этом случае, влияние спектров синхронно передаваемых пачек друг на друга сводится к минимуму. На Рис. 2 (б) более детально показана малоинтенсивная часть комплексной функции спектра ИП. Из Рис. 2 (б) видно, что чем ближе по частоте будут располагаться измерительные пачки, тем большие искажения возможны между синхронно передаваемыми пачками. При этом необходимо обеспечить условие, чтобы на частоте поднесущей значение спектральной компоненты соседней по частоте синхронно передаваемой пачки было равно нулю, как показано на Рис. 2 (б). Анализируя тонкую структуру спектра пачки гауссовской огибающей, можно сделать вывод, что побочные лепестки соседней пачки обращаются в нуль при значениях, соответствующих на оси относительных частот четным числам. Следовательно, для обеспечения наиболее благоприятных условий передачи измерительных пачек необходимо сместить частоту поднесущей от пачки к пачке на величину, кратную удвоенной частоте, на которой значение спектральной функции прямоугольника, ограничивающего гауссовский импульс, обращается в нуль (Рис. 3). То есть поднесущие необходимо смещать от пачки к пачке на величину, равную  $\Delta f = 2 \tau_{и}$ , где  $\tau_{и}$  – длительность усеченного гауссовского импульса.

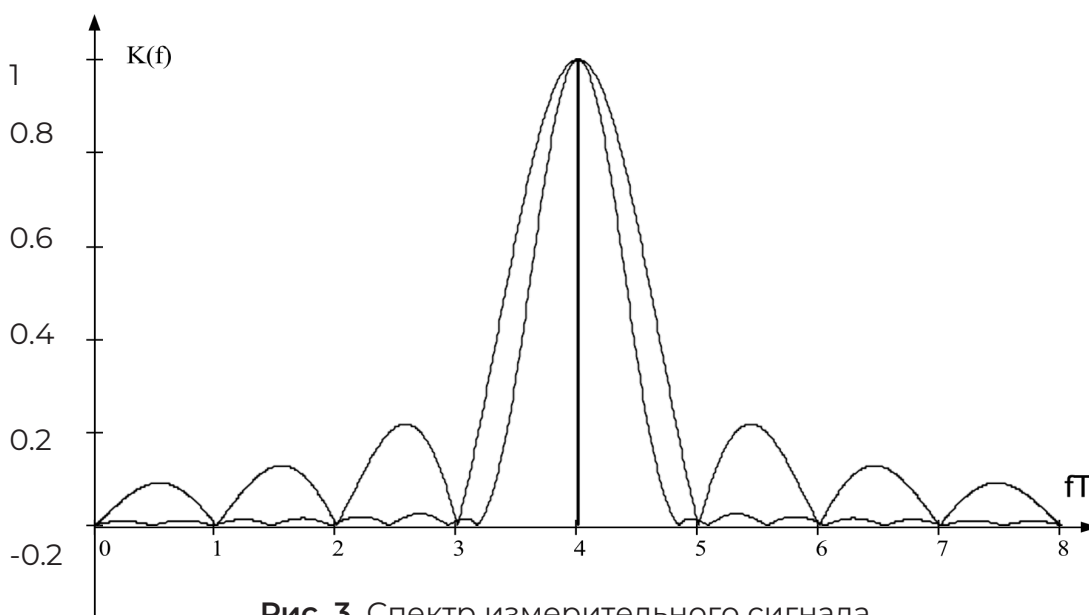


Рис. 3. Спектр измерительного сигнала

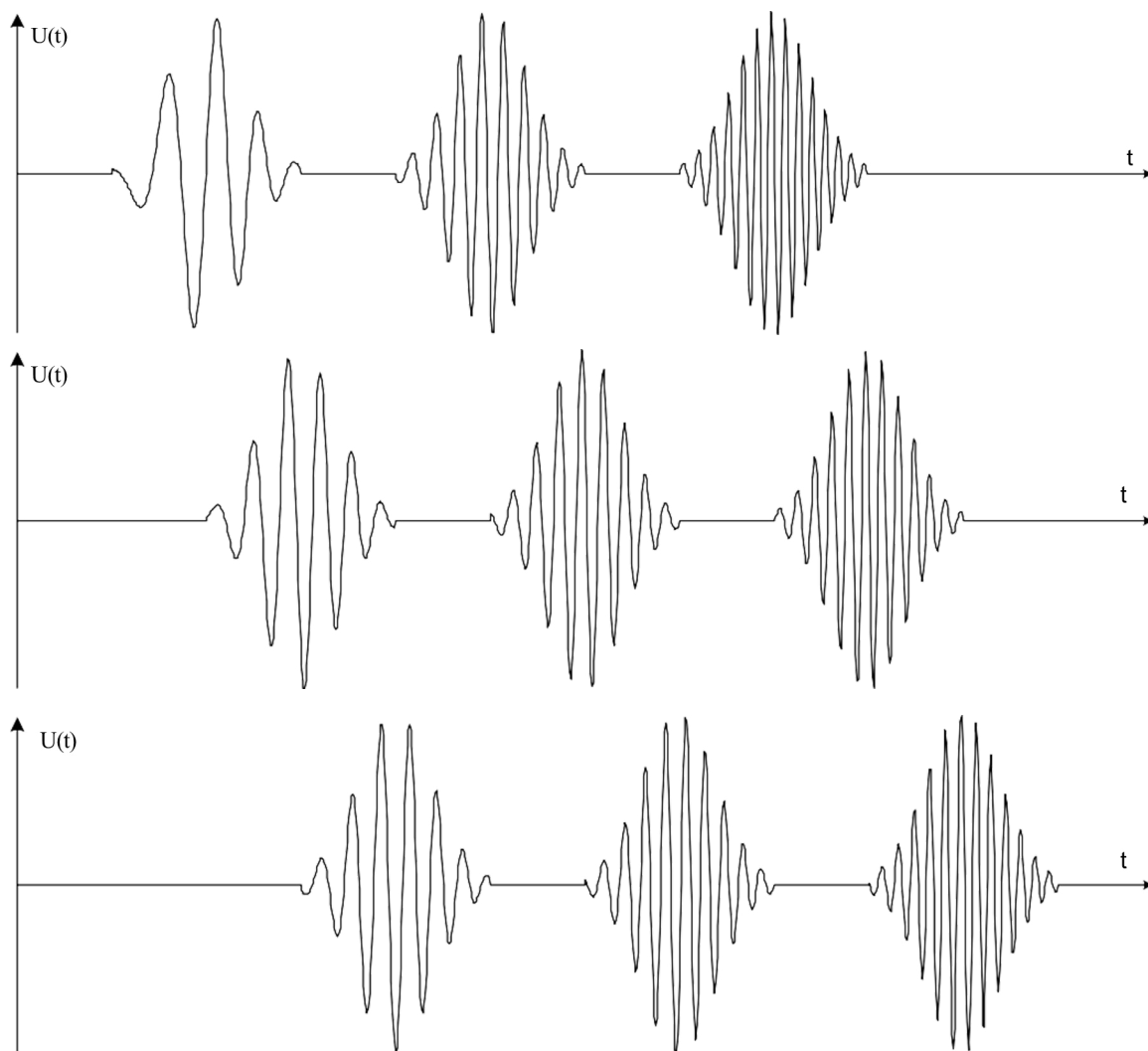
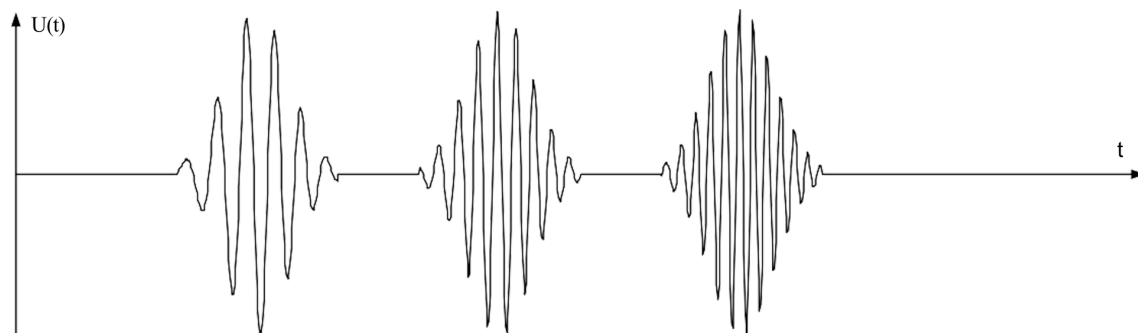


Рис. 4. Измерительные пакки



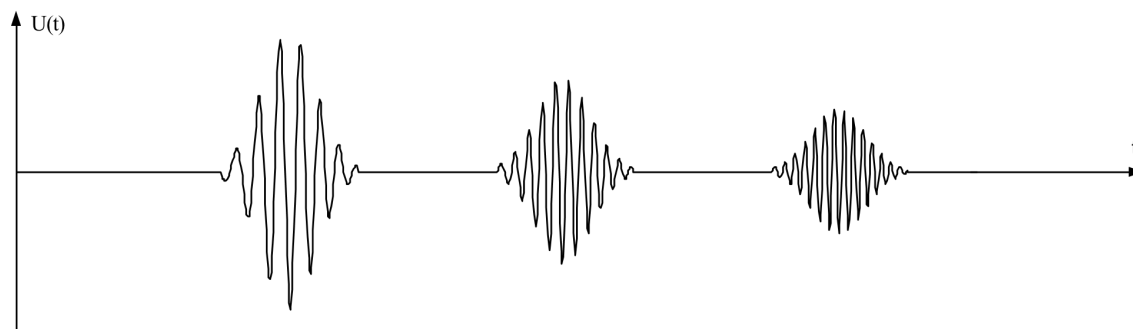


Рис. 5. Искаженные измерительные пакеты

Если смещать поднесущие на указанную величину, то при совмещении в точках измерения частотной характеристики спектры синхронно передаваемых пакетов не будут существенно влиять на частотную характеристику данной пакеты.

Соответствующие поднесущие по очереди модулируют последовательности гауссовских импульсов. В результате этого образуются последовательности измерительных радиоимпульсов, которые представляют собой измерительные пакеты (Рис. 4).

Сформированные последовательности импульсов передаются через исследуемый функциональный элемент системы ЦТВ. Вследствие того, что исследуемый функциональный элемент обладает определенной АЧХ, ИП при сквозном прохождении подвергаются искажениям (Рис. 5).

Амплитуды импульсов различных частот изменяются в соответствии со значением коэффициента передачи функционального элемента на заданной частоте [2]. На приемном конце демодулируют измерительные последовательности, поступающие с выхода исследуемого функционального элемента. Затем выделенный импульс интегрируют, в результате чего получают значение коэффициента передачи на заданной частоте.

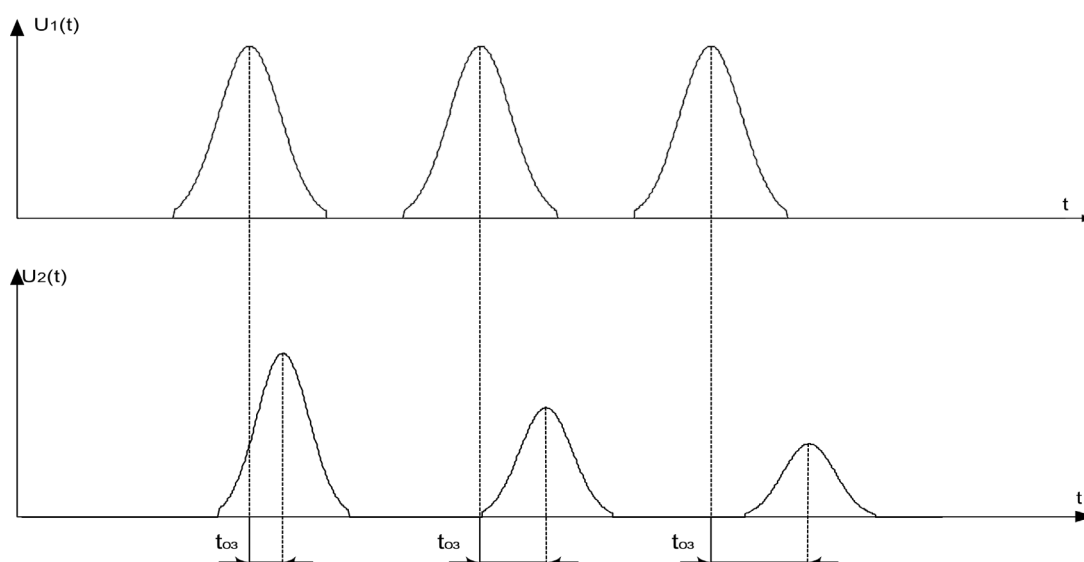


Рис. 6. Последовательности импульсов сформированные на входе и выходе

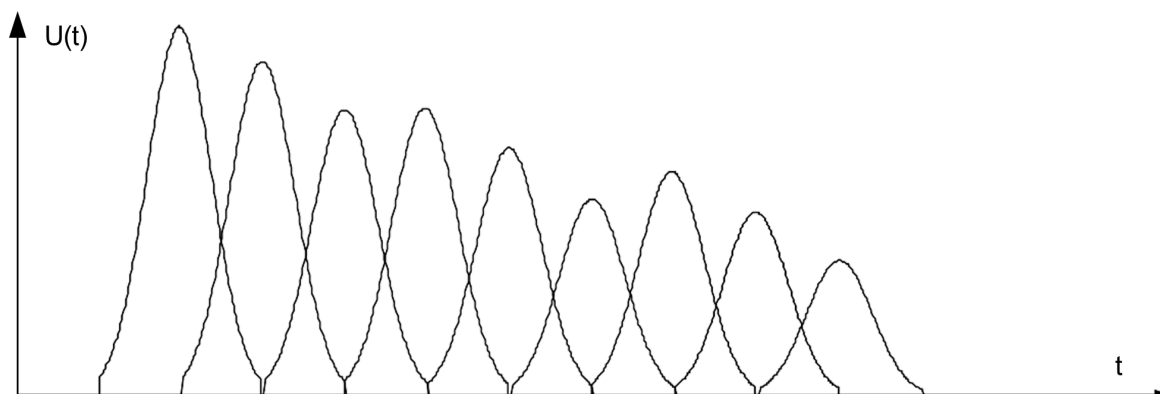


функционального элемента.

С помощью данного метода возможно совместное проведение измерений группового времени задержек (ГВЗ) и АЧХ. При формировании последовательности гауссовских импульсов они следуют с определенным фиксированным интервалом. В случае, если зафиксировать момент передачи первого импульса, определять относительные промежутки времени распространения радиоимпульсов, то можно оценить относительное время распространения (ОВР) измерительной пачки, то есть фактически определить ФЧХ. При сквозном прохождении измерительных пачек через исследуемый функциональный элемент помимо искажений связанных АЧХ они будут поступать на приемную сторону с задержкой. Задержка импульсов относительно начального определяется влиянием ФЧХ исследуемого функционального элемента. Соответственно радиоимпульсы отличающихся по частоте поднесущих будут приходить с различными задержками. На Рис. 5 показаны радиоимпульсы, подвергнутые искажениям по отношению к исходному варианту импульсной последовательности. При этом показана измерительная последовательность с учетом воздействия на ИП искажений АЧХ и ФЧХ исследуемого функционального элемента.

На приемной стороне за счет задержки выделенных импульсов на интервалы, кратные периоду передачи, совмещают во времени переданные участки измерительных последовательностей. При этом действие характеристик относительного времени распространения фазы (ОВРФ) исследуемого функционального элемента проявляется относительными задержками переданных импульсов измерительных последовательностей тоз. На Рис. 6 показаны последовательности импульсов, сформированные на входе функционального элемента (сверху) и выделенные на выходе (снизу).

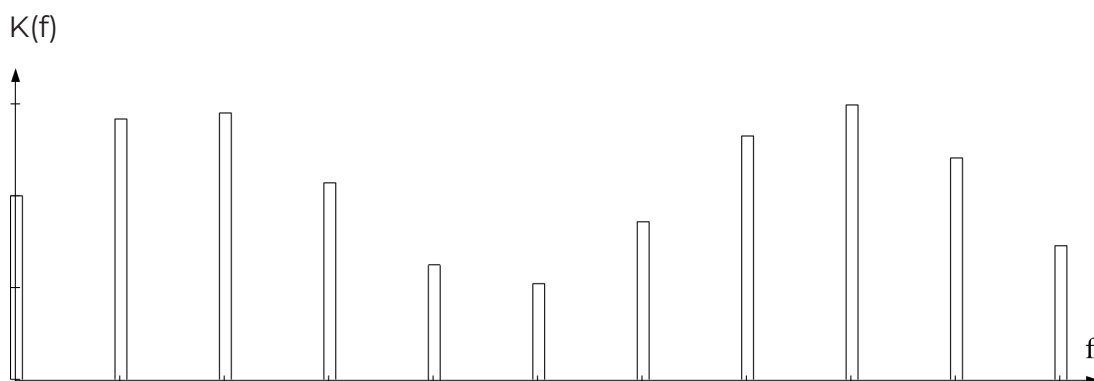
После прохождения через исследуемый функциональный элемент измерительные последовательности совмещаются (Рис. 7).



**Рис. 7.** Совмещенные измерительные последовательности

Огибающая совмещенной последовательности импульсов является отражением измеренной АЧХ исследуемого функционального элемента. Происходит накопление результатов измерения АЧХ и ФЧХ в последовательных периодах измерений. Амплитуды измеренных импульсов соответствуют АЧХ исследуемого функционального элемента,

а относительные задержки импульсов образуют характеристику ГВЗ. Разделением во времени и интегрированием импульсов в данном случае добиваются того, чтобы на результаты измерения АЧХ не влияла нелинейность ФЧХ исследуемого функционального элемента. Полученные результирующие отсчеты (Рис. 8) запоминают, затем по ним восстанавливают, например, с помощью ФНЧ, огибающую АЧХ ТВ-тракта.



**Рис. 8.** Результирующие отсчеты совмещенных измерительных последовательностей. Фактически предложенным решением реализуется дискретно-непрерывный контроль

АЧХ. Спектр каждого радиоимпульса локализуется в пределах определенного участка контролируемого частотного диапазона. Совокупность радиоимпульсов охватывает весь контролируемый частотный диапазон. Увеличение протяженности радиоимпульсов приводит к уменьшению размера участка локализации основной части спектра радиоимпульса. Минимально возможный размер участка локализации спектра, в конечном итоге, и определяет точность измерения предлагаемым способом.

Преимуществом данного метода является также простота реализации на основе элементов современной схемотехники конкретных устройств, которые могут обеспечивать высокую точность измерения АЧХ в заданном участке частотного диапазона видеотракта.

#### Литература:

1. Безруков В.Н., Способ измерения амплитудно-частотных характеристик и характеристик относительного времени распространения фазы сигнала в телевизионной системе и устройство для его осуществления, А.с. 1150776 СССР, Опубл. 1985, Бюл. № 14.
2. Гоноровский И.С., Демин М.П., Радиотехнические цепи и сигналы, М.: Радио и связь, 1994.
3. Харкевич А.А., Спектры и анализ – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.
4. Гутников В.С., Фильтрация измерительных сигналов. –М.: Радио и связь, 1989.
5. Кривошеев М.И., Основы телевизионных измерений. – М.: Связь, 1979.

## МИКРО ГЭСЛАР ҚУРИЛИШИ – ҲУДУДЛАРДА ЭНЕРГИЯ ТАНҚИСЛИГИНИ ЕЧИШНИНГ МУҲИМ ЙЎНАЛИШИ

<b>Мурод РАФИҚОВ</b>	“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Хорижий инвестициялар бош бошқармаси бош мутахассиси
<b>Дилшод АҲМЕДОВ</b>	“Ўзбекгидроэнерго” АЖ Ахборот-таҳлил бўлими бош мутахассиси

**Аннотация:** *Замонавий гидроэнергетикада микро ГЭСлардан фойдаланиш кўлами кенгайиб бормоқда. Микро ГЭСлар қурилиши, ўз навбатида, энергия танқислигини ечишда самарали аҳамият касб этади. Босимли ва эркин оқимли сув ҳавзаларида барпо этилаётган микро ГЭСлар маҳаллий аҳолини яшил энергия таъминлашнинг асосий манбаи бўлиб қолади.*

**Калит сўзлар:** *гидроэнергетик салоҳият Микро ГЭС, энергия истеъмоли, яшил энергия, қайта тикланувчи энергия манбалари.*

## СТРОИТЕЛЬСТВО МИКРОГЭС - ВАЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА В РЕГИОНАХ

<b>Мурод РАФИКОВ</b>	Главный специалист Главного управления иностранных инвестиций АО «Узбекгидроэнерго»
<b>Дилшод АХМЕДОВ</b>	Главный специалист информационно-аналитического отдела АО «Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** *Расширяются масштабы использования микроГЭС в современной гидроэнергетике. Строительство микроГЭС, в свою очередь, играет важную роль в решении энергетического дефицита. Строительство микроГЭС в водоемах с напором и свободным течением станет основным источником зеленой энергии для местного населения.*

**Ключевые слова:** *гидроэнергетический потенциал Микро ГЭС, энергопотребление, зеленая энергетика, возобновляемые источники энергии.*

## THE CONSTRUCTION OF MICRO-GES IS AN IMPORTANT DIRECTION TO SOLVE THE ENERGY SHORTAGE IN THE REGIONS

**Murod RAFIKOV**

Главный специалист Главного  
управления иностранных инвестиций  
АО «Узбекгидроэнерго»

**Dilshod AKHMEDOV**

Главный специалист информационно-  
аналитического отдела  
АО «Узбекгидроэнерго»

**Abstract:** *The scale of using micro-hydroelectric power plants in modern hydropower is expanding. The construction of micro-hydroelectric power stations, in turn, plays an important role in solving the energy shortage. The construction of micro-hydroelectric power stations in reservoirs with pressure and free flow will become the main source of green energy for the local population.*

**Keywords:** *hydropower potential, micro hydro power plants, energy consumption, green energy, renewable energy sources.*

Инсоният ўзининг ривожланиш жараёнида доимо энергия билан таъминлаш билан боғлиқ муаммоларни ҳал этишга уринади. Замонавий шароитда айнан электр энергия таъминоти масаласи биринчи ўринга қўйилмоқда. Бу масаланинг қай даражада самарали ҳамда сифатли ечилиши аҳоли ҳаёт фаолияти даражаси ва албатта, атроф-муҳитнинг аҳволи билан аниқланади. Энергия истеъмолининг ошиши – аҳоли сонининг ошиши ва унинг яшаш шароити яхшиланиши маҳсулидир.

Замонавий энергетика асосан фойдали қазилмалар – кўмир, нефть, табиий газдан фойдаланишга қаратилган. Ушбу манбалар эса доимий эмас. Анъанавий энергия ишлаб чиқарувчилар учун ягона альтернатив сифатида қайта тикланувчи энергия манбалари хизмат қилади. Булар эса туганмас ва экологик жиҳатдан тоза энергия ҳисобланади.

Қайта тикланувчи энергия манбаларига – шамол энергияси, қуёш энергияси, биомасса энергияси, гидроэнергия, геотермал энергия ва бошқалар киради. Уларнинг орасида айнан, гидроэнергетика – қайта тикланувчи энергия манбаларга асосланган соҳаларнинг энг самаралиси ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси йирик дарёларининг гидроэнергетик ресурслари қуввати 5 508 МВт бўлиб, йиллик ишлаб чиқарадиган энергияси ўртача 18 млрд. кВт-соатга баҳоланади. Ундан ташқари республикада кичик дарёлар, ирригация каналлари ва сув омборлари қуввати 1 760 МВт йиллик

ишлаб чиқиладиган энергияси 8 млрд. кВт-соат қувватга эга.

Шундай қилиб Ўзбекистоннинг умумий гидроэнергетик потенциали 7 258 МВтни, йиллик ишлаб чиқарадиган энергияси 26 млрд. кВт-соатни ташкил қилиши мумкин. Бу эса 6 700 000 тонна шартли ёқилғини тежаши имконини беради.

Глобал иқлим ўзгариши ва қурғоқчилик шароитида дарёларда сув ҳажмларининг пасайиши кузатилиши катта ва ўрта ГЭСларнинг тўлиқ қувватларда ишлашини чекламоқда. Бу эса, ўз навбатида, ишлаб чиқарилаётган экологик тоза электр энергияси ҳажмига салбий таъсирини ўтказмоқда. Электр энергияси ҳажмларида юзага келадиган тафовутни қоплашда кичик сув босими ва харажатида ишловчи микро ГЭСлар муҳим аҳамият касб этади.

Шу боис, кейинги йилларда юртимизда кичик гидроэнергетиканинг интенсив ривожланиши содир бўлмоқда. Хусусан, Давлатимиз раҳбари шу йил октябрь ойи Навоий вилоятига ташрифи доирасида иқтисодиёт тармоқлари ва аҳоли сонининг ўсиши билан электр истеъмоли ортиб бораётганлиги, бу борада юзага келаятган муаммоларни бартараф этиш учун қайта тикланувчи энергия манбаларини кўпайтириш, қуёш, шамолдан электр энергияси олишга қаратилган лойиҳаларни ҳамда гидроэлектр станцияларни ишга тушириш бўйича топшириқлар берган эди.

Унга мувофиқ, Республикамизда кичик қувватли қайта тикланувчи энергия манбаларини, шу жумладан микро ГЭСларни кенг жорий этиш бўйича қатор ислохотлар амалга оширилмоқда.

Шу қаторда, “Ўзбекгидроэнерго” АЖ томонидан республикада микроГЭСларни қуриш мумкин бўлган 1 600 та салоҳиятли майдонлар аниқланди (1-жадвал).

Вилоят номи	Микро ГЭС сони	Умумий қуввати, кВт	Ишлаб чиқариш млн кВт-с
<b>Республика бўйича</b>	<b>1 200</b>	<b>43 707,1</b>	<b>186,3</b>
Қорақалпоғистон Республикаси	10	277,7	10,1
Андижон	458	23 765	93,0
Бухоро	94	1 225	4,0
Жиззах	9	427,1	1,8
Қашқадарё	174	3 319,8	12,7
Навоий	140	2 000	10,8
Наманган	40	2 817,2	10,4
Самарқанд	44	2 511,3	9,9
Сурхондарё	38	1 421,5	7,2
Сирдарё	17	2 906,8	11,7
Тошкент	100	1 557,9	6,8
Фарғона	57	680,4	2,7
Хоразм	19	797,4	5,2





Бунда қўзланган мақсад - МГЭСдан фойдаланиш билан кичик дарё ва каналлар гидропотенциалини ўзлаштириш орқали кўп сонли кичик автоном истеъмолчиларининг энергия таъминоти билан боғлиқ кўпгина муаммоларга ечим топишдир. Бугунги кунда соҳага доир хорижий ҳамда маҳаллий малакали мутахассислар жалб этилиб, ушбу йўналишда бир қатор лойиҳалар амалга оширилмоқда.

Аҳамиятли жиҳати, мазкур микроГЭСлар кинетик гидротурбиналар бўлиб, босимсиз эркин оқимда ҳам энергия олиш имконини беради.





Шунингдек, Давлат раҳбари соҳада маҳаллийлаштириш масаласига ҳам алоҳида тўхталиб ўтиб, микро ГЭС ускуналарни ишлаб чиқаришни тўлиқ маҳаллийлаштириш бўйича топшириқ берди. Шу ўринда, “Навоий тажрибаси” доирасида гидро агрегатлар ишлаб чиқариш имкони мавжуд маҳаллий корхоналар – “Gidro Stanko Servis” ва «NAVPROMLITMASH» МЧЖга гидроагрегатларни ишлаб чиқариш учун ҳисоб-китоблар тақдим этилди. Ҳозирда агрегатларни лойиҳалаштириш ҳамда ишлаб чиқариш ишлари олиб борилмоқда.

Шу билан бирга, мамлакатимиз сув салоҳиятидан келиб чиққан ҳолда, микроГЭСлардан фойдаланиш борасида илғор хорижий тажрибани ўрганиш ҳамда энг сараларини мамлакатимизда кенг татбиқ этиш бўйича қатор илмий-техник, илмий-амалий лойиҳалар устида қизғин иш олиб борилмоқда.

Бундан ташқари, Жамият томонидан Тошкент вилоятида қуввати 40 МВтгача бўлган гидроагрегатлар ишлаб чиқариш имкониятига эга бўлган “UGE-JINLUN” МЧЖ ҚК ишга туширилди. Мазкур завод ишга туширилиши натижасида кичик ва микро ГЭСларнинг тўлиқ юртимизда ишлаб чиқарилиши йўлга қўйилади. Натижада лойиҳаларнинг қиймати маълум даражада қисқаришига эришилиб, хусусий сектор томонидан амалга ошириладиган лойиҳалар жозибадорлиги ортади ва замонавий энергия манбалари яратилишига эришилади.

Умуман олганда, микро ГЭСларни қуришда хусусий секторни кенг жалб этиш белгиланган бўлиб, бунинг учун барча ҳуқуқий ва иқтисодий шароитлар яратилган. Бунда, микро ГЭСнинг асосий афзаллиги – олинаётган энергиянинг арзонлигидир. Электр энергиясини олиш жараёнида ёнилғидан фойдаланилмаслик тадбиркорларга ижобий иқтисодий ва ҳудудларга экологик самара беради.

Таъкидлаш жоизки, микроГЭСларни қуриш орқали мавжуд сув ресурсларидан, шу жумладан, сув омборларидан ёки ирригация каналларидан, иккиламчи сувдан самарали ва оқилона фойдаланиш, қайта тикланувчи энергия қувватларини янада ошириш имкони таъминланади. Қолаверса, микроГЭСлар электр энергияси бериш билан бирга, дарё ўзанининг лойқаланишдан асрайди, кўплаб экин майдонларини суғоришга имкон беради.

Айтиш жоизки, амалга оширилаётган чора-тадбирлар мамлакатимизда электр энергияси ишлаб чиқариш қувватини ошириш баробарида, янги қуриладиган микроГЭСлар жойлашган ҳудудларнинг аҳолиси турмуши фаровонлигининг ошишига, хонадонларининг янада обод ва нурафшон бўлишига хизмат қилади.

## TOSHKENT VILOYATI OHANGARON SUV OMBORI QOSHIDA BARPO ETILGAN OHANGARON MIKRO GES TO'G'RSIDA

**Asqad URAZBAYEV**

GESlar va ularning gidrotexnik inshootlarni  
ekspluatatsiyasini nazorat qilish bo'limi  
yetakchi mutaxassisi

**Abstract:** The scale of using micro-hydroelectric power plants in modern hydropower is expanding. The construction of micro-hydroelectric power stations, in turn, plays an important role in solving the energy shortage. The construction of micro-hydroelectric power stations in reservoirs with pressure and free flow will become the main source of green energy for the local population.

**Keywords:** hydropower potential, micro hydro power plants, energy consumption, green energy, renewable energy sources.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 17-fevraldagi "2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-57-sonli qaroriga muvofiq suv omboridan tashlanadigan salt tashlamalaridan oqilona foydalanish maqsadida "Toshkent viloyati Ohangaron suv ombori qoshida barpo etilgan mikroGESi qurilishi" loyihasi doirasida Ohangaron mikroGESni qurish ishlari yakuniga yetkazilib, foydalanishga topshirildi.



Ushbu loyiha buyurtmachi tizim tashkiloti "1-son qurilish direksiyasi" UK tomonidan amalga oshirilgan bo'lib, loyihani moliyalashtirilishi Jamiyatning to'liq o'z mablag'lari hisobidan ajratilgan.

Asosiy loyihalashtirish ishlari, tizim loyiha tashkiloti "Gidroproyekt" AJ tomonidan bajarildi.

Qurilish-montaj ishlari va yuqori kuchlanishli elektr kabel uzatish liniyalari bo'yicha

ishlar “MEGA-GO” MCHJ tomonidan amalga oshirildi.

Ohangaron mikroGESning quvvati 2 500 kWni tashkil qilib, yillik o'rtacha elektr energiyasini ishlab chiqarish 2,9 mln kW·soatga teng bo'lib, hududda joylashgan qariyb 960 ta xonadonni elektr energiyasi bilan ta'minlashni anglatadi. Bu o'z navbatida yiliga 2 810 ming tonna ko'mir (ko'mir yoqilg'isidan foydalanuvchi issiqlik elektr stansiyasining foydali ish koeffitsienti – 27% ga teng bo'lganida), 960 ming m<sup>3</sup> tabiiy gazning (tabiiy gaz yoqilg'isidan foydalanuvchi issiqlik elektr stansiyasining foydali ish koeffitsienti – 32% ga teng bo'lganida) iqtisod qilinishiga erishiladi.

Ushbu tipdagi mikro GES O'zbekistonda birinchi hisoblanib, asosiy avfzallik tomonlaridan, suvdan oqilona foydalanib, to'liq quvvatda elektr energiyasini ishlab chiqarish hamda suvning yuqori bosimida ishlashidan tashqari yilning suv oqimi kamayishi oqibatida suv bosimi past bo'lgan davrda ham aholini uzluksiz va sifatli yashil energiya bilan ta'minlash imkoniyatiga ega bo'lishi bilan birga suvning past bosimida ishlovchi gidroturbinaning qo'llanishi mikroGESning samaradorligini 40%ga oshirishni yaratib beradi. Aniqroq aytadigan bo'lsak, bitta gorizontol holatda joylashgan generatorga ikkita yuqori va past bosimli suv oqimida ishlovchi Frensis tipiga mansub gidroturbinalar o'rnatilgan.

Gidroenergetika sohasining rivoji mamlakatimizda elektr energiyasi ishlab chiqarish quvvatini oshirish barobarida, yangi qurilayotgan GESlar joylashgan hududlarning aholisi turmush farovonligining oshishiga, xonadonlarning yanada nurafshon bo'lishiga o'z hissasini qo'shib kelmoqda.



Ohangaron mikro GES texnik ko'rsatkichlari:

1.	Idoraviy tegishligi	“O‘zbekgidroenergo” AJ	
2.	Korxonasi turi (yirik, kichik)	mikroGES	
3.	Ishga tushirilgan yili	2024-yil	
5.	Generatorlar soni	1 ta generator: SFW2500-10/1730	
6.	Korxonasi quvvati	O‘rnatilgan quvvat – 2 500 kW	
9.	Bosimli suv quvuri ko‘rsatkichlari	Yuqori bosimli	Past bosimli
	Turi	HLA 616-WJ-9.2	HL360a-WJ-73
10.	Maksimal bosim, m	78	45
11.	Nominal bosim, m	49	32
12.	Minimal bosim, m	36	18,6
13.	Nominal suv sarfi, $Q_n$ ( $m^3/s$ )	5,95	4,6
14.	Minimal suv sarfi, $Q_{min}$ ( $m^3/s$ )	2,4	1,8
15.	Nominal quvvat $P_n$ (kW)	2 632	1 330
16.	Nominal aylanish chastotasi (ayl/daq)	600	600
17.	F.I.K (%)	92,0	91,5
18.	Aylanish yo‘nalishi	Generator tomonidan qaralganda soat strelokasi yo‘nalishi bo‘ylab	Generator tomonidan qaralganda soat strelokasiga qarshi yo‘nalish bo‘ylab

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. <https://imrs.uz>;
2. <https://zamon.uz>;
3. <https://lex.uz>.



## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ АО «УЗБЕКГИДРОЭНЕРГО»

**АКМАЛ МУКСИНОВ**

Ведущий специалист отдела охраны окружающей среды и кадастровой службы АО «Узбекгидроэнерго»

**Аннотация:** Экологическая политика предприятия – это своего рода декларация, которая утверждает принципы и намерения руководства организации относительно экологических аспектов. Данная политика и является основой деятельности по определению экологических заданий и целей предприятия. АО «Узбекгидроэнерго» осуществляет единую техническую политику в сфере производства электрической энергии на гидроэлектростанциях, признавая свою ответственность за сохранение окружающей среды. Одной из основных задач и направлений деятельности АО «Узбекгидроэнерго» является обеспечение бережного отношения к водному потенциалу республики, сохранение имеющейся флоры и фауны при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений, а также эффективное управление водными ресурсами с учетом климатических, природных и других особенностей республики. Общество стремится к минимизации своего негативного экологического воздействия через устойчивое управление и внедрение инновации. Осуществляя свою деятельность в большинстве регионов страны, АО «Узбекгидроэнерго» является одним из основных субъектов водохозяйственного комплекса Республики Узбекистан и одним из крупнейших поставщиком возобновляемой электроэнергии. Экологическая политика определяет основные принципы, обязательства деятельности АО «Узбекгидроэнерго» в области охраны окружающей среды, которыми Компания руководствуется в процессе принятия решений и формировании программы реализации Экологической политики. [Данная статья и экологическая политика разработано на основе материалов РусГидро.]

**Ключевые слова:** Заявление о воздействия на окружающей среды, Заявление об экологического последствиях, Разработка экологических проектов, экологических нормативов по предельно-допустимых выбросов загрязняющих в атмосферу, экологических нормативов по образованию и размещения отходов

### “O‘ZBEKGIDROENERGO” AJNING EKOLOGIK SIYOSATINI ISHLAB CHIQISH VA JORIY ETISH

**Akmal MUKSINOV**

“O‘zbekgidroenergo” AJ Atrof-muhitni muhofaza qilish a kadastr xizmati bo‘limi yetakchi mutaxassisi

**Annotatsiya:** Korxonaning ekologik siyosati o‘ziga xos deklaratsiya bo‘lib, tashkilot rahbariyatining ekologik jihatlariga oid tamoyillari va maqsadlarini tasdiqlaydi. Ushbu siyosat korxonaning ekologik vazifalari va maqsadlarini belgilash bo‘yicha faoliyatning asosi hisoblanadi.

### “O‘ZBEKGIDROENERGO” AJNING EKOLOGIK SIYOSATINI ISHLAB CHIQISH VA JORIY ETISH

**Akmal MUKSINOV**

Leading specialist of the Department of Environmental Protection and Cadastral Service of JSC “Uzbekhydroenergo”

**Abstract:** The environmental policy of an enterprise is a kind of declaration that affirms the principles and intentions of the organization’s management regarding environmental aspects. This policy is the basis for the activity of defining environmental tasks and goals of the enterprise.

“O‘zbekgidroenergo” AJ atrof-muhitni muhofaza qilish mas’uliyatiga muvofiq gidroelektrstansiyalarda elektr energiyasini ishlab chiqarish sohasida yagona texnik siyosatni amalga oshiradi.

“O‘zbekgidroenergo” AJning asosiy vazifalari va faoliyat yo‘nalishlaridan biri respublikaning suv salohiyatiga ehtiyotkorona munosabatda bo‘lishni ta’minlash, gidrotexnik inshootlarni qurish va ulardan foydalanishda mavjud flora va faunani saqlab qolish, shuningdek, respublikaning iqlim, tabiiy va boshqa xususiyatlarini hisobga olgan holda suv resurslarini samarali boshqarish hisoblanadi.

Jamiyat barqaror boshqaruv va innovatsiyalarni joriy etish orqali o‘zining salbiy ekologik ta’sirini minimallashtirishga intiladi.

Mamlakatimizning aksariyat hududlarida energiya hosil qiluvchi korxonalarida bo‘lgan “O‘zbekgidroenergo” AJ O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligi majmuasining asosiy subyektlaridan biri va qayta tiklanadigan elektr energiyasini eng yirik yetkazib beruvchilardan hisoblanadi.

Ekologik siyosat “O‘zbekgidroenergo” AJ atrof-muhitni muhofaza qilish sohasidagi faoliyatining asosiy prinsiplari, majburiyatlarini belgilaydi, Jamiyat ularga qarorlar qabul qilish va Ekologik siyosatni amalga oshirish dasturini shakllantirish jarayonida amal qiladi.

**Kalit so‘zlar:** Atrof-muhitga ko‘rsatadigan ta’sirini baholash, Ekologik oqibatlar to‘g‘risida bayonot, Ekologik me‘yoriy loyihalar ishlab chiqish, Cheklangan miqdorda atmosfera havosiga ifloslantiruvchi moddalar chiqarish me‘yoriy loyihasi, Chiqindilarning hosil bo‘lishi va joylashtirish me‘yorlari

The environmental policy of an enterprise is a kind of declaration that asserts the principles and intentions of the organization’s management regarding environmental aspects. This policy is the basis for determining the environmental tasks and objectives of the enterprise.

JSC “Uzbekhydroenergo” implements a unified technical policy in the field of electric energy production at hydroelectric power plants, recognizing its responsibility for environmental conservation.

One of the main tasks and activities of JSC “Uzbekhydroenergo” is to ensure careful attitude to the water potential of the republic, the preservation of existing flora and fauna during the construction and operation of hydraulic structures, as well as effective management of water resources taking into account climatic, natural and other features of the republic. The Company strives to minimize its negative environmental impact through sustainable management and innovation. Carrying out its activities in most regions of the country, JSC “Uzbekhydroenergo” is one of the main subjects of the water management complex of the Republic of Uzbekistan and one of the largest suppliers of renewable electricity.

The Environmental policy defines the basic principles and obligations of JSC “Uzbekhydroenergo” in the field of environmental protection, which the Company follows in the decision-making process and the formation of an environmental policy implementation program. [This article and environmental policy were developed based on materials from RusHydro.]

**Keywords:** Environmental Impact Assessment, Statement of Environmental Consequences, Development of Environmental Regulatory Projects, Draft Regulations for Limitations in Pollutant Release into the Atmospheric Air, Norms for Waste Formation and Placement



## I. Цель и принципы

В условиях глобальной ответственности и устойчивого развития,

АО «Узбекгидроэнерго» устанавливает следующую цель в области охраны окружающей среды и рационального природопользования: повышение уровня экологической безопасности как действующих, так и новых объектов гидроэнергетики, работающих без выбросов углерода. Это стремление ориентировано на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, а также на создание условий для поддержания благоприятной среды, способствующей благополучию нынешних и будущих поколений.

АО «Узбекгидроэнерго» придерживается следующих ключевых принципов в своей деятельности:

**Принцип соответствия обязательным нормам:** Компания гарантирует соблюдение экологических норм и требований, установленных законодательством Республики Узбекистан, международными правовыми актами в области охраны окружающей среды.

**Принцип разграничения ответственности:** Действия компании в области управления водными ресурсами строго соответствуют законодательству Республики Узбекистан.

**Принцип обязательности оценки воздействия:** Принимаемые решения всегда сопровождаются оценкой их потенциального воздействия на окружающую среду.

**Принцип технического совершенствования:** Компания стремится к непрерывному улучшению технических процессов, применяя передовые научные и технологические достижения в области охраны окружающей среды и экологической безопасности. Компания активно интегрирует инновационные технические решения, направленные на увеличение экологической эффективности своей деятельности. Этот подход включает в себя использование лучших мировых практик и технологий, что позволяет не только улучшать текущие процессы, но и формировать новые стандарты в индустрии.

**Принцип добровольного применения:** Компания привержено использованию международных стандартов ISO:14001 для оценки экологических факторов в области охраны окружающей среды и управления природными ресурсами. Этот принцип подразумевает активное принятие и адаптацию глобальных лучших практик и норм, что позволяет компании не только соответствовать, но и превышать локальные требования, обеспечивая высокий уровень экологической ответственности и устойчивости.

**Принцип системности в решении экологических проблем:** Компания придерживается подхода, основанного на системности и комплексности в разработке решений экологических проблем, с активным вовлечением и сотрудничеством с другими заинтересованными сторонами на Государственном и международном уровнях.

**Принцип приоритетности предупредительных мер:** Компания уделяет особое внимание мероприятиям, нацеленным на предотвращение

негативного воздействия на окружающую среду. В случае, если негативное воздействие неизбежно, компания принимает все необходимые меры для его минимизации и, при необходимости, осуществляет действия по устранению (ликвидации) возникших экологических последствий. Этот подход обеспечивает проективное управление экологическими рисками и способствует устойчивому развитию деятельности компании.

Принцип информационной открытости: Публичное раскрытие информации о экологических аспектах деятельности компании, включая регулярную публикацию отчетов в компании сайта.

II. Задачи и механизмы их реализации

Достижение цели Экологической политики при соблюдении заявленных принципов обеспечивается решением следующих задач.

Задача 1. Низко углеродное развитие АО «Узбекгидроэнерго».

Решение данной задачи предполагает реализацию комплекса мероприятий, направленных на увеличение доли экологически чистой генерации в структуре производства энергии.

Согласно Постановления Президента Республики Узбекистан №ПП 104 от 30 марта 2023 года “О мерах по дальнейшему реформированию Гидроэнергетической сферы”, в целях дальнейшего наращивания мощностей гидроэнергетики, доведению до 2030 года суммарной мощности гидроэнергетики до 5624 МВт в том числе созданию Обществом дополнительных мощностей в размере 2311 МВт (рисунок 1).

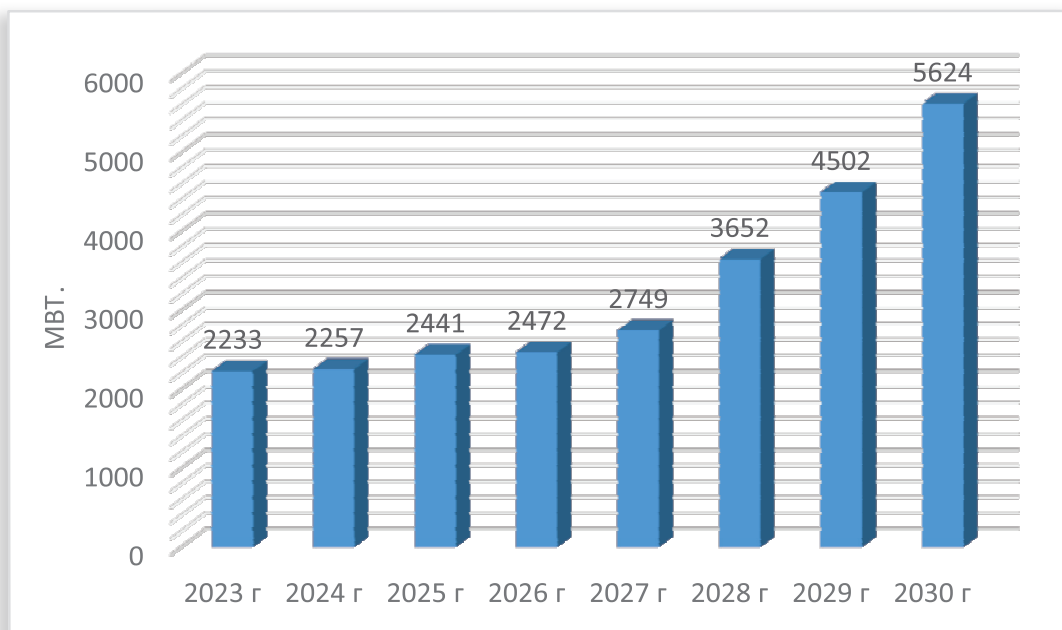


Рис.1. Прогноз роста генерирующих мощностей АО «Узбекгидроэнерго»

Таблица 1. Динамика производства выработки (в млн. кВт\*час) без

углеродной генерации в энергетическом балансе АО «Узбекгидроэнерго» с 2019 -2024 г.

Годы	Выработка эл. энергии (млн. кВт*час)
2019	6512,889
2020	5020,51
2021	5010,56
2022	6483,9
2023	6875,0
2024 (10 месяц)	6966,9

Задача 2. Переход на принципы применения наилучших доступных технологий в области охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности, энергосбережения и повышения энергоэффективности АО «Узбекгидроэнерго».

Решение данной задачи предполагает реализацию комплекса мероприятий, направленных на поиск и использование наилучших доступных технических решений и технологий, обеспечивающих сокращение негативного воздействия на окружающую среду и минимизацию экологических рисков деятельности АО «Узбекгидроэнерго», проведение проектирования новых объектов с применением передовых технических решений, повышающих экологическую эффективность создаваемых и действующих объектов; реализация Программ энергосбережения и повышения энергоэффективности, включая применение инновационных технологий/решений в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Задача. 3. Развитие возобновляемой энергетики для обеспечения устойчивого развития АО «Узбекгидроэнерго» и снижения возможных негативных воздействий на окружающую среду.

Решение данной задачи предполагает реализацию программы развития возобновляемой энергетики АО «Узбекгидроэнерго», а также принятия мер по стимулированию развития возобновляемых источников энергии (солнечный и ветровые электрический станции) в энергетическом балансе АО «Узбекгидроэнерго». На данный момент на балансе Общества установленная мощность солнечных панелей составляет 2250 кВт, а также ветровая электроустановка мощностью 750 кВт.

Задача. 4. Проведение реконструкции, модернизации и технического перевооружения действующих объектов АО «Узбекгидроэнерго», обеспечивающее снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Решение данной задачи предполагает внедрение и использование в рамках реконструкции, модернизации и технического перевооружения на объектах АО «Узбекгидроэнерго» экологически чистых и экологически безопасных технологий.

Задача. 5. Проведение комплексных экологических исследований на стадии инициирования и проектирования энергетических объектов.

Здесь подразумевается всесторонняя оценка факторов воздействий объектов планируемой деятельности на окружающую среду, включая биологическое разнообразие и формирование предложений по альтернативным вариантам решения поставленных задач в увязке с мероприятиями по снижению возможных негативных воздействий. Кроме того, в рамках данной задачи возможно участие АО «Узбекгидроэнерго» в развитии и реализации системы «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС).

АО «Узбекгидроэнерго» в своей деятельности, для новых и модернизации старых объектов производства электроэнергии разрабатывает все необходимые экологические проекты, такие как «Заявление о воздействия на окружающей среды» (ЗВОС) в этапе проектирования объекта (до начала строительства), а так же «Заявление о последствиях на окружающей среды при реализации проекта» (ЗЭП)

Задача 6. Сохранение биологического разнообразия.

Решение данной задачи предполагает реализацию мероприятий, направленных на сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов и их местообитаний, оказавшихся в зоне возможного негативного воздействия объектов АО «Узбекгидроэнерго», а также участие в программах по сохранению и восстановлению редких видов и поддержке особо охраняемых природных территорий в регионах присутствия.

Сохранение биоразнообразия важно, так как необходимо обеспечивать стабильность экосистем, устойчивость к изменениям и угрозам окружающей среды. Биоразнообразие предоставляет ресурсы для человечества (такие как, продовольствие, лекарства и стройматериалы). Кроме того, биоразнообразие имеет культурное и эстетическое значение, предоставляющее возможности для научных исследований.

АО «Узбекгидроэнерго» активно поддерживает усилия проекта «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора Республики Узбекистан, осуществляемого при поддержке Программы развития ООН, Глобального экологического Фонда и Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан.

Компания активно ведет деятельность в рамках национального проекта «Yashil Makon» («Зеленое пространство»). Осуществляя посадку разнообразных видов деревьев и кустарников, обеспечивая при этом необходимый и бережный уход за ними.

В целях охраны зеленых зон, а также расширения их площадей, в дальнейшей деятельности организации, необходимо предусмотреть следующие направления:

- совершенствование системы управления в сфере посадки и ухода за деревьями;
- проведение исследований и анализа, направленных на определение

почвенно-климатических и иных особенностей регионов на основе научных подходов, а также разработку по их результатам карты республики в разрезе регионов;

- увеличение количества питомников подготовки саженцев;
- локализация завезенных из других регионов различных видов, а также декоративных, фруктовых деревьев, соответствующих климату с учетом плодородия почвы;
- обеспечение надежной, эффективно функционирующей системой полива;
- определение лиц, ответственных за уходом деревьев, широкое внедрение механизмов поощрения в данной деятельности;
- усиление ответственности за повреждение и уничтожение деревьев, дальнейшее повышение общественного контроля.

### Количество посаженных деревьев

	Наименование	2022	2023 г	2024 г (весна)
1	Фруктовые деревья	29763	13150	45349
2	Декоративные деревья	54496	47513	54023
	<b>Всего</b>	<b>84259</b>	<b>60663</b>	<b>99372</b>



Задача 8. Совершенствование системы производственного экологического контроля и экологического мониторинга.





Решение данной задачи предполагает совершенствование системы производственного экологического контроля, обеспечивающее снижение выбросов в атмосферу, минимизацию образования производственных и коммунальных отходов по всем действующим и строящимся объектам АО «Узбекгидроэнерго»; внедрение новых методов экологического мониторинга, направленных на обеспечение менеджмента для представления более полной и оперативной информации о состоянии окружающей среды в районах размещения производственных объектов и об оказываемом воздействии на окружающую среду в рамках производственной деятельности.

Задача 9. Участие в совершенствовании нормативно-правовой, нормативно-технической и локально-нормативной базы в области охраны окружающей среды.

Решение данной задачи предполагает осуществление со стороны АО «Узбекгидроэнерго» регулярного мониторинга нормативно-правовой базы;

- организация внутренней деятельности по совершенствованию действующих нормативных правовых и нормативно-технических документов;

- разработка и внедрение национальных и корпоративных стандартов в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Задача 10. Совершенствование системы управления АО «Узбекгидроэнерго» в области охраны окружающей среды и природопользования.

Задача 11. Повышение уровня знаний работников АО «Узбекгидроэнерго» в сфере охраны окружающей среды и обеспечения



экологической безопасности.

Решение данной задачи предполагает проведение регулярных обучающих мероприятий в сфере охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности, экологически устойчивого развития и сохранения биологического разнообразия. Обучение по внедрению международного менеджмента ISO 14001:2015 и получение сертификата соответствия международным стандартам. Ежегодно сотрудники проходят обучение по охране окружающей среды и получают сертификаты.

Задача 12. Развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.

Здесь предполагается участие АО «Узбекгидроэнерго» (и ее представителей) в деятельности международных организаций в проводимых ими мероприятиях экологической направленности; обмен опытом с иностранными энергетическими компаниями по вопросам охраны окружающей среды.

АО «Узбекгидроэнерго» сотрудничает с рядом международных организаций такие как «Sustainable Fitch», «Pricewaterhousecoopers» и ADB (Asian Development Bank) Азиатский банк развития.

Задача 13. Экологическое просвещение и повышение грамотности сотрудников и деловой общественности в области экологических аспектов производства энергии, охраны окружающей среды, экологически устойчивого развития и сохранения биологического разнообразия.

Решение данной задачи предполагает участие в реализации проектов эко-просветительской направленности, проведение публичных мероприятий (семинаров, конференций, круглых столов и др.) и участие в аналогичных мероприятиях, проводимых другими организациями и ведомствами; проведение мероприятий, направленных на повышение экологической культуры сотрудников компании.

Задача 14. Повышение открытости деятельности АО «Узбекгидроэнерго» в области охраны окружающей среды и природопользования.

Решение данной задачи предполагает размещение информации о деятельности АО «Узбекгидроэнерго» и ее влиянии на окружающую среду в средствах на сайте компании информации, включая демонстрацию планов и результатов их реализации, (публикацию отчетов в области социальной ответственности и устойчивого развития, раскрытие на сайте основных экологических показателей выбросов (CO<sub>2</sub> Scop 1, Scop 2 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, сажа и др.) образование отходов и бытовых стоков, совершенствование системы реагирования на обращения всех заинтересованных сторон и вовлечение заинтересованной общественности в обсуждение вопросов планирования и реализации природоохранной деятельности АО «Узбекгидроэнерго».

III. Оценка и механизмы управления воздействием на окружающую среду на всех стадиях жизненного цикла проектов.



#### IV. Вывод

АО «Узбекгидроэнерго» выполняет все необходимые условия в экологической деятельности:

- 1) Гарантирует соблюдение экологических норм и требований, установленных законодательством Республики Узбекистан, международными правовыми актами в области охраны окружающей среды.
- 2) Обеспечивает снижение негативного воздействия на окружающую среду, ресурсосбережение, принимает все возможные меры по сохранению климата, биоразнообразия и компенсации возможного ущерба окружающей среде.
- 3) Реализует проекты реконструкции, модернизации и технического перевооружения существующих объектов Общества, обеспечивающее существенное снижение негативного воздействия на окружающую среду.
- 4) Осуществляет предупреждающие действия и подготовительные работы по недопущению негативного воздействия на окружающую среду.
- 5) Соблюдает норма и требования по обеспечению экологической безопасности.

6) Повышает энергоэффективность производственных процессов, принимает меры по сокращению выбросов парниковых газов. Увеличивает доли экологически чистой генерации в структуре производства энергии.

7) Предусматривает, на всех стадиях реализации инвестиционных проектов, минимизацию рисков негативного воздействия на окружающую среду, в том числе на природные объекты, защита и сохранение которых имеет особое значение.

8) Проводит комплексные экологические оценки в процессе разработки и планирования энергетических проектов.

9) Учитывает интересы и права ведение традиционного образа жизни и сохранение исконной среды.

10) Усовершенствует систему экологического контроля и мониторинга на производстве.

11) Обеспечивает вовлечение работников Общества в деятельность по уменьшению экологических рисков, постоянному улучшению системы экологического менеджмента ISO 14001, показателей в области охраны окружающей среды. Повышает уровень знаний работников Компании в сфере охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

12) Повышает компетентность и осознанность роли работников Общества в решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды. Проводит ежегодное обучение сотрудников в области охраны окружающей среды.

13) Развивает международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

АО «Узбекгидроэнерго» обеспечивает широкую доступность экологической информации, связанной с деятельностью в области охраны окружающей среды.

#### **Список использованной литературы:**

1. Цели устойчивого развития ООН, утвержденных резолюцией A/RES/70/1 Генеральной Ассамблеи ООН в 25.09.2015.

2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан. № 14 от

21 января 2014 года «Об утверждении положения о порядке разработки и согласования проектов экологических нормативов».

3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 541 от 07.09.2020 года «О дальнейшем совершенствовании механизма оценки воздействия на окружающую среду».

4. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 981 от 11.12.2019 «Об утверждении положения о порядке установления водоохранных зон и зон санитарной охраны водных объектов на территории Республики Узбекистан».

## THE CHALLENGES OF IMPLEMENTING SOCIAL PUBLIC PROCUREMENT IN DEVELOPING COUNTRIES

**ABDUKHALILOV Sh.A.**

Head of the Foreign Investment  
Procurement Control Department of  
JSC "Uzbekgidroenergo"

**Abstract:** The introduction lays the groundwork for understanding the multifaceted nature of public procurement, highlighting its evolving role beyond mere financial goals toward achieving broader social, economic, and environmental objectives. It introduces the concept of «social public procurement» as a means to leverage purchasing authority for positive societal impacts, citing examples from various countries and scholarly works. The thesis statement focuses on investigating the challenges of implementing social public procurement (SPP) in developing countries, emphasizing the significance of understanding these challenges for promoting sustainable development and reducing inequality. The subsequent sections provide a comprehensive review of institutional theory, the concept of social public procurement, challenges faced in implementation, and case studies from Ghana, Kenya, and Bangladesh, offering a detailed analysis of barriers and potential strategies for overcoming them. The conclusion summarizes the key challenges identified and proposes recommendations to address them, stressing the importance of regulatory strengthening, capacity building, and awareness-raising initiatives for fostering responsible procurement practices globally. Overall, the introduction and subsequent sections provide a thorough overview of the research topic, setting the stage for a comprehensive examination of the complexities surrounding social public procurement in developing nations.

**Keywords:** Public procurement, Social public procurement (SPP), Best value for money (BVM), Social linkages, socially responsible public procurement (SRPP), Affirmative action programs, Set-aside programs, Institutional frameworks, Environmental Preferable Purchasing Program (EPPP), Sustainable Public Procurement Program (SPPP), Employment, Social value, Sustainable development, Inequality, Capacity building, Transparency, Corruption, Poverty, Political influence.

### RIVOJLANAYOTGAN MAMLAKATLARDA IJTIMOIY DAVLAT XARIDLARINI AMALGA OSHIRISH MUAMMOLARI

**ABDUXALILOV Sh.A.**

"O'zbekgidroenergo" AJ Xorijiy  
investitsiyalar bo'yicha xaridlarni nazorat  
qilish bo'limi boshlig'i

**Annotatsiya:** Muqaddima davlat xaridlarining ko'p qirrali mohiyatini tushunish uchun asos yaratadi, uning kengroq ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik maqsadlarga erishishda oddiy moliyaviy maqsadlardan tashqari rivojlanayotgan rolini ta'kidlaydi. Unda "ijtimoiy davlat xaridlari" tushunchasi jamiyatga ijobiy ta'sir ko'rsatish uchun xarid qobiliyatidan

### ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

**АБДУХАЛИЛОВ Ш. А.**

Начальник отдела контроля закупок  
иностраннных инвестиций  
АО "Узбекгидроэнерго"

**Аннотация:** Введение закладывает основу для понимания многогранной природы государственных закупок, подчеркивая их развивающуюся роль, выходящую за рамки простых финансовых целей, в достижении более широких социальных, экономических и экологических целей. В нем представлена концепция «социальных государственных закупок» как

foydalanish vositasi sifatida, turli mamlakatlar va ilmiy maqolalardan misollar keltirgan holda tanishtiriladi. Tezis rivojlanayotgan mamlakatlarda ijtimoiy davlat xaridlarini (SPP) amalga oshirish muammolarini o'rganishga qaratilgan bo'lib, barqaror rivojlanishga ko'maklashish va tengsizlikni kamaytirish uchun ushbu muammolarni tushunish muhimligini ta'kidlaydi. Keyingi bo'limlarda institutsional nazariya, ijtimoiy davlat xaridlari kontseptsiyasi, uni amalga oshirishda duch keladigan muammolar va Gana, Keniya va Bangladeshdan to'siqlar va ularni bartaraf etish bo'yicha potentsial strategiyalarning batafsil tahlilini taklif qiladigan amaliy tadqiqotlar haqida to'liq ma'lumot berilgan. Xulosa aniqlangan asosiy muammolarni umumlashtiradi va ularni hal qilish bo'yicha tavsiyalar beradi, bunda me'yoriy-huquqiy bazani mustahkamlash, salohiyatni oshirish va dunyo bo'ylab mas'uliyatli xarid amaliyotini targ'ib qilish bo'yicha xabardorlikni oshirish tashabbuslari muhimligini ta'kidlaydi. Umuman olganda, kirish va keyingi bo'limlar tadqiqot mavzusini batafsil ko'rib chiqadi, rivojlanayotgan mamlakatlarda ijtimoiy davlat xaridlari bilan bog'liq murakkabliklarni har tomonlama tekshirish uchun asos yaratadi.

**Kalit so'zlar:** Davlat xaridlari, Ijtimoiy davlat xaridlari (IDX), Pulning eng yaxshi qiymati (PYQ), Ijtimoiy aloqalar, Ijtimoiy mas'uliyatli davlat xaridlari (IMDX), Tasdiqlovchi harakatlar dasturlari, Ajratib qo'yiladigan dasturlar, Institutsional asos, Yashil afzal qilingan xaridlar dasturi (YAXD), Barqaror Dastur davlat xaridlari (BDDX), bandlik, ijtimoiy qiymat, barqaror rivojlanish, tengsizlik, salohiyatni oshirish, oshkoralik, korrupsiya, qashshoqlik, siyosiy ta'sir.

средства использования покупательной способности для положительного воздействия на общество, приводятся примеры из разных стран и научные работы. В тезисе основное внимание уделяется исследованию проблем реализации социальных государственных закупок (СГЗ) в развивающихся странах, подчеркивая важность понимания этих проблем для содействия устойчивому развитию и сокращению неравенства. В последующих разделах представлен всесторонний обзор институциональной теории, концепции социальных государственных закупок, проблем, с которыми приходится сталкиваться при их реализации, а также тематические исследования из Ганы, Кении и Бангладеш, предлагающие подробный анализ барьеров и потенциальных стратегий их преодоления. В заключении суммируются выявленные ключевые проблемы и предлагаются рекомендации по их решению, подчеркивая важность усиления нормативно-правовой базы, наращивания потенциала и инициатив по повышению осведомленности для содействия развитию практики ответственных закупок во всем мире. В целом, введение и последующие разделы дают подробный обзор темы исследования, создавая основу для всестороннего изучения сложностей, связанных с социальными государственными закупками в развивающихся странах.

**Ключевые слова:** Государственные закупки, Социальные государственные закупки (SPP), Лучшее соотношение цены и качества (BVM), Социальные связи, Социально ответственные государственные закупки (SRPP), Программы позитивных действий, Программы резервирования, Институциональные рамки, Программа экологических предпочтительных закупок (EPPP), Программа устойчивых государственных закупок (SPPP), Занятость, Социальная ценность, Устойчивое развитие, Неравенство, Наращивание потенциала, Прозрачность, Коррупция, Бедность, Политическое влияние.

## Introduction:

The cost and quality of public works, goods, and services are influenced by public sector spending. It may also have an impact on human rights, environmental, and social protection measures (Ludlow, 2016). Public procurement can be used for goals more than only making financial goals. These goals are often referred to as «social linkages.» In recent decades, there has been a growing movement against the best value for money (BVM) paradigm in favor of social aspects (Cravero, 2017). The principles of international



free competition and nondiscrimination were once upheld by public procurement rules. The policy and practice of public procurement in the modern era have given rise to considerations other than BVM (only economic). Conceptually, the process by which public procurers use their purchasing authority to produce favorable social, economic, and environmental effects is known as «social public procurement» (Saussier and Vidal, 2021). According to the European Commission's 2010 Buying Social guidelines: The goal of socially responsible public procurement is to influence the market and lead by example. Public authorities can support job opportunities, decent work, social inclusion, accessibility, design for everyone, ethical trade, and wider compliance with social standards by making intelligent purchase decisions. A variety of scholarly works, such as those on corporate social responsibility, public procurement, employability, skills shortages, poverty and social deprivation, and social value, are the sources of socially responsible procurement (Farag and McDermott, 2015; Burke and King, 2015, Georghiou et al., 2014), MacFarlane, 2014).

It is noteworthy that the utilization of public procurement as a tool for policy implementation to achieve secondary goals is a widespread occurrence that may be observed globally (Brammer and Walker, 2011; Qiao et al., 2009). Furthermore, many nations have robust institutional frameworks supporting this practice. Following are some examples of the institutional framework and directives adopted by some countries on social public procurement: the United States' Environmentally Preferable Purchasing Program or Small Disadvantaged Business Preference programs; Brazil's Sustainable Public Procurement Program; Australia's Aboriginal Participation in Construction Policy; and the United States State of New South Wales (Australia)'s 2014/24/EU and 2014/25/EU European Directives on public procurement. (Raj et al., 2020).

Other social connections exist in public procurement, such as «Affirmative Action Programs» in the US that support veterans, women, minorities, and people with disabilities; in addition, specific set-aside programs exist that are limited to less competitive businesses, such as businesses owned by women and minorities, businesses operating in economically disadvantaged areas, organizations, etc. Set-asides support employment and diversity among suppliers, which are connected through social procurement. In the framework of socially responsible public procurement (SRPP), «social linkages» have been classified into five different categories. These include: (i) using procurement to enforce anti-discrimination laws in the workplace; (ii) using procurement to advance a more comprehensive understanding of distributive justice, particularly through affirmative action in the workplace; (iii) using procurement to encourage greater entrepreneurial ventures among marginalized groups defined by gender or ethnicity; (iv) incorporating requirements in procurement contracts meant to ensure justice and equity during the transition of public to private sector services; and (v) using procurement as a means of applying pressure on businesses that operate internationally to adhere to equality standards. (McCrudden 2015).

However, integrating social procurement initiatives with overall procurement strategies presents another layer of complexity. The rigorous analysis and cooperation required to balance social aims with standard procurement priorities, such as cost-effectiveness and quality, are essential. Legal and regulatory frameworks may not fully support or incentivize social procurement practices, adding legal challenges and constraints for procurement officers (Mukumba, & Shakantu, 2024). Risk management becomes crucial as social procurement introduces additional risks related to supply chain disruptions, reputational damage, and legal liabilities. Collaborative efforts, capacity training, investments in technology and data infrastructure, as well as the creation of favorable legal frameworks and incentives for social procurement projects, are necessary for effectively tackling these difficulties (Loosemore and Lim, 2017).

### **The Thesis:**



Public procurement, according to Cravero (2017), can achieve a wide range of social objectives, including inclusion, accessibility, equal opportunity, and employment. Numerous developed nations have established national legal frameworks for particular preferential programs that support socioeconomically disadvantaged groups and minorities when they participate in tender processes. The set-aside strategy, created in the United States and Canada, is an illustration of a preferred program. The Australian State Government of Victoria requested that all of its departments and agencies include a defined social procurement framework and strategy into their purchasing activities when it unveiled a social procurement framework and related regulations in 2018 (Victorian Government, 2022). Since then, similar programs have been launched in other Australian states, including Queensland (Queensland Government, 2021), Western Australia (Government of Western Australian), and New South Wales (Government of New South Wales, 2022). As a result, a growing number of initiatives incorporate social value-creation components into their operations throughout the Australian continent. The Public Services (Social Value) Act 2012 (2021) mandates that public entities in the United Kingdom consider the potential improvements to economic, social, and environmental well-being that could result from their proposed purchases. According to a policy procurement note (Procurement Policy Note 06/20 (2020)), all central government departments and agencies are required to assess social value for the entire procurement process using a “minimum overall weighting of 10%.” Developing countries, however, encounter institutional barriers when attempting to apply social procurement practices. Behravesh, Darnall, and Bretschneider (2022) claim that public organizations lack incentive to implement SPP. Furthermore, a number of educational institutions are doubtful about the necessity for companies to integrate sustainable practices into their procurement processes, as doing so could limit their immediate effectiveness or result in extra costs. Moreover, earlier research indicates that governments run the risk of falling short of their ever more ambitious targets if the ability of participants in the social procurement ecosystem to provide social value is not considered (Loosemore, et al, 2020). Capacity issues have been associated with obstacles that important social procurement stakeholders encounter when attempting to realize the potential social benefits of social procurement laws. Therefore, it should come as no surprise that social procurement initiatives as a whole have not produced the entire range of societal advantages that their designers intended, particularly in developing nations (Natoli, Lou & Goodwin, 2023). Thus, the goal of this study is to investigate the difficulties associated with adopting social public procurement in developing nations.

### **Research Aim and Objectives of the Study**

This study generally identifies and discusses the challenges of implementing social public procurement in developing countries. The specific objectives include;

- i. To examine the barriers to the implementation of social public procurement in developing countries
- ii. To develop strategies for overcoming implementation challenges of social public procurement in developing countries

#### **1. Research Questions**

In line with the objectives, the study formulated the following research questions;

- i. What are the barriers to the implementation of social public procurement in developing countries?
- ii. What strategies can be developed to overcome implementation challenges of social public procurement in developing countries?

### **2. Significance of the study**

It is critical to comprehend the difficulties in adopting Social Public Procurement (SPP) in developing nations in order to promote sustainable development and lessen inequality. By encouraging ethical labor practices, assisting small businesses in the community, and lessening the environmental effect of public procurement operations, SPP programs have the potential to create positive social and environmental change. Furthermore, researching the difficulties in putting SPP into practice in underdeveloped nations promotes international collaboration and knowledge sharing. Adopting SPP principles presents similar hurdles for many developing countries; exchanging best practices, insights, and creative solutions helps hasten the process of overcoming these impediments. To fully realize SPP's potential in promoting favorable social, economic, and environmental outcomes and advancing a more just and sustainable global community, it is imperative to comprehend and tackle the obstacles associated with its implementation in developing nations. Academics and practitioners alike should take an interest in researching the difficulties associated with adopting Social Public Procurement (SPP) in developing nations. Understanding these difficulties offers academics rich ground for investigation, evaluation, and theoretical growth. It provides academics with the chance to explore the intricacies of institutional dynamics, policy frameworks, and procurement processes in developing nations.

### **3. Organization of the Study**

The five main sections of this study are presented here. The study's history, problem description, objectives, and organizational framework are all covered in the first section. Section three outlines the methods utilized to achieve the study's objectives concerning the type of data used and the form of data collection. Section two discusses the literature that has already been written about the subject area and presents the theoretical framework for the study. The analysis and discussion of the study's findings in light of other findings are presented in the final two parts. The final section concludes by summarizing the study's findings and their implications for policy.

#### **The Background and Explanation of the Issue:**

##### **1. Institutional Theory**

John Meyer and Brian Rowan developed institutional theory in the late 1970s to investigate how organizations interact with, are influenced by, and were formed by their local, regional, national, and international contexts. The institutional theory clarifies why some actions are selected even when there is no clear financial benefit. The theory offers a comprehensive explanation of how exposure to comparable external forces causes firms to display comparable behavioral patterns, seek comparable objectives, and implement comparable business practices. These influences are classified as isomorphic or institutional forces. The theory states that social pressures for conformity (normative), the desire and competition among businesses to be seen favorably in society (mimetic), and the threat of losing important resources, rules, or sanctions (coercive) are frequently more important to the adoption, implementation, and maintenance of many organizational practices than are pressures for economic performance. Key components of sustainable leadership, such as stakeholder involvement, value-based leadership, and sustainability-oriented decision-making, are either enabled or constrained by institutional isomorphism (Assoratgoon & Kantabutra, 2023).

##### **2. The concept of Social Public Procurement**

The goal of the buyer-supplier relationship in social procurement is to create extra value that standard procurement partnerships would not be able to provide. Businesses create social value with their purchasing power that goes beyond the cost of the products, services, or building they are acquiring (Loosemore, 2016). Social procurement encompasses both direct and indirect methods (Furheaux & Barraket, 2014). Furheaux

and Barraket (2014) propose four typologies to delineate the process. In certain cases, social services are procured directly, resulting in immediate social impact, particularly in sectors like healthcare or community services. The second typology involves the acquisition of public works, which yields indirect social benefits through structures such as roads and schools (Furheaux & Barraket, 2014). The third typology entails corporations allocating a portion of their work to social enterprises, leading to indirect social impact as non-profits or social enterprises provide public works and services. Lastly, the fourth typology pertains to businesses considering their social impact, often driven by corporate social responsibility, where they assess specific environmental or social criteria in decision-making processes. These typologies, while not mutually exclusive, all aim to engender positive social change.

### 3. Challenges of Implementing Social Public Procurement

\* **Lack of Standardization:** Inconsistent norms and non-standardized procurement processes can result in corruption, financial theft, and inefficiency. Due to erratic procedures and variable standards, several of these countries have difficulties with procurement (Girgvlian, 2023). Standardized metrics and rules are frequently lacking when evaluating social criteria. Because of this, it is challenging for procurement officers to regularly assess vendors and guarantee adherence to social standards.

\* **Limited Supplier Capacity:** Local contractors find it difficult to engage in public procurement procedures and adhere to sustainability criteria due to a lack of resources and expertise. (Roos, 2013). Further, many suppliers, particularly smaller businesses or those in developing countries, may lack the capacity to meet stringent social standards. This can limit the pool of eligible suppliers and increase costs for both buyers and suppliers.

\* **Resistance to Change:** Concerns about greater bureaucracy, diminished competitiveness, or decreased profitability may cause certain stakeholders including procurement officers and suppliers to oppose including social issues into procurement procedures (OECD, 2015a).

\* **Inadequate Data and Transparency:** Accurately assessing the social performance of suppliers may be hampered by a lack of transparent supply chains and dependable data. Buyers could find it difficult to hold suppliers responsible for adhering to social standards and to make educated judgments in the absence of enough information (von Berlepsch, Lemke & Gorton, 2022).

\* **Legal and Regulatory Constraints:** In many jurisdictions, social procurement methods do not receive complete support or incentives from legal and regulatory frameworks. Prioritizing social criteria in procurement processes may present legal issues or limitations for procurement officers (OECD, 2016).

#### The Analysis:

##### 1. Research Methodology

This study is literature-based research. Therefore, a thorough literature review on social public procurement was performed. Therefore, pertinent academic books, reports, and articles are on social public procurement in both developed countries and developing countries were located and examined. In order to gather relevant literature, the study explored academic databases, libraries, and other sources. The literature was critically assessed to discover important themes, trends, and gaps in the literature, and synthesizing findings to provide new views or insights into the research issue. Three developing countries made up the target population for this study, thus Ghana, Kenya, and Bangladesh. The three countries that have been thoroughly examined fall into the low-income or lower-middle-income group. Bangladesh, Kenya, and Ghana have all

made significant modifications to their procurement processes. Between 2004 and 2007, procurement rules went into force, and a lot of work is currently being done to put the new laws into practice, improve the effectiveness of procurement organizations, and professionalize public procurement.

## **2. Implementation Status in Developing Countries**

### **2.1. In the context of Ghana**

The Swiss-Ghana Sustainable Public Procurement (SPP) Project, a three-year initiative being carried out by PPA and funded by the Swiss Government with a USD 2.7 million grant, is the vehicle through which SSP is implemented in Ghana. By enhancing the monitoring and evaluation system and expanding the supply of more sustainably produced goods and services that the government purchases, the SPP Project seeks to «embed the principles of transparency, accountability, and sustainability in public procurement» (Schweizer Eidgenossenschaft, 2010 p4). The main goals of the targeted results are to strengthen the current M&E system by adding sustainability requirements and to introduce a national SPP system. The Public Procurement Act's legislative compliance as well as the oversight of SPP implementation are regarded as essential to the institutionalization of SPP.

#### **Barriers and challenges**

The SPP project paper, which also includes a risk analysis addressing development, reputational, and fiduciary risks, rates the ambitious nature of establishing an SPP system while the Public Procurement Act is still waiting as a «high» risk (Roos, 2013). The following risks were found: local suppliers' insufficient investment in sustainable technologies; procurement practitioners' inability to apply new tools like Whole Life Costing and sustainability criteria; and insufficient capacity for inspection to ensure delivered products meet sustainability criteria.

### **2.2. In the Context of Kenya**

Kenya currently has a number of different SPP-related policies in place. Examples include the Office of the President's policy to give youth-owned businesses at least 10% of all public contracts, as well as guidelines on how to better integrate women and micro, small, and medium-sized businesses in public procurement (PPDA 2005). In addition, there are environmental regulations or guidelines in place that discourage the use of fuel-guzzling cars, encourage the construction of solar-powered water-heating homes, and employ energy-efficient electrical equipment in an effort to reduce the amount of paper used.

#### **Barriers and challenges**

Procurement policies and guidelines are generally poorly implemented, procurement planning is lacking, and corruption is pervasive throughout the nation. Regarding the Public Procurement and Disposal (Preference and Reservations) Regulations, public procurement officers and the target groups generally lack awareness regarding the regulations' policies, requirements, and procedures. To yet, no monitoring programs have been put in place to assess how well the Preference and Reservations Regulations are working. The risks associated with implementing an SPP system in Kenya include inadequate contract administration, inadequate capacity for tender evaluation, and widespread deficiencies in creating a proper tender document. The fact that award procedures are typically highly drawn out and very bureaucratic.

### **2.3. In the Context of Bangladesh**

Some private enterprises in Bangladesh that export seafood and textiles have

begun to engage in sustainable procurement. Specifically, a number of global brands, like Benetton, Levis, Woodland, Van Heusen, Fruit of the Loom, and others, are using sustainable sourcing practices at the local factories where they outsource the production of ready-made clothing. As of yet, there is no official SPP plan or policy. The government's General Conditions of Contract for Civil Works contain some clauses pertaining to social protection in civil work contracts as well as environmental protection on the building site.

### Barriers and challenges

The perceived obstacles and difficulties mentioned in the conducted interviews are as follows. Due to the lax enforcement of environmental standards, there are currently no incentives to implement SPP. Additional difficulties include the degree of poverty, the incapacity of local contractors, the general lax application of the law, and the failure to use environmental and economic evaluation criteria during the bidding process. Political influence in procurement processes, especially in decentralized procurement, makes this even more challenging. The primary obstacles would be accounting for the associated cost of SPP as a long-term indicator of upcoming public procurement as well as the private sector's lack of readiness. It is assumed that the majority of the bidding community will be unable to submit bids for public procurement contracts in Bangladesh due to the shift in business procedures, with the exception of the textile and seafood sectors (Roos, 2013).

**Conclusion:** Based on the analysis, the study revealed the following challenges in the target countries

1. **Weak Enforcement of Environmental Regulations:** One challenge identified is the dearth of incentives for the implementation of Social Public Procurement (SPP) as a result of lax enforcement of environmental laws. This makes it more difficult to include sustainability standards and an economic/environmental assessment in the bidding process.

2. **Poverty and Low Capacity of Local Contractors:** The degree of poverty and the limited capabilities of local contractors are formidable obstacles to the successful execution of SPP. Local contractors find it difficult to engage in public procurement procedures and adhere to sustainability criteria due to a lack of resources and expertise.

3. **Political Influence in Procurement Proceedings:** Transparent and equitable procurement processes are severely hampered by political interference in the procurement process, particularly in decentralized procurement. This may thwart initiatives to advance social responsibility and sustainability in public procurement.

4. **Cost Accommodation and Private Sector Preparedness:** There are many obstacles to overcome, including the long-term expenses of accommodating SPP and the private sector's lack of readiness. Except in specific industries like textiles and fisheries, changes in business procedures may prevent a sizable section of the bidding community from competing for public procurement contracts.

5. **Poor Implementation of Procurement Rules and Regulations:** Bangladesh is plagued by pervasive corruption, inadequate planning for procurement, and weak enforcement of procurement laws and regulations. To further complicate the proper implementation of SPP, public procurement officials and target groups generally lack understanding regarding policies, standards, and procedures.

In conclusion, the difficulties encountered in putting Social Public Procurement (SPP) into practice point to structural problems that impede environmentally and socially conscious procurement practices across a range of nations. These problems include a lack of political will, a lack of capacity among local contractors and procurement professionals, and a lack of enforcement of environmental laws. Promoting sustainability and social responsibility in public procurement procedures is challenging due to the combination



of poverty, corruption, and a lack of incentives. The difficulties and hazards involved in adopting SPP systems are further increased by the ambitious nature of deploying SPP systems in the face of impending legislation and inadequate procurement rule implementation.

#### **Recommendation (Proposed Strategies):**

In order to tackle these obstacles, coordinated endeavors are required to fortify regulatory structures, improve enforcement protocols, and cultivate competencies among public procurement stakeholders. To encourage the adoption of sustainable procurement methods, governments should give top priority to enacting and enforcing strict environmental rules as well as procurement laws. In addition, steps should be taken to combat political meddling and corruption in the procurement process, such as establishing accountable and transparent procedures. It is imperative to allocate resources towards capacity-building programs aimed at improving the comprehension of sustainability standards and enhancing the ability of local contractors and procurement practitioners to execute SPP efficiently. In addition, public awareness campaigns and training initiatives can support the development of a culture of responsible procurement practices by educating stakeholders about the value of sustainability in procurement. Countries can facilitate the successful implementation of SPP and support local and global sustainable development goals by tackling these concerns holistically.

#### **Reference:**

1. Brammer, S., & Walker, H. (2011). *Sustainable Procurement in the Public Sector: An International Comparative Study*. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(4), 452-476.
2. Mukumba, J., & Shakantu, W. (2024). *Integrating Social Procurement into Overall Procurement Strategies: Challenges and Opportunities*. *Journal of Public Procurement*, 24(1), 94-113.
3. Loosemore, M., & Lim, B. (2017). *Social Procurement: A Pathway to More Sustainable Construction Supply Chains*. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(6), 1039-1059.
4. *Government of New South Wales (2022). Procurement Policy Framework; Government of New South Wales: Sydney, Australia.*
5. *Government of Western Australia. Western Australian Social Procurement Framework; Government of Western Australian: Perth, Australia, 2022.*
6. *Victorian Government (2022). Victoria's Social Procurement Framework; The State of Victoria: Melbourne, Australia.*
7. *Queensland Government. Consider Social Procurement; Queensland Government: Brisbane, Australia, 2021.*
8. Loosemore, M. *Social procurement in UK construction projects*. *Int. J. Proj. Manag.* 2016, 34, 133-144.
9. Roos, R. (2013). *Sustainable Public Procurement in LICs: Implications for the Ongoing World Bank Procurement Review*. GIZ.
10. Saussier, S., & Vidal, O. (2021). *Social Public Procurement*. In *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*.
11. Raj, S., et al. (2020). *Social Procurement in Developing Countries: Evidence from South Africa*. *International Journal of Emerging Markets*, 15(3), 442-464.



## IJTIMOY-MA'NAVIY MUHITNI RIVIOJLANTIRISH – TARAQQIYOT KAFOLATI

**Surayyo PO'LATOVA**

“O'zbekgidroenergo” AJ Boshqaruv raisi  
maslahatchisi, “O'zbekgidroenergetika”  
jurnali Tahrir hay'ati a'zosi

*Ma'naviyat boshqa sohalardan o'n qadam oldinda yurishi,  
yangi kuchga, yangi harakatga aylanishi kerak!*

**Shavkat MIRZIYOYEV**

So'nggi vaqtlarda yurtimizda ijtimoiy masalalar ustuvor ahamiyat kasb etib, yuksak insonparvarlik tashabbuslari ilgari surilmoqda. Ma'naviy-ma'rifiy, targ'ibot-tashviqot, ta'lim-tarbiya tizimlarini, ijtimoiy-madaniy faoliyatni takomillashtirish, shaxsni ma'naviy va jismoniy rivojlantirishga davlat siyosati darajasida e'tibor qaralib, dolzarb islohotlar amalga oshirilmoqda. Shaxsan Davlatimiz rahbari Shavkat Mirziyoyev tashabbusligida mamlakatimizda ijtimoiy-ma'naviy muhitni yaxshilash, aholini ijtimoiy qo'llab-quvvatlash, inson qadrini ulug'lash, ma'naviy yetuk shaxslarni tarbiyalash, jamiyatni mafkuraviy sog'lomlashtirish, madaniy turmush tarzini muqobillashtirishga jiddiy ahamiyat qaratilmoqda, barcha zaruriy shart-sharoitlar yaratib berilmoqda.

O'z navbatida, bu borada amalga oshirilayotgan keng ko'lamli islohot va tashabbuslarda “O'zbekgidroenergo” AJ ham faol ishtirok etib kelmoqda. Jamiyat tizimida ijtimoiy-ma'naviy muhit holatini barqarorlashtirish, xodimlarni har tomonlama qo'llab-quvvatlash, ma'naviy-ma'rifiy dunyoqarashini yuksaltirish borasida maqsadli va manzilli ishlar tashkil qilinib, muhim o'zgarishlar, salmoqli natijalarga erishilmoqda.

Tarixiy haqiqatlardan ayonki, har qanday jamiyatda ijtimoiy-ma'naviy masalalar ustuvor mohiyat kasb etsagina taraqqiyot sari dadil ildamlay oladi. Ayniqsa, hozirgi globallashuv va ma'naviy tahdidlar tobora kuchayib borayotgan davrda aholi, xususan, yoshlarni ma'nan va jismonan barkamol etib, ona Vatanga sadoqat ruhida tarbiyalash, xalqimizni yurtimiz ravnaqi yo'lidagi yagona milliy g'oya asosida birlashtirish, bunyodkorlik ishlariga safarbar qilish, keng ko'lamli islohotlarga daxldorlik hissini oshirish, faol fuqarolik pozitsiyasini, fidoyilik-mas'ulligini kuchaytirish masalalari yanada dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Binobarin, O'zbekiston Respublikasining ma'naviy-ma'rifiy siyosatida ham millati, tili va kasbidan qat'iy nazar, xalqimiz, ayniqsa, yoshlarda Vatanga sadoqat tuyg'usini kuchaytirish, yuksak ma'naviy fazilatlarini, fidoyilik sifatlarini kamol toptirish, murakkab va tahlikali globallashuv davrida ruhan uyg'oq va sergak bo'lish, jamiyatda sog'lom ijtimoiy-ma'naviy muhitni barqarorlashtirish, aholining ijtimoiy faolligini oshirish, milliy-ma'naviy qadriyatlar barhayotligini ta'minlash asosiy o'rin tutmoqda.

Shu ma'noda, so'nggi yillarda tubdan yangilanib borayotgan O'zbekistonning o'zgarish-rivojlanish jarayonlarida ham ijtimoiy-ma'naviy jihatlar yetakchilik qilmoqda. Buni biz "O'zbekiston – 2030" strategiyasining "Har bir insonga o'z salohiyatini ro'yobga chiqarish uchun munosib sharoitlar yaratish yo'nalishi bo'yicha" 2024-yilga mo'ljallangan amaliy tadbirlar rejasida ham yaqqol ko'ramiz. Mazkur amaliy tadbirlar rejasining 38-maqsadi bevosita "Jamiyatda ijtimoiy-ma'naviy muhit barqarorligini ta'minlash" masalalariga qaratilgan 7 banddan iborat bo'lib, ularda mafkuraviy xurujlarga qarshi milliy g'oya asosida birgalikda kurashish hamda buyuk ajdodlarimizning boy ilmiy-ma'naviy merosini keng targ'ib qilish, yoshlarni harbiy-vatanparvarlik ruhida tarbiyalash, yoshlar orasida kitobxonlikni targ'ib qilish, o'zbek xalqining milliy qadriyatlari va ma'naviy merosini asrab-avaylash, keng ommalashtirish hamda rivojlantirish kabi dolzarb vazifalarni amalga oshirish bo'yicha zarur chora-tadbirlar qayd etilgan.

Shunga muvofiq, "O'zbekgidroenergo" aksiyadorlik jamiyatida ham ijtimoiy-ma'naviy ishlar samaradorligini oshirishga tobora jiddiy e'tibor qaratilmoqda. Xususan, ushbu yo'nalishdagi faoliyatda har yili Respublika Ma'naviyat va ma'rifat markazi bilan kelishilgan holda tasdiqlanadigan "Yo'l xaritasi" asosiy dasturiy hujjat sanalib, unda tizimda ijtimoiy-ma'naviy muhit holatini barqarorlashtirishning barcha jihatlari to'la qamrab olinadi. Jumladan, tizim ishchi-xodimlari, ayniqsa, yoshlarning ma'naviy-ma'rifiy, siyosiy-huquqiy tafakkurini rivojlantirish, vatanparvarlik, daxldorlik hislari, burch va mas'uliyati, yuksak insoniy fazilatlarini yuksaltirish, ma'nan va jismonan sog'lomlashtirishga qaratilgan targ'ibot-tashviqot tadbirlari, tanlov va musobaqalar, ochiq muloqot va davra suhbatlari, o'quv-amaliy seminar-treninglar tashkil qilib boriladi. Mazkur tadbirlarga, o'z navbatida, yurtimizdagi atoqli olimlar, ziyolilar, taniqli madaniyat va san'at arboblari taklif etilib, yuksak ma'rifiy ahamiyatga ega ma'ruzalari, badiiy-ijodiy chiqishlari bilan faol ishtirok eadilar.



“O‘zbekgidroenergo” AJ ijtimoiy faoliyatining asosiy ijrochisi 2021-yilda tashkil qilingan xotin-qizlar va erkaklar uchun teng huquq hamda imkoniyatlarni ta‘minlash masalalari bo‘yicha Maslahat-kengashi organi hisoblanadi. Kengash tizimda ijtimoiy-ma‘naviy muhitni barqarorlashtirish ishlarida faollik va tashabbus ko‘rsatib keladi. Mazkur Kengash faoliyatining asosiy yo‘nalishlari Jamiyat va tizimda xizmat qilayotgan xotin-qizlar va erkaklar uchun bir xil xizmat sharoitlarini yaratish, ularning salomatligini mustahkamlash, moddiy-ma‘naviy qo‘llab-quvvatlash, faol va tashabbuskor xodimlarni munosib rag‘batlantirish, tizimda xotin-qiz ishchi-xodimlar ulushini o‘rttirish, rahbar kadrlar zaxirasini shakllantirish choralari ko‘rib borish, ijtimoiy himoya va xayriya tadbirlarini amalga oshirishdan iborat. Maslahat-kengashi bevosita Oliy Majlis Senati hamda Oila va xotin-qizlar davlat qo‘mitasi bilan hamkorlikda faoliyat ko‘rsatadi.

Maslahat-kengashi tomonidan yuqoridagi masalalarni qamragan holda “O‘zbekgidroenergo” aksiyadorlik jamiyati tizimida gender tenglikni ta‘minlash masalalari bo‘yicha amalga oshiriladigan chora-tadbirlar rejasi ishlab chiqiladi hamda Jamiyat ijro apparati va tizim tashkilotlariga ijroga yo‘naltiriladi.





Shular qatorida Jamiyat ishchi-xodimlari o'rtasida madaniy merosimiz hamda ichki turizmni targ'ib etish maqsadida har yili an'anaviy ravishda "O'zbekiston bo'ylab sayohat qil!" loyihasi asosida maxsus reja-jadval shakllantirilib, unga asosan tizim ishchi-xodimlari uchun yurtimizdagi tarixiy obidalar, muqaddas qadamjolar va ziyoratgohlarga belgilangan tartibda sayohatlar uyushtirilishini ham alohida e'tirof etish joiz. Bunday sayohatlarda davlatimizda belgilangan ijtimoiy himoya talablariga muvofiq yoshlar va xotin-qizlar ustuvorligiga hamda respublikamizning barcha hududlarida joylashgan tarixiy obida va ziyoratgohlarni qamrab olishga jiddiy e'tibor qaratiladi.



Yana bir muhim jihati, tegishli mas'ullar tomonidan davriy ravishda joyiga chiqqan holda Jamiyat tizimdagi korxonalar-tashkilotlarda ijtimoiy-ma'naviy ishlarni tashkil qilish hamda ishchi-xodimlar, xususan, xotin-qizlarni ijtimoiy qo'llab-quvvatlash, gender tenglikni ta'minlash, zaruriy mehnat sharoitlarini yaratish, yoshlar bilan ishlash borasida amalga oshirilayotgan chora-tadbirlar, ushbu yo'nalishlarda yuritilayotgan hujjatlar yig'majildlari tanqidiy-tahliliy o'rganib chiqiladi, ochiq muloqotlar o'tkaziladi hamda aniqlangan kamchiliklarni tezkor bartaraf etish choralari ko'riladi.

Ijtimoiy-ma'naviy yuksalish yo'lidagi bu kabi sa'y-harakatlar, targ'ibot-tashviqot tadbirlari ishchi-xodimlarning mehnat sharoitlarini yaxshilash, o'z kasbiga muhabbat va sadoqatini oshirish, vatanparvarlik, millatsevarlik fazilatlarini, oliy insoniy tuyg'ularini yuksaltirish va shu bilan bir qatorda o'zaro birdamligini mustahkamlash, ijtimoiy faolligi, daxldorligi va mas'ulligini oshirishga munosib hissa qo'shadi.

Xullas, taraqqiyotning yuqori cho'qqilarini mardonavor zab etish, har jihatdan kamolotga erishish istagida bo'lgan har bir millat va jamiyat ijtimoiy-ma'naviy masalalarni ustuvor bilmog'i, shuningdek, uzoq asrlik shonli tarixiga, mustahkam ildizlariga ega milliy-ma'naviy qadriyatlariga tayanishi, ularni asrab-avaylashi, targ'ib etishi, kelajak avlodga tug'al yetkazib berishi muhim. Bu borada bizga davlatimizning o'ziga xos va mukammal ijtimoiy-ma'naviy siyosati muhim dasturilamal bo'ladi.

## “CHIRCHIQ GESLAR KASKADI” 80 YOSHDA!

**“Chirchiq GESlar kaskadi” “O‘zbekgidroenergo” AJ tizimida faoliyat yuritadi va o‘z tarkibida uchta gidroelektr stansiyani birlashtiradi: Chirchiq GES (GES-7), Tovoqsoy GES (GES-8), Oq-qovoq GES (GES-10). Kaskadning umumiy quvvati 205 MVtga teng.**



Tarixga nazar tashlasak. 1936-yil boshida “Gidroproyekt” institutining bir guruh muhandislari F.G. Loginov boshchiligida Chirchiq daryosida GESlar qurilishiga yuboriladi. Bu inson keyinchalik O‘zbekiston kompartiyasi Markaziy qo‘mitasining energetika, yoqilg‘i va elektr sanoati bo‘yicha kotibi etib saylanadi. U boshchilik qilgan muhandislar va oddiy ishchilarning ham yutuqlarini e‘tirof etgan holda Sobiq Ittifoq Ministrlar Kengashining 1958-yil 3-noyabrdagi qarori bilan Chirchiq GESga F.G. Loginov nomi beriladi.

1936-yil 17-noyabrda Chirchiq GESning asosiga birinchi beton qo‘yilib, katta miting uyushtiriladi. Uning ishida o‘sha paytda O‘zbekistonning uch rahbari qatnashadi: O‘zbekiston KP MQ kotibi Akmal Ikromov, xalq komissarlari kengashi raisi Fayzulla Xo‘jayev, Markaziy Ijroiya Qo‘mita raisi Yo‘ldosh Oxunboboyev.

Chirchiq GESlarining qurilishi muhim toifadagi obyektlar sirasiga kirgan va u doimo hukumat nazoratida bo‘lgan.

Shu zaylda 1940-yil may oyida GES-7 ning 2 ta agregati tomonidan elektr energiyasi ishlab chiqarildi. 1941-yilda GES-8 (bugungi Tovoqsoy GES) ishga tushiriladi.

O‘zbekiston xalq xo‘jaligi uchun ushbu ikki GESning ishga tushirilishi muhim ahamiyat kasb etardi. Chunki, ularning quvvati respublikadagi barcha boshqa elektr stansiyalarning quvvatidan 6 barobar ko‘p edi. Keyinchalik kaskad tarkibidagi uchinchi zinapoyasida Oq-qovoq GES-1 quriladi (1943-y.). Chirchiq GES (sobiq Komsomolsk GES) va Tovoqsoy GESda ikkinchi navbatdagi agregatlar ishga tushirilgan (1952-1956-yy.).

Chirchiq GESlarining ishga tushirilishi bilan 1940-1943-yillarda Chirchiq-Toshkent elektr energiya tizimi shakllandi.

Ish samaradorligini oshirish maqsadida Sobiq Ittifoq elektr stansiyalar xalq komissarligi tomonidan 1944-yil 13-sentyabrda Bosh uzal, Tovoqsoy GES, Komsomolsk GES (hozirgi Chirchiq GES) va Oq-qovoq GESni Chirchiq GESlar kaskadiga birlashtirish borasida buyruq qabul qilinadi.

## Kaskad 1944-yil 1-oktabrda tashkil etiladi.



Kaskad uzoq yillik faoliyati davomida mehnat unumdorligini ta'minlash va ekspluatatsiya sifatini oshirib borishga ustuvor ahamiyat qaratib keladi. Kaskad tarkibidagi GESlarda ishlab kelgan, hozirda ishlayotgan tajribali va fidoyi ustozlar bilimli va malakali shogirdlarni tayyorlash, shakllantirish, ularning bilim va ko'nikmalarini mustahkamlashga katta e'tibor berib keladilar.

Aytish joizki, Kaskad mehnat jamoasi, uning rahbar va muhandislari 80 yillik tarixiy davrda elektr energiya ishlab chiqarish faoliyatida erishgan samarali natijalari uchun respublika darajasida qator mukofotlar va e'tiroflar bilan munosib taqdirlangan.

2017-yil 18-maydan buyon Jamiyat tarkibida bo'lgan "Chirchiq GESlar kaskadi" unitar korxonasi hozirda "O'zbekgidroenergo" AJ filiali sifatida o'z faoliyatini samarali va barqaror davom ettirib kelmoqda.

**Fursatdan foydalanib, korxonalar jamoasini bugungi bayram bilan samimiy muborakbod etamiz.**

Bugungi yangi O'zbekistonimizning barqaror energetik taraqqiyoti va farovonligi yo'lidagi sharafli mehnat faoliyatingizni doim qadrlaymiz.

Gidroenergetika sohasida olib borayotgan sharafli, mashaqqatli va shu bilan birga, har tomonlama mas'uliyatli mehnat faoliyatingizda ulkan zafarlar va muvaffaqiyatlar doim yor bo'lsin.

Sizlarga mustahkam sihat-salomatlik, tinchlik-xotirjamlik, oilaviy totuvlik va saodat, xonadoningizga fayzu baraka tilaymiz.

**TAHRIRIYAT**



