

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН  
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология  
\*\*\*

ВАЗОРАТИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ЗАХИРАҲОИ ОБИ  
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон

ТДУ 556.114:543.3(575.3)

Бо ҳуқуқи дастнавис



**АЛИЗОДА Аҳмадҷон Абдуқодир**

**ХУСУСИЯТҲОИ ГИДРОЛОГИИ ИСТИФОДАИ  
ДАРЁҲОИ ХУРД ДАР РУШДИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКА  
(дар мисоли вилояти Хатлони Тоҷикистон)**

**АВТОРЕФЕРАТИ**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои  
техникӣ аз рӯи ихтисоси 25.00.27-Гидрологияи хушкӣ, захираҳои  
обӣ, гидрохимия

Душанбе, 2024

Диссертатсия дар озмоишгоҳи “Энергетика, захира ва энергиясарфанамоӣ”-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва дар кафедраи “Манбаҳои алтернативии энергия”-и Донишкадаи энергетикӣи Тоҷикистон омода гардидааст.

**Роҳбари илмӣ Абдурахмонов Абдукарим Яқубович,**  
номзади илмҳои техникӣ, корманди калони илмӣ,  
дотсенти кафедраи ҲАЭ ва МЭ-и ДТТ ба номи  
академик М.С.Осимӣ

**Муқарризони расмӣ Муҳаббатова Холназар,**  
доктори илмҳои география, профессори кафедраи  
методикаи таълими география ва сайёҳии  
Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба  
номи С.Айнӣ.

**Қурбонализода Саидабдулло Шамсулло,** номзади  
илмҳои техникӣ, Сардори Раёсати эътимодият ва  
манбаҳои барқароршавандаи энергияи  
Сарраёсати баҳрабардории нерӯгоҳҳо ва  
тақсимоти барқи ҚСК "Барқи тоҷик".

**Муассисаи пешбар Донишгоҳи давлатии Данғара**

Ҳимояи диссертатсия санаи 16 апрели соли 2024, соати 11:00 дар  
ҷаласаи Шӯрои диссертатсионии 6Д.ҚОА-059 назди Институти  
масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои  
Тоҷикистон, бо нишони: 734025, ш. Душанбе, кӯч. Бофанда 5/2 баргузор  
мегардад.

Бо матни диссертатсия дар китобхона ва сомонаи Институти  
масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои  
Тоҷикистон ([www.imoge.tj](http://www.imoge.tj)) шинос шудан мумкин аст.

Автореферат “15” марти соли 2024 ирсол карда шудааст.

**Котиби илмӣ**  
**Шурои диссертатсионӣ,**  
номзади илмҳои техникӣ, х.к.и.



**Кодиров А.С.**

## МУҚАДДИМА

**Мубрами мавзӯ.** Новобаста аз муваффақиятҳои дар солҳои охир бадастомада дар соҳаи энергетикаи Тоҷикистон, масъалаи таъмин намудани деҳот ва умуман соҳаи кишоварзӣ бо энергияи электрикӣ, хусусан мавзӯҳои аҳолинишини дурдаст ва кӯҳии мамлакат, бо пуррагӣ ҳаллу ҷасл нагардидааст. Чунин ҳолат вазъиятро дар иқтисодиёт ва соҳаи иҷтимоӣ мураккаб мегардонад. Яке аз роҳҳои муътадил гардонидани вазъияти баамаломеда, метавонад бунёди неругоҳҳои барқӣ обии хурд (НБОХ) бошад, ки тавассути истифодаи самараноки иқтисодии энергетикаи дарёҳои хурди Тоҷикистон фаъолият менамоянд.

Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки дар Тоҷикистон мисли ҷумҳуриҳои дигари Осиёи Марказӣ ва Қазоқистон, сохтмони неругоҳҳои барқӣ обии хурд (НБОХ) асосан дар пайвастагӣ бо энергоистеъмолкунандаи мушаххаси воқеӣ лоиҳабандӣ мешудаанд, вале бо таъя ба ин омил, дар бораи захираҳои потенциалии обраву дарёҳои хурди мамлакат ҳулоса пешниҳод кардан мумкин нест.

Коркарди нақшаи истифодабарии комплексӣ ва ҳифзи захираҳои обии ҷумҳурӣ бо истифода аз усули асосии омӯзиши захираҳои гидроэнергетикӣ муайян мегарданд ва агар аз рӯи мавқеи гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон назар афканем, пас ин масъала баррасии нав ва ҳаллу ҷасли комилтарро тақозо менамояд, чунки муҳлати амали нақшаҳои солҳои пеш тарҳрезӣшуда ба поён расидааст.

Аз ҳамин хотир зарурат ба миён омадааст, ки бо истифода аз усулҳои замонавии таҳлилу амсиласозӣ ва дар асоси ҳисобкунии нишондиҳандаҳои асосии гидрологии дарёҳои хурду каналҳои ирригационии Тоҷикистон муайян намудани иқтисодии энергетикаи онҳо, сатҳи самаранокии истифодабарии ин иқтисодҳои тавассути сохтмони НБОХ ва саҳми онҳо дар рушди гидроэнергетикаи мамлакат, баррасӣ ва ҳаллу ҷасл гардад.

Ҳавзаи дарёҳои хурд, ҳам аз рӯи ҳудуди ишғолкардашон ва ҳаҷми оброҳашон, инчунин, аз рӯи аҳамияти табиноти барои хоҷагии халқ, дар иқтисодиёт ва ҳаёти одамон доштааш, элементҳои асосии мамлакатҳои кӯҳӣ, аз ҷумла Тоҷикистон, ба ҳисоб мераванд. Ҳам аз рӯи шумораи дарёҳо ва ҳам аз рӯи дарозии умумии обравҳо, дарёи хурд-асоси ибтидоии шабакаи дарёӣ мебошад. Дарёҳои хурд дар миёни обравҳо қисмати мутлақи бисёрро, ташкил медиҳанд.

Критерияҳои шуморавии возеҳтару бедушворӣ арзёбишаванда ва аз ҳамин сабаб бештар истифодашавандаи таснифот барои дарёҳо, дарозӣ ва масоҳати обҷамъшавии онҳо ба ҳисоб меравад. Шабакаи гидрографикии Тоҷикистонро зиёда аз 25 ҳазор дарёҳои дарозии умумиашон 69,2 ҳаз. км ташкил медиҳанд. Аз ин шумора 947 дарё дарозии аз 10 то 100 км, 16 дарё – аз 100 то 500 км ва 4 дарё аз 500 км дарозтар дошта, дарозии зиёда аз 10 ҳазор дарёҳои хурд аз 10 км камтар мебошад.

Дар маҷмӯъ шумораи умумии ҳамаи дарёҳои хурди Тоҷикистонро шартан 10947 адад қабул кардан мумкин аст, ки дорои захираҳои калони истифоданашудаи гидроэнергетикӣ мебошанд ва дар оянда метавонанд дар таҳияи лоиҳаҳо ва сохтмони НБОХ истифода шаванд.

Айни ҳол имкониятҳои гидроэнергетикаи каналҳои ирригационие, ки дарозии умумиашон дар мамлакат зиёда аз 29200 километрро ташкил медиҳад ва аз ин ҷумла 117 каналҳои таҳқиқшудаи магистралӣ ва дериватсионии минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон, ки зиёда аз 858,9 км дарозӣ доранд, барои сохтмони НБОХ, микроНБО ва миниНБО қариб, ки истифода нашудаанд. Дар сурати мусбат ҳал шудани ин масъала, чунин неругоҳҳо барои бо энергияи электрикӣ таъмин намудани таҷҳизоти сарбандҳо ва маҳаллаҳои аҳолинишини ҳамшафати каналҳои магистралӣ ва дериватсионии амалкунанда ва гирду атрофи сарбандҳо, самаранок хизмат хоҳанд кард.

Пиряхҳо яке аз сарчашмаҳои асосии обҷамъкунии дарёҳои кӯҳӣ, аз ҷумла дарёҳои хурд мебошанд. Дар мамлакатҳои Осиёи Марказӣ ҳаҷми умумии пиряхҳо тақрибан ба

17 ҳазор км<sup>2</sup> баробар мебошад, ки бештар аз 60 фоизи онҳо дар қаламрави Тоҷикистон ҷойгиранд, Шумораи онҳо беш аз 14 ҳазор буда, масоҳати умумиашон ба 11146 км<sup>2</sup> баробар аст ва ин нишондиҳанда 8 дарсади ҳудуди кишварро дар бар мегирифт.

Тибқи маълумотҳои тафсири соҳавии БАТР №14 «Ҳолати муосир ва рушди пешқадами гидроэнергетикаи хурд дар ИДМ», оварда шудааст, ки бо инобати маҳдудияти гидросарватҳо дар ҷаҳон мумкин аст, ки дар давраи то соли 2030 суръати рушди гидроэнергетика ба миқдори назаррас кам шавад, вале дар чунин ҳолат диверсификатсияи гидроэнергетикаи хурд дастгирӣ меёбад. Бо суръати рушди 4,5÷4,7 %, истеҳсоли энергияи электрикӣ дар НБОХ то соли 2030 аз 770 то 780 ТВт.с мерасад, ки 2,2 %-и ҳамаи истеҳсоли энергияи электрикии ҷаҳонро ташкил медиҳад. Ҳамин тавр, мумкин аст бигӯем, ки гидроэнергетикаи хурд дар дурнамои назаррас ҳамчун яке аз манбаъҳои аз ҳама муҳим ва рақобатпазири барқароршавандаи энергия боқӣ мемонад.

Мониторинг бо мақсади дақиқсозии нишондодҳои техникий НБОХ, яъне муайянкунии мақоми онҳо, мансубият ва мавқеи давлат дар идораи онҳо барои Тоҷикистон талаботи замон аст. Бахусус ин ба ҳамаи НБО-и бунёдӣ, ҷӣ амалкунанда ва ҷӣ дар оянда пешбинигардидаи минтақаҳои куҳии Тоҷикистон дахл дорад. Имрӯз хеле муҳим ва зарур аст, ки НБО-и хурд на танҳо аз рӯи тавоноӣ, балки аз рӯи таркиби истеъмолкунандагони барқ, тартиби корӣ ва дигар хусусияту вазифаҳои онҳо ҷудо ва захираҳои энергетикаи хурд (ЭХ) дақиқ карда шаванд.

Барои рушди муваффақиятнокӣ энергетикаи хурд масъалаҳои стандартизатсия ва унификацияи таҷҳизоти истифодашаванда, ҳалли конструктивӣ-нақшавӣ ва конструксияҳои сохтмонӣ, бахусус муҳиманд. Аз ин ҷиҳат, масъалаи ба бозори истеъмолии молу хизматрасониҳои замони муосир мувофиқ гардонидани вазияти энергетикаи хурди Тоҷикистон ҳаллу фасли худро тақозо менамояд.

Хеле муҳим аст, ки барои энергетикаи хурди Тоҷикистон, масъалаҳои истеҳсолоти худии таҷҳизоти технологияи муосир барои НБОХ ва барои вай бунёд кардани базаи таъмирӣ, хусусан дар шароити тез-тез баландшавии нархҳои ҷаҳонии захираҳои энергетикӣ ва таҷҳизот дар солҳои охир, баррасӣ ва ҳаллу фасл гарданд. Инчунин, масъалаҳои ҳифзи муҳити атроф, беҳатарӣ ва этимоднокӣ, омӯзиш ва омодакунии кадрҳо ва ғайра коркарди мушаххасро талаб менамоянд ва албатта, баррасии махсусро масъалаҳои сиёсати тарифии гидроэнергетикаи хурд ва асосноккунии ҳуқуқии он тақозо менамоянд.

Қор карда баромадани Стратегияи сиёсати инвеститсионӣ дар соҳаи гидроэнергетикаи хурд, ки барои ҷалби маблағҳои дохилӣ ва хориҷӣ мусоидат менамояд, аҳамияти хеле калон дорад. Як вазифаи дигар ин ҷалби аҳоли ва ҷомеа барои ширкат дар амалисозии барномаи рушди гидроэнергетикаи хурд ва ҳавасмандгардонии онҳо мебошад.

**Дараҷаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ, асосҳои назариявӣ ва методологии таҳқиқот.** Дар раванди таҳқиқот масъалаҳои арзёбӣ ва истифодаи комплекси захираҳои обӣ-энергетикӣ дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионии сунъӣ ва самаранокии иқтисодии онҳо, инчунин асосҳои илмӣ ташаккулёбии дарёҳои хурд ва ҳавзаҳои онҳо корҳои илмӣ ва интишороти олимони Денисов В.И., А.Б., Петров Г.Н., Асарин А.Е., Васильев И.А., Салимов Т.О., Талмаза В.Ф., Водогрецкий В.Е., Евстигнеев В.М., Муртазов У.И., Ушаков В.Я., Муҳаббатов Х.М., Хмаладзе Г.Н. ва дигарон истифода шудаанд. Ҳамзамон ба ташаккулёбии ҳулосаҳо ва қоидаҳои илмӣ кори мазкур оид ба масъалаҳои муайянкунии нишондодҳои техникӣ-иқтисодӣ ва дар ҳамин асос интиҳоби таҷҳизоти гидроэнергетикӣ нерӯгоҳҳои барқии обии хурд (НБОХ) асарҳои илмӣ А.Я. Абдурахманов, С.Д. Захаров, М.Б.Иноятов, С.Г. Воронин, М.А. Мустафин, А.Е. Андреев ва дигарон таъсири муайяни мусбат расониданд.

**Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо ва мавзӯҳои илмӣ.** Мавзӯи кори диссертатсионӣ бо мавзӯи илмӣ-таҳқиқотии “Истифодабарии комплекси манбаҳои барқароршавандаи

энергия”-и Донишкадаи энергетикии Тоҷикистон барои солҳои 2010-2030 ва барномаҳои давлатии: Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030; Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025; Концепсия оид ба истифодаи рационалӣ ва ҳифзи захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон; Концепсия оид ба рушди соҳаҳои комплекси сӯзишворӣ-энергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 2003-2015; Барномаи ҳамаҷонибаи мақсаднок барои истифодаи васеи МБЭ, чун энергияи дарёҳои хурд, офтоб, бод, биомасса ва энергияи геотермалӣ” (2020); Барномаи дарозмуҳлати сохтмони НБОХ барои давраи солҳои 2009- 2020, робита дорад.

### **ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ**

**Мақсади таҳқиқот** нишон додани хусусиятҳои асосии ташаккулёбӣ, ҳаракат ва трансформатсияи элементҳои энергетикии обравҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ ва таъсири мусоидати онҳо ба рушди гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон маҳсуб меёбад.

#### **Вазифаҳои, ки барои амалӣ шудани мақсади таҳқиқот гузошта шудаанд**

1. Таҳлили хусусиятҳои гидрологии обравҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ, коркарди усули ҳисоб ва муайянкунии нишондиҳандаҳои асосии гидрологии онҳо, пешниҳоди амсилаи математикӣ танзими ҷараёни дарёҳои хурд.

2. Таҳқиқи ҳолати захираҳои комплекси сӯзишворӣ-энергетикӣ мамлакат, пешниҳоди роҳ ва усули ҳалли масъалаи таъмин намудани деҳот, хусусан мавзёҳои аҳолинишини дурдаст ва қуҳӣ ва умуман соҳаи кишоварзии мамлакат бо энергияи электрикӣ тавассути истифодаи самараноки захираҳои потенциалии гидроэнергетикӣ дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ.

3. Коркарди усули истифодаи самараноки иқтидорҳои гидроэнергетикӣ дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ барои сохтмони НБОХ, микроНБО ва миниНБОҳои сатҳи истифоданашуда.

4. Илман асоснок намудани ҳолати истифодаи дурусти захираи тавоноӣ ва нерӯи гидроэнергетикӣ қитъаи ҳисобкунӣ дар қисмати 28,7 километраи КМВ, самаранокии зерини иқтисодӣ ва мусоидати амалии локалӣ бо назардошти беҳсозии ҳолати экологии муҳити зист.

5. Моделсозии математикӣ системаи магнитии мошинҳои электрикӣ вентиلى бо усули элементҳои ниҳой бо назардошти барои корхонаҳои системаи об ва энергетикаи вилояти Хатлон коркард намудани мошинҳои электрикӣ бо андозаи геометрияшон, вазнашон ва ҳаҷмашон камтар ва самаранок.

**Объекти таҳқиқот:** бавучудой ва ташаккулёбии ҳавзаҳои ҷараёни оби дарёҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд, каналҳои ирригатсионӣ ва танзими онҳо ба манфиати гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурд.

**Мавзӯи таҳқиқот:** самаранокии истифодаи иқтидорҳои дарёҳои хурд, каналҳои ирригатсионӣ ва таъсири мусоидати онҳо ба рушди гидроэнергетика.

**Усулҳои таҳқиқот.** Дар раванди ҳалли масъалаҳои пешбинишуда усулҳои муқоисавӣ-географӣ, математикӣ, таҳлилий ва ҷамъбаस्तкунанда истифода гардидаанд. Ҳамаи таҳқиқотҳои дар диссертатсия иҷрошуда, ба маводҳои ҳақиқӣ дар натиҷаи тавзеҳи маълумотҳои мушоҳидаи табиӣ ташхисӣ ва таҳлили фаъолияти ҳақиқӣ корхонаҳои бахши энергетика ва оби вилоятҳои Хатлон бадастомада, асос ёфтаанд.

#### **Навгонии илмӣ таҳқиқот**

1. Хусусиятҳои гидрологии дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ, усули ҳисоб ва муайянкунии нишондиҳандаҳои асосии гидрологии онҳо таҳлил гардида, амсилаи математикӣ танзими ҷараёни дарёҳои хурд коркард шудааст.

2. Хусусиятҳои хоси бавучудой ва мавқеи дарёҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд, инчунин каналҳои ирригатсионии Тоҷикистон дар тағйирёбии табиат ва нақши онҳо дар рушди гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурд таҳлил карда шуданд.

2. Усули таҳқиқот, ҳисобкунӣ ва муайянкунии иқтидори энергетикӣ дарёҳои хурд, тибқи раванди ташаккулёбӣ, ҳаракат ва трансформатсияи элементҳои энергетикӣ онҳо, дараҷаи самаранокии истифодаи ин иқтидор тавассути сохтмони НБОХ ва саҳми онҳо дар рушди гидроэнергетикаи мамлакат, интиҳоб ва истифода шудааст.

3. Амсилаи математикии магнети доимӣ барои оптимизатсияи мошинҳои электрикии вентилю дар НБОХ коркард шудааст.

4. Параметрҳои асосии НБОХ, бо истифода аз асосҳои гидрологии муайянкунии иқтидори гидроэнергетикӣ дарёҳои хурд интиҳоб шуда, бо назардошти истифодаи амалӣ пешниҳод шудааст.

5. Ҳолати истифодаи дурусти захираи тавоноӣ ва нерӯи гидроэнергетикӣ қитъаи ҳисобкунӣ дар қисмати 28,7 километраи КМВ, самаранокии зерини иқтисодӣ ва мусоидати амалии локалӣ бо назардошти беҳсозии ҳолати экологии муҳити зист илман асоснок карда шудааст.

#### **Аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот**

1. Имконияти истифодаи усулҳои пешниҳодшудаи ҳисобкунии иқтидори энергетикӣ дарёҳои хурд, каналҳои ирригатсионӣ ва обравҳои гуногуни ҳудуди ҷумҳурӣ, аз ҷумла вилояти Хатлон ҳамчун далели имконияти воқеии истифодабарии мунтазами тамоми сол идомаёбандаи НБОХ ва миниНБО, ки дар обравҳои хурд бунёд шудаанд, таъмин карда шудааст.

2. Баррасии комплексӣ ва асосноккунии иқтисодии вариантҳои ратсионалии рушди энергетикаи хурди ҷумҳурӣ дар асоси истифодабарии самараноки иқтидорҳои дарёҳои хурд, каналҳои ирригатсионӣ, ки барои ҳалли проблемаи хеле муҳими кам кардани ҳаҷми истеъмоли сӯзишвории органикӣ дар ноҳияҳои дурдаст ва қуҳии ҷумҳурӣ, аз ҷумла вилояти Хатлон мусоидат менамояд, пешниҳод гардидааст.

3. Бо ёрии ҳисобкунӣ ва амсиласозии математикӣ, имконияти воқеии истифодабарии потенциали энергетикӣ обравҳои начандон калон, аз ҷумла дарёҳои хурд дар ҳудуди ҷумҳурӣ, тасдиқ гардидааст, ки метавонад дар фаъолияти зерсохторҳои мувофиқи Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҳамзамон дар раванди таълими муассасаҳои таҳсилоти олиӣ касбӣ, аз ҷумла Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон, мавриди истифода қарор дода шавад.

**Мувофиқати диссертатсия бо шиносномаи ихтисоси 25.00.27- Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ, гидрохимия.** Кори диссертатсионӣ ба бандҳои зерини шиносномаи ихтисоси 25.00.27- Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ, гидрохимия мувофиқат менамояд:

Б.1. Асосҳои назариявӣ ва методологии гидрология, гидрографияи ҷараёни дарёӣ, лимнология, равандҳои маҷроӣ ва резишгоҳӣ, гидрохимия, гидроэкология

Б.2. Қонуниятҳои мубодилаи глобалии об, ташаккулёбӣ, ҳаракат ва трансформатсияи элементҳои моддӣ ва энергетикӣ обравҳо дар сатҳи саёравӣ, дигар ҷанбаҳои гидрологияи глобалӣ.

Б.4. Хусусиятҳои хоси равандҳои гидрологӣ, гидрохимиявӣ ва гидробиологӣ дар кӯлҳо, зуҳуроти динамикӣ дар кӯлҳо, сарҳавзҳо, генезис ва трансформатсияи ҳолати миқдори бисёри обӣ, мушкилоти амсиласозии лимнологии зуҳуроти дохилиобанборӣ, оптимизатсияи режими гидроэкологии обанборҳои хушкӣ.

Б.12. Коркарди усулҳои амсиласозии математикии равандҳои гидрологӣ ва гидрохимиявӣ.

**Эътимоднокии натиҷаҳои бадастомада** бо истифодаи васоити муосир (дастгоҳҳо ва асбобҳои гуногуни озмоишгоҳи “Энергетика, захира ва энергиясарфанамоӣ”-и

Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, инчунин озмоишгоҳҳои корхонаҳои соҳаи оби вилояти Хатлон ва Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон) ва усулҳои гузаронидани таҳқиқот ва таҳлили муқоисавии натиҷаҳои бадастовардаи дигар муаллифон, таъмин карда шудааст.

### **Нуктаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшаванда**

1. Арзёбии ҳолати муосири захираҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон, аз ҷумла дараҷаи истифодабарии самараноки иқтидори энергетикӣ дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ ва мавқеи гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон дар комплекси энергетикӣ ҷаҳонӣ.

2. Натиҷаҳои таҳлили хусусиятҳои гидрологии бавучудой ва мавқеи дарёҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд, инчунин каналҳои ирригатсионӣ Тоҷикистон дар тағйирёбии табиат ва нақши онҳо дар рушди гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурд.

3. Ҷамъбасти таҳқиқоти самараноки истифодаи иқтидори энергетикӣ обравҳо, аз ҷумла, дарёҳои хурд, инчунин каналҳои ирригатсионӣ мамлакат тавассути муайянкунӣ асосҳои ҳисобкунӣ нишондодҳои гидрологии онҳо.

4. Амсилаҳои математикӣ танзими ҷараёни дарёҳои хурд ва магнити доимӣ барои оптимизатсияи мошинҳои электрикӣ вентиلى дар НБОХ.

5. Усули муайян ва ҳисобкунӣ параметрҳои асосии НБОХ, бо истифода аз натиҷаҳои ҳисобкунӣ иқтидори гидроэнергетикӣ дарёҳои хурд.

**Тасвиби натиҷаҳои кор.** Натиҷаҳои асосии кор дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ зерин муҳокима ва баррасӣ гардидаанд: материалы международной научно-практической конференции (МНПК) «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости Республики Таджикистан» 15-16 мая 2018 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Ускоренная индустриализация - главный фактор развития Таджикистана», Институт энергетикӣ Таджикистана, 25 апреля 2019 г., район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Развитие энергетикӣ и возможности», Институт энергетикӣ Таджикистана, 20 декабря 2020 года, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Развитие энергетикӣ и возможности», Институт энергетикӣ Таджикистана, 20 декабря 2021 года, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Инновационные технологии, экономика и управление в сферах энергетикӣ и промышленности», посвященной празднованию Дня таджикской науки и объявлению 2020-2040 годов – «Двадцатилетия изучения и развития естественных и точных наук и математикӣ в сфере науки и образования», 21 апреля 2022 года, Институт энергетикӣ Таджикистана, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии “Захираҳои об, инноватсия ва энергиясарфанамоӣ”, Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023

**Саҳми шахсии муаллиф** дар масъалагузорӣ, таҳияи усулҳои ҳалли онҳо, аз ҷумла бо истифодаи амсилаҳои математикӣ, асосноккунӣ ва шарҳу тафсири натиҷаҳо ва ба даст овардани муқаррароти дар боло нишондодашуда, инчунин натиҷаҳо, ки барои ҳимоя пешниҳод мешаванд, ҷой дорад.

**Интишорот.** Муҳтавои асосии диссертатсия дар 21 қорҳои илмӣ, аз он ҷумла 4 адад дар маҷаллаҳои илмӣ ба Рӯйхати Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ворид шудаанд. Инчунин, муаллиф 1 дастури методӣ омода намуда, соҳиби 1 патент барои ихтироот мебошад.

**Соҳтори кор.** Қори диссертатсионӣ аз мундариҷа, қор боб, хулосаҳо, рӯйхати манбаҳои истифодашуда (162 номгӯй) иборат мебошад. Матни умумии диссертатсия

165, матни асосӣ аз 135 саҳифаи матни ҳуруфчинии компютеририро, ки 50 расм, 32 ҷадвал ва 5 замиро дар бар мегирад, иборат мебошад.

## МАЗМУНИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

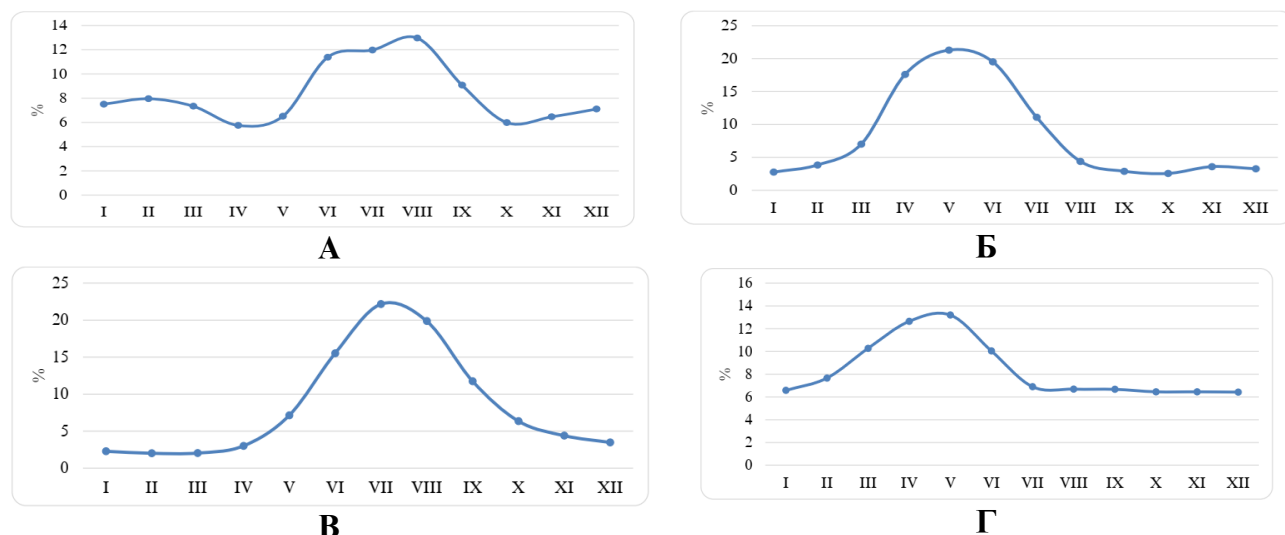
**Дар муқаддима** мубрамияти мавзӯи таҳқиқот асоснок, ҳадаф ва вазифаҳо муайян карда шуда, навгониҳои илмӣ, муқаррароти асосие, ки ба ҳимоя пешниҳод мешаванд ва аҳамияти таҷрибавии натиҷаҳои ба дастмада инъикос гардидаанд, инчунин маълумот дар бораи татбиқсозии натиҷаҳои таҳқиқот ва интишороти он оварда шудаанд.

**Дар боби якум “Асоснок ва муайян намудани самт ва мавқеи таҳқиқот”** вобастагии рушди гидроэнергетикаи Тоҷикистон аз хусусиятҳои гидрологии обравҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ ва ҳолати захираҳои гидроэнергетикӣ онҳо таҳқиқ гардида, зарурати истифодаи самаранокӣ ин иқтидорҳои гидроэнергетикӣ тавассути сохтмони нерӯгоҳҳои барқӣ обии хурд (НБОХ), миниНБО ва микроНБО, бо далелҳо пешниҳод шудааст.

Инчунин, вазъи захираҳои сӯзишворӣ-энергетикӣ ва сарватҳои гидроэнергетикӣ Тоҷикистон ва нақши онҳо дар беҳдошти иқтисодиёт ва паст кардани сатҳи камбизоатӣ, самаранокӣ ва роҳҳои рушди энергетикаи Тоҷикистон, истифодабарии таҷрибаи ҷаҳонӣ рушди гидроэнергетикаи хурд ва дараҷабандии НБОХ таҳлил ва тавсияҳо дар ин самт пешниҳод шудаанд.

Ҳамчун манбаи барқароршавандаи энергия самаранок истифода шудани захираҳои гидроэнергетикӣ дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ дар Тоҷикистон, аз ҷумла вилояти Хатлон, ба раванди афзудани таваҷҷуҳи ҷомеаи ҷаҳонӣ нисбати манбаҳои ғайрианъанавии энергия (энергияҳои офтобӣ, бодӣ, НБОХ, геотермалӣ ва ғайраҳо) дар солҳои охир рост меояд. Масалан, соли 2021 ҳиссаи манбаҳои бақароршавандаи энергия дар тавоноии муқарраршудаи умумии системаи энергетикӣ ҷаҳон аз 36,6% то 38,3% афзоиш ёфт, ки аз ҷумла 2% ба гидроэнергетика рост меояд.

Дар баробари ин хусусиятҳои гидрологӣ ва идоракунии захираҳои обии дарёҳои Вахш, Кофарниҳон, Зарафшон ва Қизилсу бо назардошти азхудкунии захираҳои гидроэнергетикӣ онҳо таҳлил карда шуданд (расми 1).



**Расми 1.** - Маҷрои миёнаи моҳонаи шохобҳои ҳавзаи дарёҳои Вахш (А), Кофарниҳон (Б), Зарафшон (В), Қизилсу (Г) солҳои 2011-2015

Таҳлилҳои хусусиятҳои гидрологии дарёҳо дар солҳои 2011 - 2015 нишон медиҳанд, ки барои азхудкунии захираҳои гидроэнергетикӣ шохобҳои дарёҳои худуди Тоҷикистон (дарёҳои хурд) бояд наздиккуниҳои гуногун истифода бурда шаванд.



Барои шохобҳои ҳавзаи д. Вахш давраи серобӣ ба моҳҳои май – сентябр, д. Сирдарё – октябр – март, д. Кофарниҳон – март – август, д. Зарафшон – апрел – октябр ва барои д. Қизилсу бошад феврал – июл рост меояд.

Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки сохтани обанборҳо ҷиҳати азхудкунии захираҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурд на танҳо ба манфиати азхудкунии захираҳои гидроэнергетикӣ, балки ба рушди кишоварзӣ, моҳипарварӣ, сайёҳӣ ва дигар самтҳои иқтисодӣ аз ғоида ҳолӣ нест.

Дар баробари ин, захираҳои обӣ ба танзим даровардашуда, сабабгори пешгирии намудани офатҳои табиӣ вобаста ба об мегардад. Ҳамчунин дар ҳолати зарурӣ захираҳои идорашавандаи обро бо назардошти манфиати миллии ва кишварҳои поёноб истифода бурдан мумкин аст.

Дар боби дуюм “Таҳлили гидрологии муайянсозии нишондиҳандаҳои асосии гидроэнергетикии дарёҳои хурди Тоҷикистон” масъалаи зарурати бо истифода аз усулҳои замонавии таҳлилу амсиласозӣ ва дар асоси ҳисобкунии нишондиҳандаҳои асосии гидрологии дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионии Тоҷикистон, муайян намудани иқтидори энергетикӣ онҳо, сатҳи самаранокии истифодабарии ин иқтидорҳо тавассути сохтмони НБОХ ва саҳми онҳо дар рушди гидроэнергетикаи мамлакат, баррасӣ гардида, усули нави таҳқиқоти ин мавзӯ пешниҳод шудааст.

Дар маҷмӯъ шабакаи гидрографикии Тоҷикистонро зиёда аз 25 ҳазор дарёҳои дарозии умумиашон 69,2 ҳаз. км ташкил медиҳанд. Аз ин шумора 947 дарё дарозии аз 10 то 100 км, 16 дарё – аз 100 то 500 км ва 4 дарё аз 500 км дарозтар дошта, дарозии зиёда аз 10 ҳазор дарёҳои хурд аз 10 км камтар мебошад. Ҳамин тавр, сарватҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурди Тоҷикистон бо миқдори 184,146 млрд.кВт.с дар як сол ва бо тавоноии муқарраршудаи 21057,0 ҳаз.кВт муаррифӣ мешаванд.

Дар оянда, бо рушди илму техника ва дар ҳамин асос истифодаи асбобу дастгоҳҳои муосир, бузургии умумии сарватҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурди Тоҷикистон метавонанд ба ҷониби афзоиш майл кунанд, чунки онҳо хеле зиёданд. Дар маҷмӯъ шумораи умумии ҳамаи дарёҳои хурди Тоҷикистонро шартан 10947 адад қабул кардан мумкин аст. Дар ин боб инчунин, фарқияти асосии дарёи хурд аз дарёи калон, тафовути дарёҳои водиҳои ҳамвор аз дарёҳои кӯҳии Тоҷикистон, омилҳои муайянкунандаи маҷроташаккулдиҳӣ (дар дарёҳои кӯҳӣ омилҳои геологӣ-геоморфологӣ пешбаранда мебошанд), шаклҳои интиқоли обрубаву обовардҳо, шаклҳои маҷро ва таносуби чуқурӣ ва паҳноии онҳо, речаи гидрологию маҷроӣ ва ғайраҳо таҳлил гардида, танзими ҷараёни дарёҳои хурд дар шакли амсиласозии математикӣ ифода шудааст.

Бо ҳамин мақсад дар ин таҳқиқот усули ҳисобкунии дар асари олим Евстигнеев В.М. «Речной сток и гидрологические расчеты» зикрғфта, истифода шуд. Тибқи ин усул муайянкунии ҳароҷоти миёнаи солонаи об,  $Q_{м.с.}$  ҳамчун яке аз нишондиҳандаҳои асосии гидрологии дарё, аз ҷумла дарёи хурд бо формулаи зерин мумкин аст:

$$Q_{м.с.} = \frac{\sum_{i=1}^T Q_i}{T}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

ҳамчунин амсилаи миёнаи солонаи обрав  $M_{м.с.}$  бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$M_{м.с.} = \frac{1000 \cdot H_{м.б.}}{F} = \frac{1000 Q_{м.б.}}{31,54 \cdot 10^6 \cdot F} \text{ л/с.км}^2, \quad (2)$$

ки дар ин ҷо:  $F$  – масоҳати ҳавзаи обҷамъшавии дарё барои қабати баррасишаванда, км<sup>2</sup>;

Усули статистикаи математикӣ барои омӯзиши хусусиятҳои гидрологии дарёро, ки дар адабиёти техникӣ дар боло зикр гардидааст, истифода намуда, имконияти на танҳо муайянкунии меъёрҳои обрав, балки муайянкунии тамоюлҳои эҳтимолии он дар давраи истифодабарии дастгоҳҳои гидроэнергетикро низ ба даст меорем.

Тамоюли имконпазир ва тағйирёбандагии солонаи обрав бо коэффитсиенти вариатсия  $K_B$  тавсиф мегардад:

$$K_B = \sqrt{\frac{\sum(k_i-1)}{n-1}}, \quad (3)$$

Ҳар қадар, ки тамоюли обрав сол ба сол зиёд шавад, ҳамон қадар қимати  $K_B$  баландтар мегардад, ки ин ҳолат дар шароити иқлими зудтағйирёбандаи Тоҷикистон низ мушоҳида мегардад.

Барои муайян кардани қонуни тақсимшавии солонаи обрав ва эҳтимолияти пайдоиши он ё дигар бузургии хусусияти оброҳа, муайян кардани параметри сеюми тақсимшавӣ-коэффитсиенти ассиметрия  $K_A$  номуносивии қатори бузургиҳои таққиқшавандаи обравро нисбати меёрҳо ва ё маркази тақсимшавӣ тавсиф менамояд:

$$K_A = \frac{\sum(k_i-1)^3}{n \cdot K_B^3}, \quad (4)$$

Ҳисобкунии ягон миқдор бузургии боэтимоди  $K_A$  барои обрави солона, маълумотҳои аслии табииро дар бораи обрав давр муддати 60 сол талаб менамояд, ки на ҳамеша дастрас аст, аз ҳамин лиҳоз, аксар вақт ҳангоми ҳисобкуниҳои бузургии  $K_A = 2 K_B$  қабул карда мешавад. Вале барои дарёҳои минтақаҳои хушк камбориш (дар мисоли Тоҷикистон) бошад  $K_A = (1 \dots 1,5) K_B$ , қабул мегардад.

Ҳамин тавр суръати ҳаракати обро бо формулаи зерин ифода кардан мумкин аст:

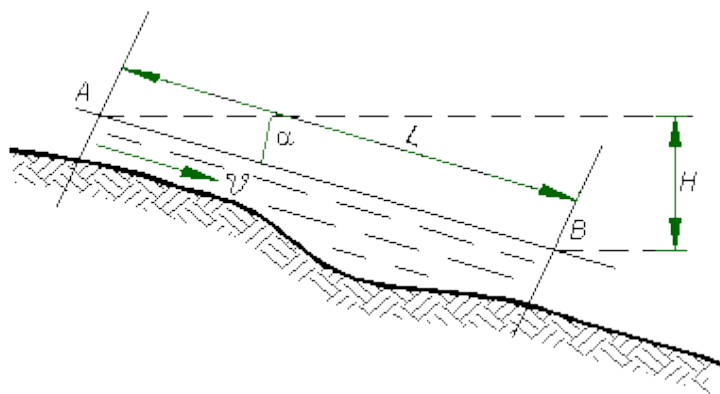
$$v = m \cdot h^{n1} I_H^{n2}, \quad (5)$$

Ҳангоми сохтмони НБО-и хурд ва ё калон зарурати бунёди обанборҳои сунъӣ ба миён меояд. Ин обанборҳо бо мурури вақт аз обрӯбаю обовардҳое, ки ҷараёни оби дарё меорад, пур мешаванд. Ҳаҷми обрӯбаю обовардҳои ба обанбор партофташуда бо муодилаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$W_{\text{обр.}} = k \cdot \frac{Q_s}{v}, \quad (6)$$

Барои назариявӣ муайян кардани миқдори энергияи оби дарё метод-усули “ҳисобирии хаттӣ”-ро истифода намудан мумкин аст. Барои ин зарур аст, ки ҳар як дарёро ба қатори қитъаҳо бе шохобҳояш, тақсим намоянд. Ҳудуди қитъаҳои ҳисобшаванда дар нуқтаҳои шикасти профили тӯлии дарё ва ё дар ҷойҳои баландшавии шиддатноки обрӯҳои дарё, яъне дар назди резишгоҳи шохоб, гузошта мешаванд.

Сараввал қиматҳои ададии корҳоро, ки ҷараёни об дар ҳар як қитъаи дарё иҷро мекунад, муайян менамоянд. Бо ин мақсад як қитъаи дарёро АВ бо дарозии  $L$  (расми 2) бо тамоюли доимии  $\sin \alpha$ , масоҳати бурриши кундалангиаш  $w$  ва суръати миёнаи  $v$  интихоб мекунанд, ки дар як муддати вақти  $t$  ҳаҷми об дар қитъа ба самти ҳаракат ба масофаи  $L = v \cdot t$  гузарад, нуқтаи замимаи қувваи вазнинии ин ҳаҷм  $F = mg = v \cdot L \cdot r \cdot g$  бошад дар самти вертикалӣ ба баландии  $L \cdot \sin \alpha = v \cdot \sin \alpha \cdot t$  барояд.



**Расми 2. - Ангора барои ҳисобкунии тавоноии ҷараёни об дар қитъаи дарё**

Коре, ки қувваи вазнинӣ дар қитъаи  $L$  дар муддати вақти  $t$  иҷро кардааст, бо формулаи зерин ифода карда мешавад:

$$A = \rho \cdot g \cdot \omega \cdot v \cdot L \cdot \sin \alpha \cdot t, \quad (7)$$

Агар профили тӯлии дарё ва маълумотҳои обрави он муайян бошанд, пас тавоноии потенциали аз сарчашма то резишгоҳи дарё (қабати ҳисобшаванда) мумкин аст, ки бо формулаи зерин муайян карда шавад:

$$P = 9,81 \cdot \sum_{i=1}^n Q_i H_i, \quad (8)$$

ки дар ин ҷо:  $Q_i$  – хароҷоти миёнаи бисёрсолаи об дар қитъаҳои алоҳида, (меъёри обрав), м<sup>3</sup>/с;  $H_i$  – баландии фурудоии дарё дар қитъа,  $n$  – шумораи қитъаҳо.

Ҳамин тавр захираҳои потенциалии сарватҳои гидроэнергетикии дарёҳоро бо инобати 8760 соат истифодабарии тавоноии потенциали, бо формулаи зерин муайян менамоянд:

$$W = 8760 \sum_{i=1}^n 9,81 Q_i H_i = 85936 \sum_{i=1}^n Q_i H_i, \quad (9)$$

Чун қоида амсиласозии математикии равандҳои гидрологӣ дар ҳавзаҳои дарё ва обанборҳо тавассути истифодаи амсилаҳои хаттӣ бо параметрҳои марказонидашуда ва ё тақсимшуда иҷро карда мешавад.

Амсилаҳои хаттӣ системаи хаттии динамикиеро инъикос менамоянд, ки аксуламали онҳо ба принципи суперпозитсия итоат намуда, ба шакли муодилаҳои дифференциалӣ навишта мешаванд.

Принципи суперпозитсия аз он иборат аст, ки агар аксуламали обҷамъшавӣ ба воридшавии об аз борон ва ё дар натиҷаи яхобшавӣ ташаккулёбии обхарҷшавӣ дар гидрографи обшор бошад, пас обхарҷшавӣ дар гидрографи обшор дар натиҷаи ҷараёни суммаи хароҷот, об ( $Q_1 + Q_2 + \dots$ ) ба ташаккулёбии он аз суммаи гидрографи обшорҳо  $Q_1, Q_2, \dots$  монанд мешавад.

Барои амсилаҳои хаттӣ-динамикӣ бо параметрҳои марказонидашуда робита миёни хусусиятҳои воридшавӣ ва хоричшавии обшори система дар шакли интегралҳои математикии франсавӣ Жан Мари Дюамел навишта мешавад, ки тағйирёбии хусусияти дохили ҳавзаро ҳангоми доимӣ будани нишондодҳои обҷамъкунак, инъикос менамояд. Ҳамин тавр, ҳангоми гидрографи обравонсозӣ  $Q_1(t)$  ба обҷамкунак обшор дар самтбандии охири аз ҷониби гидрограф вобаста ба формулаи зерин навишта мешавад:

$$Q_{1(\delta)} = \int_0^{\tau} Q_1 \cdot P[(t-\tau)-t] \cdot d\tau \quad (10)$$

Функцияи  $P(t-\tau)$  аксуламали системаи хаттӣ бо параметрҳои доимиро ба обравонсозии ягона дар шакли зерин инъикос менамояд:

$$P(t-\tau) = \int_0^t P[(t-\tau)-t] \cdot dt \quad (11)$$

Ин функция қиммати бузургии воридшавиро  $Q_1(t)$  ба содиршавӣ  $Q_2(t)$  табдил медиҳад ва функцияи таъсиррасон номида мешавад ва натиҷаи ҳисобкуниҳои амалии тавоноии энергетикӣ потенциали ва энергияи электрикии потенциалии дарёҳоро, ки дар ҷадвали 2 оварда шудаанд, тасдиқ менамояд.

Иншооти ирригатсионӣ, аз ҷумла каналҳо метавонанд барои сохтмони нерӯгоҳҳои барқи оби хурд (НБОХ), миниНБО ва микроНБО истифода шаванд. Тибқи Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025, ба соҳаҳои идораи захираҳои об, беҳдошти замин ва обёрӣ, таъминоти оби нӯшокӣ дар солҳои 2016-2025 аз ҳисоби буҷети мутамаркази ҷумҳуриявӣ фақат дар ҳайати буҷетҳои солони вазорату идораҳои дахлдор ба соҳаи об зиёда аз 200 млн. сомонӣ ва аз ҷониби шарикони рушд

маблағгузори зиёда аз 1,60 млрд. сомонӣ пешбинӣ шудаанд, ки як миқдори муайяни он барои бунёди миниНБО ва микроНБО-ҳои ҷараёнӣ дар каналҳои ирригатсионӣ (ҷадвали 4) самаранок, яъне барои таъмини эҳтиёҷоти таҷҳизоти сарбандҳо ва аҳолии наздики онҳо бо энергияи электрикӣ, истифода бурда шаванд. Танҳо дар 6 моҳи соли 2022 аз сарбандҳои иншоотҳои обгирии Раёсати болооби Иттиҳодияи ҳавзаи хоҷагии оби “Амударё” тавассути каналҳои магистралӣ зиёда аз 3,7 млрд. м³ равона карда шудааст, ки барои амалӣ гардидани ин мақсад заминаи устуворро фароҳам меоварад.

Барои ҳисоб кардани тавоноии энергетикӣ потенциалӣ ва захираи нерӯи потенциалии гидроэнергетикӣ ин каналҳо, шоҳаи шимолии поёнии канали магистрالي Вахшро ҳамчун намуна интихоб намудем (расми 3).



**Расми 3. - Харитаи шоҳаи поёнии канали магистрالي Вахш (КМВ). (Аз тарафи муаллиф дар асоси барномаи НИГ (google earth pro) сохта шудааст)**

Дарозии умумӣ 28,7 км.

Баландии сарғаҳи канал 459 м аз сатҳи баҳр (а.с.б.) (НБО «Сарбанд»)

Баландии канал дар назди НБО «Марказӣ» - 436 м а.с.б.

Ҳамин тавр, таҳқиқоти чандсолаи мо чиҳати омӯзиши хусусиятҳои гидрологии ин канал асосан дар шоҳаи поёнии шимолии он, бо мақсади таҳлил ва муайянсозии тавоноии потенциалии гидроэнергетикӣ ва захираҳои потенциалии гидроэнергетикӣ гузаронида шуд.

Ҳисоб ва муайянкунии тавоноии потенциалӣ ва захираи потенциалии энергетикӣ шоҳаи поёнии канали магистрالي Вахшро (КМВ) бо муодилаҳои:

$P = 9,81 \sum_{i=1}^n Q_i H_i$  - тавоноии потенциалии гидроэнергетикӣ ва  $W = 8760 \sum_{i=1}^n 9,81 Q_i H_i = 85936 \sum_{i=1}^n Q_i H_i$  - захираи нерӯи потенциалии гидроэнергетикӣ канал, амалӣ менамояд. Бо ин мақсад нишондодҳои мавҷуда ва муайянкардашудаи гидрологии канал ( $Q$ ,  $H$ ) истифода карда шуд.

Тибқи нишондодҳои асосии КМВ масрафшавии об (Q) дар сарғаи он-НБО Сарбанд ба 216 м<sup>3</sup>/сония ва дар охири он ба 100 м<sup>3</sup>/сония ва ба ҳисоби миёна дар қитъаи ҳисобӣ (28,7 км) ба 158 м<sup>3</sup>/сония баробар аст.

Баландии фурудодии каналро (H) дар 10 қитъаи ҳисобӣ дар асоси барномаи НИГ (google earth pro) муайян карда, натиҷаҳои ҳисобкуниро дар ҷадвали 1 овардем.

**Ҷадвали 1. - Нишондодҳои асосии мавҷуда ва муайянкардашудаи гидрологии КМВ ва натиҷаи ҳисобкунии тавоноии потенциали ва захираи потенциалии энергетикии он**

Номгуи қитъаҳои ҳисобии канал	Баландии ҷойгиршавии қитъаи ҳисобии канал аз саҳи баҳр, м	Дарозии қитъаи ҳисобии канал, (км)	Фурудодии ҳақиқии канал дар қитъаи ҳисобӣ, H, (м)	Масрафшавии миёнаи об дар қитъаи ҳисобӣ, Q, (м <sup>3</sup> /сония)	Натиҷаҳои ҳисоб ва муайянкунии	
					P МВт	W МВт.соат
1. Қитъаи ҳисобкунии № 1. (Маҳаллаи С. Шерозии ш. Леваканд )	Баландии сарға – 459 м Баландии охир – 458 м	2,5	1	158	1,55	13578
2. Қитъаи ҳисобкунии № 2. (Минтақаи саноатии ш. Леваканд )	Баландии аввал – 458 м Баландии охир – 457 м	2,5	1	158	1,55	13578
3. Қитъаи ҳисобкунии № 3. (Маҳаллаи Фурудгоҳи Бохтар)	Баландии аввал – 457 м Баландии охир – 450 м	2,5	7	158	10,85	95044
4. Қитъаи ҳисобкунии № 4. (Маҳаллаи Соҳили ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 450 м Баландии охир – 445 м	2,5	5	158	7,75	67889
5. Қитъаи ҳисобкунии № 5. (Маҳаллаи Шуртеппаи ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 445 м Баландии охир – 441 м	2,5	4	158	6,2	54311
6. Қитъаи ҳисобкунии № 6. (Маҳаллаи Ачинатеппаи ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 441 м Баландии охир – 440 м	2,5	1	158	1,55	13578
7. Қитъаи ҳисобкунии № 7. (Маҳаллаи Навободи ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 440 м Баландии охир – 439 м	2,5	1	158	1,55	13578
8. Қитъаи ҳисобкунии № 8. (Маҳаллаи Чорсуи ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 439 м Баландии охир – 438 м	2,5	1	158	1,55	13578
9. Қитъаи ҳисобкунии № 9. (Маҳаллаи Орзуи ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 438 м Баландии охир – 437 м	2,5	1	158	1,55	13578
10. Қитъаи ҳисобкунии № 10. (Маҳаллаи Куҳи сурхи ноҳия Вахш)	Баландии аввал – 437 м Баландии охир – 436 м	2,5	1	158	1,55	13578
Ҷамағӣ					35,65	312294

Дар асоси ҳисобкуниҳои болоӣ таносуби тавоноии потенциали гидроэнергетикии КМВ аз фурудодии ҳақиқии он дар қитъаҳои ҳисобшударо дар шакли расми 8 месозем.





**Расми 4. - Таносуби тавноии потенциали гидроэнергетикии КМВ аз фурудои ҳақиқии он дар қитъаҳои ҳисобшуда**

Инчунин, таносуби захираи нерӯи потенциали гидроэнергетикии КМВ аз фурудои ҳақиқии он дар қитъаҳои ҳисобшуда чунин шакл мегирад (расми 9):



**Расми 5. - Таносуби захираи нерӯи потенциали гидроэнергетикии КМВ аз фурудои ҳақиқии он дар қитъаҳои ҳисобшуда**

Дар асоси маълумотҳои ҳисобшудаи ҷадвали 6 танҳо 10 қитъаи як канали магистрالي Вахш дорои тавноии гидроэнергетикии  $P$  баробар ба 35, 65 MW ва захираҳои нерӯи гидроэнергетикии  $W$  баробар ба 312294 MWh соат дар яксол мебошанд. Ин захираҳои гидроэнергетикии ҳисобшуда метавонанд тавассути бунёди НБОХ, мини НБО ва микро НБО дар ҳар як 10 қитъаи канал, ки аз маҳаллаҳои аҳолинишини ноҳияҳои Кӯшонӣёну Вахш ва шаҳри Сарбанд мегузаранд, самаранок истифода шаванд ва ба рушди гидроэнергетикаи вилояти ҷумҳурии мусоидати мусбӣ намоянд. Инро дар мисоли зерин исбот кардан мумкин аст.

Таҳлили нишондиҳандаҳои гидрологии 3 канали магистрالي вилояти Хатлон (Вахш, Шуробод ва Деҳқонобод) нишон медиҳад, ки тавассути ин каналҳо дар давоми сол амалан доимӣ об ҷорӣ мебошад. Танҳо дар канали магистрالي Вахш (КМВ) масрафшавии миёнаи моҳона ва ҳаҷми солони об дар соли 2022 мутаносибан 146,46 м<sup>3</sup> ва 151,85 млн.м<sup>3</sup>-ро ташкил медиҳад (ҷадвалҳои 7 ва 8). Ин имконият медиҳад, ки захираҳои гидроэнергетикии ин канал, тавассути сохтмон ва ҷойгиркунии микроНБО дар ҳамаи 10 қитъаҳои ҳисобкунии КМВ, самаранок истифода бурда шаванд. Ба ғайр аз ин, аз КМВ боз 4 шохаи дигар: МК-1 ва 8-март (қобилияти обгузарониаш то 1 м<sup>3</sup>), Первомай (қобилияти обгузарониаш то 1,5 м<sup>3</sup>) ва Мардасой (қобилияти обгузарониаш то 30 м<sup>3</sup>) ҷудо мешаванд, ки захираи кифояи гидроэнергетикии истифоданашуда доранд.

**Дар боби сеюм “Равандҳои ташкилӣ ва техникаи рушди гидроэнергетикаи хурд”** афзалият ва камбудии сохтмони НБОХ дар асоси натиҷаҳои ҳисобкунии нишондодҳои гидрологии дарёҳои хурд ва каналҳо муайян ва дар доираи оптималии таъсири як НБОХ, ки 30 километрро ташкил медиҳад, усули муайян кардани тавоноии миёнаи чунин НБОХ таҳлил ва пешниҳод шудааст.

Дарозии максималии имконпазири интиқоли энергияи электрикӣ ҳангоми тавоноии гуногуни НБО дар ҷадвали 2 оварда шудааст.

**Ҷадвали 2. - Дарозии максималии имконпазири интиқоли энергияи электрикӣ ҳангоми тавоноии гуногуни НБО**

Тавоноӣ, МВт	0,1	0,2	0,3	0,5	1	5	10	50	100	200	500
L <sub>max</sub> , км	5	10	15	15	18,6	61	122	250	444	700	700

Инчунин, яке аз роҳҳои унификатсия ва паст кардани хароҷот барои истифодабарии хатҳои интиқоли барқ (ХИБ) тавассути татбиқи ихтирооти унвонҷу “Усули таъмини устувории оиқҳои баландшиддати овезони полимерӣ аз алвонҷхӯрӣ” пешниҳод карда шудааст. Дар асоси натиҷаҳои ҳисоб ва муайянкунии нишондодҳои гидрологии дарёҳои хурд, каналу обанборҳо усули интиқоли параметрҳои энерготехникаи НБОХ интиқоб ва амалӣ карда шудааст.

Дар адабиёти техникаи усулҳои гуногуни муайянкунии хусусиятҳои асосии энергетикаи нерӯгоҳҳои барқии обии хурд (НБОХ) оварда шудаанд. Аз ҳамин лиҳоз, дар ин кор барои интиқоли ин нишондиҳандаҳо усули маъмулӣ истифода шудааст.

Пеш аз он, ки таҷҳизоти асосии гидроқуввагии НБОХ- гидротурбина ва гидрогенератор интиқоб шаванд, муҳим ва зарур аст, ки ба нишондиҳандаҳои асосии ҳосили ҳисобии энергетикӣ, аз ҷумла, фишори об пеш аз ворид гардидан ба турбина, зудии даврзании мувофиқ ба ККФи оптималӣ ва харҷи об ва ғайра, тавачҷуҳ зоҳир гардад. Дар ин кор тавсияҳои муаллифони Андреев А.Е. «Гидроэлектростанции малой мощности» ва Мустафин М.А. «Электромеханика и электротехническое оборудование. Методические указания к расчетно-графической работе», ба асос гирифта шудаанд.

Бо мақсади осон гардонидани раванди ҳисобкунӣ ва интиқоли таҷҳизоти гидроэнергетикӣ, аз ҷумла турбогенератор ва гидрогенератору дигар намудҳои маводи электротехникӣ, дар поён (ҷадвали 3) маълумоти мухтасарро дар бораи баъзе типҳои гидротурбинаҳои замонавии истеҳсоли Федератсияи Россия, ки барои НБОХ омода гардидаанд ва метавонанд дар сохтмони НБОХ-и Тоҷикистон истифода шаванд, пешниҳод менамоем.

**Ҷадвали 3. - Маълумоти мухтасар дар бораи баъзе типҳои гидротурбинаҳои замонавии истеҳсоли Федератсияи Россия, ки барои НБОХ омода гардидаанд ва метавонанд дар сохтмони НБОХ-и Тоҷикистон истифода шаванд**

Номгуи гидротурбинаҳо	Фишор, м	Тавоноӣ, кВт	Хароҷоти об, м³/с
<b>Гидротурбинаҳои меҳварӣ</b>			
Пр245/10-ВБ220	7,5	1670	26,2
Пл245-ВБ120	12	800	8,4
Пр661-ВБ120	5-20	215-1200	4,9-9
Пр245-ВБ140	4-8	180-1700	6-12
<b>Гидротурбинаҳои радиалӣ-меҳварӣ</b>			
РО300-ГФ60	10-20	100-350	0,7-2,2
РО123-ДГО100	8,5-14	640-1400	7,0-9,0
РО123-ВМ120	20-45	1250-4000	6-8,5
РО123-ВМ140	30-50	3000-7000	8,5-19,5

Дар НБО, аз ҷумла НБОХ асосан гидрогенераторҳои сефазаи типҳои синхронӣ истифода мешаванд. Дар ҳолатҳои алоҳида гидрогенераторҳои асинхронӣ низ истифода мешаванд, вале, онҳо новобаста аз эътимоднокии калонашон самарани камтар доранд.

Барои НБОХ дар зиёда аз 30 мамлакат ва 138 ширкатҳои гуногуни дунё таҷҳизоти электротехникӣ, аз ҷумла гидротурбина ва гидрогенератор истеҳсол мешавад. Маълумоти мухтасар дар бораи баъзе типҳои гидрогенераторҳои замонавӣ, ки метавонанд дар сохтмони НБОХ-и Тоҷикистон истифода шаванд, дар ҷадвали 4 оварда шудааст.

**Ҷадвали 4. - Маълумоти мухтасар дар бораи баъзе типҳои гидрогенераторҳои замонавӣ истеҳсоли Федератсияи Россия, ки метавонанд дар сохтмони НБОХ-и Тоҷикистон истифода шаванд**

Типи генератор	Тавоноӣ		Шиддат, кВ	Кэфф. тавоноӣ	Зудӣ, давр/дақ.	ККФ, %	Масса, т.
	кВА	кВт					
ГС-100-0,4-1500	125	100	0,4	0,8	1500	89	0,85
СГВ-500-10,5-300УХЛ4	625	500	10,5	0,8	300	92	12,3
СМ-500-6,3-300УХЛ4	625	500	6,3	0,8	300	92	9,10
СМВ-4000-18УХЛ4	5000	4000	6,3	0,8	333,3	94,8	57,6

Дар асоси таҳқиқот ва омӯзишҳо нақшаи концептуалии самаранокӣ ҳангоми азхудкунии захираҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурд аз нигоҳи илмӣ асоснокшуда пешниҳод шудааст (расми 6).

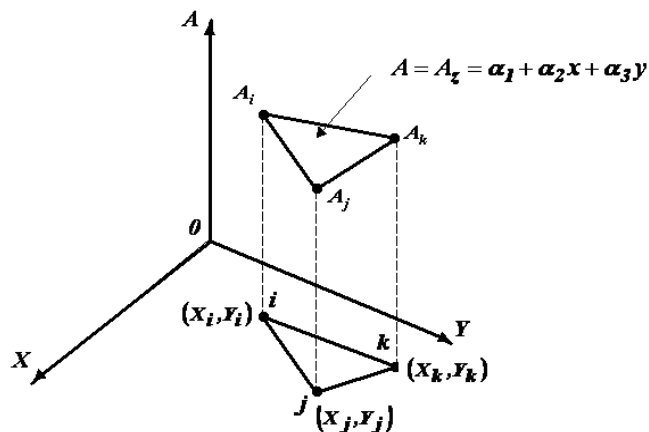


**Расми 6. - Нақшаи концептуалии самаранокӣ ҳангоми азхудкунии захираҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурд**

Амсилаи мазкур имконият медиҳад, ки тамоюлҳои кунунии тағйирёбии иқлим ва механизмҳои таъсири тағйирёбии иқлим ба ташаккули речаи дарозмуддати дарёҳои хурд ба назар гирифта шаванд. Ҳамчунин дар асоси амсилаи мазкур хусусияти арзёбии иқтисодии захираҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурд бо назардошти манфиатҳои муҳити зист ва ҷамъият ба роҳ монда мешавад.



Бо мақсади интихоби мошинҳои электрии вентиляи дорои нишондиҳандаҳои энергетикӣ беҳтар, андозаву ҳаҷм ва вазни каму эътимоднокиашон баланд, амсилаи математикӣ ва ҳисобкунии нишондодҳои сели магнитии магнитҳои доимиро истифода мебарем. Ҳамин тавр, дар дохили ҳар як элементи ниҳой вектори потенциали магнитиро ба шакли бисёрӯзваи интерполиатсионии дараҷаи якум тасаввур кардан мумкин аст (расми 7).



Расми 7. - Намои потенциали вектори потенциали магнитӣ барои як элементи ниҳой

Рақамгузории гиреҳҳоро дар элемент ҳамчун  $i, j, k$  муқобили ҳаракати ақрабаки соат қабул мекунем. Қиматҳои гиреҳии потенциалро тавассути  $A_i, A_j, A_k$ , ва координатҳои гиреҳҳоро мутаносибан  $(X_i, Y_i), (X_j, Y_j), (X_k, Y_k)$  ифода мекунем. Гузориш дар бисёрӯзваи интерполиатсионӣ ба системаи муодилаҳои зерин меоварад:

$$A_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_i + \alpha_3 Y_i \quad (12)$$

$$A_j = \alpha_1 + \alpha_2 X_j + \alpha_3 Y_j \quad (13)$$

$$A_k = \alpha_1 + \alpha_2 X_k + \alpha_3 Y_k \quad (14)$$

Дар натиҷаи ҳалли системаи муодилаҳо коэффитсиентҳои зеринро муайян кардан мумкин аст:

$$\alpha_1 = \frac{1}{2S_a} [(X_j Y_k - X_k Y_j) A_i + (X_k Y_i - X_i Y_k) A_j + (X_i Y_j - X_j Y_i) A_k] \quad (15)$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{2S_a} [(Y_j - Y_k) A_i + (Y_k - Y_i) A_j + (Y_i - Y_j) A_k] \quad (16)$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{2S_a} [(X_k - X_j) A_i + (X_i - X_k) A_j + (X_j - X_i) A_k] \quad (17)$$

Масоҳати элементи ниҳойро  $S_a$  аз таносуби матритсавии зерин муайян кардан мумкин аст:

$$S_a = 0.5 \begin{vmatrix} 1 & X_i & Y_i \\ 1 & X_j & Y_j \\ 1 & X_k & Y_k \end{vmatrix} \quad (18)$$

Ҳалли охири масъалаи назарияи майдони магнитӣ бо усули элементҳои ниҳой дар асоси ҳисобкуниҳои вариатсионӣ иҷро мешавад. Аз нуқтаи назари вариатсионӣ ҳалли муодилаи дифференциалӣ дар ҳосилаҳои ҷузъӣ бо шартҳои худудии додашуда, ба ёфтани минимуми функционали энергетикӣ баробар аст:

$$F = \int_S \left( \int_0^{B_x} \frac{1}{\mu} B_x dB_x + \int_0^{B_y} \frac{1}{\mu} B_y dB_y \right) dS - \int_S A J dS \quad (19)$$

дар ин ҷо  $B_x = \frac{\partial A}{\partial y}$ ,  $B_y = -\frac{\partial A}{\partial x}$  - таркибдиҳандаи вектори майдони магнитии

индуксионии дар ҳудуди  $S$  бо самти тирҳои  $X$  ва  $Y$  равоншуда.

Шартҳои минималии функционалиро, ки функцияи қимматҳои  $A_i, A_j, A_k$  дар ҳар як элементи ниҳой мебошанд, навишта системаи алгебравии

муодилаҳоро барои муайянкунии қимматҳои потенциали векторӣ дар ҳар як гиреҳҳои секунҷаҳо, ки ҳудуди ҳисобкуниро мепӯшонанд, ҳосил мекунем:

$$\frac{\partial F^{(\alpha)}}{\partial A_i} = \frac{1}{4\mu S_a} [(c_i^2 + b_i^2)A_i + (c_i c_j + b_i b_j)A_j + (c_i c_k + b_i b_k)A_k] - j \frac{S_a}{2} = 0 \quad (20)$$

$$\frac{\partial F^{(\alpha)}}{\partial A_j} = \frac{1}{4\mu S_a} [(c_i c_j + b_i b_j)A_i + (c_j^2 + b_j^2)A_j + (c_j c_k + b_j b_k)A_k] - j \frac{S_a}{2} = 0 \quad (21)$$

$$\frac{\partial F^{(\alpha)}}{\partial A_k} = \frac{1}{4\mu S_a} [(c_i c_k + b_i b_k)A_i + (c_j c_k + b_j b_k)A_j + (c_k^2 + b_k^2)A_k] - j \frac{S_a}{2} = 0 \quad (22)$$

Дар асоси муодилаҳои ҳосилшуда барои ҳар як элементи ниҳой (секунҷа) системаи алгебравии муодилаҳо ба вуҷуд меояд, ки ҳалли он қиммати потенциали магнитии векториро  $A$  дар қуллаҳои секунҷа медиҳад. Ин усули моделсозии математикии системаи магнитӣ усули элементҳои ниҳой имконият дод, ки барои дар корхонаҳои системаи об ва энергетикаи вилояти Хатлон истифода бурдани мошинҳои электрикии вентилии андозаи геометрияшон, вазнашон ва ҳаҷмашон камтар ва самараноктар тавсия, пешниҳод ва истифода шаванд.

Дар боби чорум “**Ҷанбаҳои иқтисодии истифодабарии хусусиятҳои гидрологии дарёҳои хурд дар рушди гидроэнергетика**” муҳимият ва мавқеи ҳалқунанда доштани ҷанбаҳои иқтисодии дарёҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд дар рушди энергетика, яке аз омилҳои муайянкунандаи ҷанбаҳои иқтисодии рушди энергетика ба ҳисоб рафтани дуруст муқаррар ва истифода бурдани тарифҳо барои энергияи электрикӣ, мафҳуми “чандирии талабот”, самаранокии истифодаи энергияи электрикӣ ва сарфакунии он, мавриди баррасӣ ва таҳлилу пешниҳоди хулосаҳо қарор дода шудааст.



**Расми 8.** - Графики чандирии нуқтавии талабот ( $P$ -арзиш,  $Q$ -шумора,  $D$  - талабот)

Коэффитсиенти чандирии талаботро барои он ҳисоб мекунанд, ки назорат кунанд, ки талабот зиёд ва ё кам мешавад. Формула барои ҳисоб кардани нишондоди чандирии талабот аз рӯи нарх:

$$E_t = \Delta Q / \Delta P (\%) E, \quad (23)$$

ки дар ин ҷо  $\Delta Q$  ва  $\Delta P$  – тағйирёбии ҳаҷми пешниҳод ва ҳаҷми талабот (%).

Имрӯз пардохт нашудани маблағҳои энергияи электрикии истеъмолшуда ҷавоби оқилонаю одилона надорад. Дар Тоҷикистон соли 2021, тибқи омили Ширкати энергетикаи давлатӣ, истеъмоли энергияи электрикӣ аз ҷониби аҳоли тахминан аз 5 млрд.кВт.соатро ташкил додааст.

Бо инобати шумораи аҳолии Тоҷикистон, ки соли 2022-юм ба 10, 08 миллион баробар шудааст ва тариф барои энергияи электрикӣ, ки бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 31 августи соли 2022, № 449, аз 01 октябри соли 2022 барои аҳоли ба андозаи 26,52 дирам ва ё 2,6 сент/кВт.соат муқаррар гардидааст, хароҷоти як оила барои истеъмоли энергияи электрикӣ дар як моҳ баробар мешавад ба:

$$\frac{5 \text{ млрд. кВт. с} \times 2,6 \frac{\text{сент}}{\text{кВт. с}} \times 5 \text{ одам/оила}}{10,08 \text{ млн. одам} \times 12 \text{ моҳ}} = 5,4 \frac{\text{долл}}{\text{моҳ}} = 5,4 \times 10,97 = 59,2 \text{ сомонӣ/моҳ}$$

Агар ин рақамро нисбати музди меҳнати миёна дар соли 2016, ки дар Тоҷикистон ба 31,2 долл/ моҳ баробар буд, гирем, ин 17, 3%-ро ташкил медиҳад, вале агар нисбати музди миёнаи моҳи июли соли 2022 гирем, ки дар гузориши Вазорати меҳнат, муҳоҷират ва шуғли аҳолии Ҷумҳурии Тоҷикистон ба миқдори 1711,3 сомонӣ нишон дода шудааст, пас ин ҳамагӣ 3,4%-ро ташкил медиҳад. Ин ҳолат чунин маъно дорад, ки қобилияти пардохткунӣ аҳоли имрӯз имкон медиҳад, ки чунин хароҷотро пардохт кунанд. Дар Тоҷикистон айни ҳол бо як музди миёнаи моҳона (музди миёнаи моҳона дар моҳи июли соли 2022, ки баробари 1711,3 сомонӣ мебошад) 6455 кВт/с энергияи электрикӣ харидорӣ кардан мумкин аст, ки аз нишондоди давлатҳои Белорус, Словения, Эстония, Чехия, Португалия, Полша, Словакия, Венгрия, Латвия, Литва, Булғория, Руминия ва Молдова зиёдтар мебошад.

## **ХУЛОСАҲОИ УМУМӢ ВА ТАВСИЯҲО**

### **Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия**

1. Таҳлилҳои хусусиятҳои гидрологии дарёҳои хурди ҳавзаи дарёҳои Тоҷикистон (дарёҳои Вахш, Сирдарё, Кофарниҳон, Зарафшон, Қизилсу) дар солҳои 2011 - 2015 нишон медиҳанд, ки барои азхудкунии захираҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурд бояд наздиккуниҳои гуногун истифода бурда шаванд [1-М], [3-М], [21-М].

2. Роҳ ва усули ҳалли масъалаи таъмин намудани деҳот, хусусан мавзёҳои аҳолинишини дурдаст ва кӯҳӣ ва умуман соҳаи кишоварзии мамлакат бо энергияи электрикӣ тавассути истифодаи самараноки захираҳои потенциалии гидроэнергетикии дарёҳои хурду каналҳои ирригатсионӣ коркард ва пешниҳод шудааст [1-М], [3-М], [4-М].

3. Дар асоси таҳлили хусусиятҳои гидрологии обравҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ, усули ҳисоб ва муайянкунии нишондиҳандаҳои асосии гидрологии онҳо пешниҳод шуда, амсилаи математикии танзими чараёни дарёҳои хурд коркард гардидааст [6-М], [7-М], [14-М], [8-М], [12-М], [15-М].

4. Усули муайян кардани тавоноии миёнаи нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ) барои минтақаҳои кӯҳӣ интиҳоб ва яке аз роҳҳои унификатсия ва паст кардани хароҷот барои истифодабарии хатҳои интиқоли барқ (ХИБ) тавассути татбиқи ихтирооти унвонҷӯ “Усули таъмини устувории оиқҳои баландшиддати овезони полимерӣ аз алвончхӯрӣ” пешниҳод карда шудааст [15-М], [16-М], [21-М].

5. Моделсозии математикии системаи магнитии мошинҳои электрикии вентили бо усули элементҳои ниҳой имконият дод, ки дар корхонаҳои системаи об ва энергетикаи вилояти Хатлон чунин мошинҳои электрикии андозаи геометрияшон, вазнашон ва ҳаҷмашон камтар ва самараноктар тавсия, пешниҳод ва истифода шаванд. [4-М], [7-М], [8-М].

### **Тавсияҳо оид ба истифодаи амалӣ**

1. Тавсия мешавад, ки барои азхудкунии захираҳои гидроэнергетикии дарёҳои хурд наздиккуниҳои гуногун истифода бурда шаванд [1-М], [3-М], [21-М].

2. Пешниҳод мешавад, ки дар ҳолати истифодаи дурусти захираи тавоноӣ ва нерӯи гидроэнергетикии қитъаҳои алоҳидаи КМВ самаранокии иқтисодӣ ва мусоидати амалии локалӣ ба беҳтаршавии ҳолати экологии муҳити зист ба даст овардан мумкин аст [5-М], [6-М], [7-М], [9-М], [15-М], [21-М].

3. Таъмини барқ ба аҳолии деҳот яке аз масъалаҳои муҳими имрӯза махсуб ёфта, роҳ ва усули ҳалли масъалаи таъмин намудани деҳот, хусусан мавзӯҳои аҳолинишини дурдаст ва кӯҳӣ бо назардошти соҳаи кишоварзии мамлакат бо энергияи электрикӣ тавассути истифодаи самараноки захираҳои потенциалии гидроэнергетикии дарёҳои хурд, каналҳои ирригатсионӣ, ки коркард намудем, аз манфиат холи нест [9-М], [14-М].

## **НАТИҶАҶОИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ ДАР ИНТИШОРОТИ ЗЕРИН ИФОДА ЁФТААНД**

### **Мақолаҳои дар маҷаллаҳои илмӣ рӯйхати ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон нашргардида**

[1-М]. **Ализода А.А.** Рушди гидроэнергетикаи Тоҷикистон ва хусусияти фарққунандаи он аз гидроэнергетикаи давлатҳои дигари ҷаҳон / **А.А. Ализода** // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Н.Хусрав (маҷаллаи илмӣ), № 2/4(105), соли 2022, саҳ. 22-29.

[2-М]. **Ализода А.А.** Истифодаи технологияи муосир дар раванди рушди гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон / **А.А. Ализода** // Паёми Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи А.Рӯдакӣ, №1(30), соли 2023, саҳ.127-136.

[3-М]. **Ализода А.А.** Гидроэнергетикаи хурд дар Тоҷикистон / **А.А. Ализода** // Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара, № 4(22), соли 2022, саҳ.50-59

[4-М]. **Ализода А.А.** Хусусияти фарққунандаи гидроэнергетикаи Тоҷикистон / **А.А. Ализода** // Паёми политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, баҳши таҳқиқотҳои муҳандисӣ, №1(61), саҳ.42-51.

### **Мақолаҳо дар маводҳои конференсияҳо**

[5-М]. **Ализода А.А.** Ташаббуси ҷаҳонӣ ба хоҳири нигоҳдории покизагии экологии сайёраи Замин / **Ализода А.А.** // Материалы международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости Республики Таджикистан» 15-16 мая 2018 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр.10-12.

[6-М]. **Ализода А.А.** Гидрологические особенности подземных вод и гидрогеологии северной части Яванской впадины Таджикистана в период до ее обводнения (1960-1981 годы) / Абдуллоев Х.В., Обидҷони Ш.К., Бобохонов Ф.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие гидроэнергетики-развитие Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 20 декабря 2018 года, стр. 194-200.

[7-М]. **Ализода А.А.** Концепсияи Рушди устувор-дурнамои боэтимоди зиндагии шоиста дар асоси ҳифзи табиат ва истифодаи оқилонаи захираҳои он / Кобулиев З.В., Зувайдуллозода Ф.З., Абдуллоев И.Ҷ., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие гидроэнергетики-развитие Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 20 декабря 2018 года, стр.12-18.

[8-М]. **Ализода А.А.** Прогресс и достижения топливно-энергетического сектора Республики Таджикистан / Абдуллоев Х.В., Сайвалиев М.М., Бобохонов Ф.Ш., Курбонализода С.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической

конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 25 апреля 2019 года, стр. 349-359.

[9-М]. **Ализода А.А.** Экологические проблемы в энергетике / Исмаатов Ф.Х., Рахимов Х.А., Хасанов Д.Х., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», р. Кушониён, Хатлонская обл., Республика Таджикистан, 25 апреля 2019 года, стр. 115-118.

[10-М]. **Ализода А.А.** / Взаимосвязь экологической этики с экогуманистическим мировоззрением. Зувайдуллозода Ф.З., Исозода Д.Т., Бадалов Н.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 25 апреля 2019 года, стр. 287-289.

[11-М]. **Ализода А.А.** Исследование эффективности потенциалов солнечной энергетики в республике Таджикистан / Х.Х. Назарзода, Ф.З. Зувайдуллозода, Г.М. Факиров., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Энергетика – основной фактор развития экономики», посвященной профессиональному празднику энергетиков Таджикистана – «День энергетика» 19-20 декабря 2019 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 179-182.

[12-М]. **Ализода А.А.** Об ҳамчун омили экологӣ ва аҳамияти он / Зувайдуллозода Ф.З., Бадалов Н.Ш., Чурабоева Ҳ., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Энергетика – основной фактор развития экономики», 19-20 декабря 2019 года, р. Кушониён, Хатлонская обл., Республика Таджикистан, стр. 19-24.

[13-М]. **Ализода А.А.** Безопасность и надежность малой гидроэнергетики / Кобулиев З.В., Зувайдуллозода Ф.З., Бадалов Н.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы международной научно-практической конференции «Энергетика-основной фактор развития экономики», 19-20 декабря 2019 года, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 12-15.

[14-М]. **Ализода А.А.** Охрана окружающей среды и малая энергетика / Исозода Д.Т., Назарзода Х.Х., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции на тему «Развитие энергетики и возможности», 20 декабря 2020 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 18-20.

[15-М]. **Ализода А.А.** Система автоматического управления группой подпиточных тепловых насосов / Исозода Д.Т., Зувайдуллозода Ф.З., Шарипов Н.Б., **Ализода А.А.** // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие энергетики и возможности», 22 декабря 2020 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 247-251

[16-М]. **Ализода А.А.** Моделсозии математикии магнити доимӣ барои оптимизатсияи мошинҳои электрикии вентилии манбаъҳои барқароршавандаи энергия / Баротов С., Аминов Д.С., **Ализода А.А.** // Маводи конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи “Технологияи инноватсионӣ, иқтисодиёт ва менеҷмент дар соҳаҳои энергетика ва саноат” бахшида ба таҷлили рӯзи илми тоҷик ва эълон гардидани солҳои 2020-2040 –“Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф”, 21 апрели соли 2022, н. Кушониён, в. Хатлон, Ҷумҳурии Тоҷикистон, саҳ. 6-13.

[17-М]. **Ализода А.А.** Ҳадафҳо ва хусусияти гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон / Абдурахмонов А.Я., **Ализода А.А.** // Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии “Захираҳои об, инноватсия ва энергиясарфанамоӣ”, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023

[18-М]. **Ализода А.А.** Усул ва роҳҳои бартаарафкунии норасоии энергияи электрикии НБО дар Тоҷикистон / Абдурахмонов А.Я., **Ализода А.А.** // Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии “Захираҳои об, инноватсия ва энергиясарфанамоӣ”, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023

#### **Мақолаҳо дар дигар нашрияҳо**

[19-М]. **Ализода А.А.** [Нақши дарёҳо дар рушди гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон / Ализода А.А.](#) // Материали научно-практического международного журнала ENDLESS LIGHT in SCIENCE от 20 января 2023 года, стр. 538-545.

#### **Шаҳодатномаи муаллифӣ (Патент)**

[20-М]. **Ализода А.А.** Усули таъмини устувории занҷироикҳои шиддати баланд аз алвонҷхӯрӣ / Чаҳонгири А., Давлатшоев С.К., Сафаров Ш.Р., Шарифов М.Л. // Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, № ТҶ 1296, аз 14.09.2022 сол.

#### **Дастури методӣ**

[21-М]. **Ализода А.А.** Энергетикаи умумӣ. / Дастури методӣ, ки бо қарори Шӯрои илмӣ-методии Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон аз 03 марти соли 2023 тасдиқ ва қабул шудааст.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА  
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН  
Институт энергетики Таджикистана

УДК 556.114:543.3(575.3)

На правах рукописи



**АЛИЗОДА Ахмаджон Абдукодир**

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МАЛЫХ РЕК В РАЗВИТИИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ  
(на примере Хатлонской области Таджикистана)**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Душанбе, 2024

Диссертационная работа выполнена в лаборатории "Энергетика, ресурсы и энергосбережение" Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной Академии наук Таджикистан и на кафедре "Альтернативные источники энергии" Института энергетики Таджикистана

**Научный руководитель:** **Абдурахмонов Абдукарим Якубович,**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник, дотсент кафедры АЭП и ЭМ ТТУ имени академика М.С.Осими

**Официальные оппоненты:** **Мухаббатов Холназар,**  
Доктор географических наук, профессор кафедры методика обучения географии и туризма Государственного педагогического университета имени С.Айни.

**Курбонализода Саидабдулло Шамсулло,**  
кандидат технических наук, начальник Управления надежность и возобновляемых источников энергии Главного управления эксплуатации электрических станций и распределения электроэнергии ОАО "Барки точик".

**Ведущая организация:** **Дангаринский государственный Университет**

Защита диссертации состоится 16 апреля 2024 г., в 11.00 на заседании диссертационного Совета 6D.KOA-059 при Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистан, по адресу: 734025, г. Душанбе, ул.Бофанда 5/2, E-mail: info@imoge.tj

С диссертации можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистан, [www.imoge.tj](http://www.imoge.tj)

Автореферат разослан "15" марта 2024 года.

**Ученый секретарь**  
диссертационного Совета,  
кандидат технических наук, с.н.с.



**Кодиров А.С.**



## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ**

**Актуальность проблемы.** Несмотря на достигнутые за последние годы успехи в области гидроэнергетики в Таджикистане, вопрос устойчивого обеспечения электроэнергией сельских, особенно отдаленных горных населенных пунктов страны, требует более полного решения.

Такое положение осложняет ситуацию в экономике и социальной сфере. Одним из способов стабилизации сложившейся ситуации может стать строительство малых гидроэлектростанций (МГЭС), которые действуют посредством эффективного использования энергетического потенциала водных ресурсов, в том числе малых рек Таджикистана.

В Таджикистане, как и в других странах Средней Азии и Казахстана, раньше малые гидроэлектростанции (МГЭС) проектировались в связке с конкретными и реальными пользователями электроэнергии, однако, опираясь на этот фактор, нельзя представить окончательные выводы о потенциальных ресурсах водотоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов существующих в стране.

Если рассуждать по сегодняшним состоянием малой гидроэнергетики Таджикистана, то данный вопрос требует нового подхода и более совершенного решения, потому что срок действия схем разработанных в прошлых годах для этой отрасли, истек.

Поэтому возникает необходимость выявления основных закономерностей формирования, движения и трансформации вещественных и энергетических компонентов водных потоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов Таджикистана, определение и выбора методик расчета их энергетического потенциала, уровень эффективности использования этого потенциала посредством строительства НБОХ и их вклад в развитии гидроэнергетики страны.

### **Степень изученности проблемы, теоритические и методологические основы исследования**

В ходе исследования вопросов оценки и комплексного использования водно-энергетических ресурсов малых рек и их экономической эффективности, а также научных основ формирования малых рек и их бассейнов использованы научные труды и публикации ученых Денисова В.И., А.Б., Петрова Г.Н., Асарина А.Е., Васильева И. А., Салимова Т.О., Талмаза В.Ф., Водогрецкого В.Е., Евстигнеева В.М., Ушакова В.Я., Водогрецкого В.Е., Евстигнеева В.М., Муртазоева У.И., Мухаббатова Х.М., Салимова Т.О., Хмаладзе Г.Н. Одновременно на формирование выводов и научных правил настоящей работы по вопросам определения технико-экономических показателей и на этой основе подбору гидроэнергетического оборудования малых ГЭС определенное положительное влияние оказали труды А.Я. Абдурахманова, С.Д. Захарова, М.Б.Иноятова, С.Г. Воронина, М.А. Мустафина, А.Е. Андреева и др.

**Связь темы исследования с научными темами и с крупными государственными программы.** Тема диссертационной работы имеет связь с научно-исследовательской темы “Комплексное использование возобновляемых источников энергии” кафедры “Альтернативные источники энергии” Института энергетики Таджикистана и следующих государственных программ: Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года; Программа реформы водной отрасли Республики Таджикистан на 2016-2025 годы; Концепсия о рациональном использовании и защите водных ресурсов Республики Таджикистан; Концепсия о развитии отраслей топливно-энергетического комплекса Республики Таджикистан на период 2003-2015 годов; Целевая комплексная Программа по широкому использованию ВИЭ, таких как энергия малых рек, солнца, ветра, биомассы, энергия подземных источников (2020г.); Долгосрочная Программа строительства МГЭС на период 2009- 2020 годы.

**Целью исследования** является выявление основных особенностей процесса формирования, движения и трансформации вещественных и энергетических компонентов водных потоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов и их влияние на развития гидроэнергетики Республики Таджикистан.

### **Задачи поставленные при реализации цели исследования**

1. Анализ гидрологических характеристик водотоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов, разработка метода расчета и определении их основных гидрологических показателей, разработка математического моделирования регулирования потока малых рек.

2. Исследования состояния запасов топливно-энергетического комплекса страны, выбор метода и пути решения вопроса стабильного электроснабжения сельской местности, особенно отдаленные горные населенные пункты страны посредством эффективного использования гидроэнергетического потенциала малых рек и ирригационных каналов.

3. Разработка метода эффективного использования гидроэнергетического потенциала малых рек и ирригационных каналов для строительства МГЭС, мини ГЭС и микроГЭС на уровне неиспользованных возможностей.

4. Научное обоснование положения правильного использования запасов гидроэнергетической мощности и гидроэнергии расчетного участка на 28,7 километровой участке Вахшского магистрального канала (ВМК) с целью получения экономической эффективности и оказания практического локального положительного влияния на экологическое состояние окружающей среды.

5. Математическое моделирование магнитной системы вентильных электрических машин методом конечных элементов и на этой основе разработка электрических машин с наименьшими геометрическими размерами, весом и объемом и более эффективной в работе для предприятий водного и энергетического сектора Хатлонской области.

**Объект исследования:** происхождения и формирования бассейнов водотока рек, в том числе малых рек и ирригационных каналов и их регулирования в пользу гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики.

**Предмет исследования:** эффективное использование энергетического потенциала малых рек и ирригационных каналов, их воздействия и содействия развитию гидроэнергетики.

**Методы исследования.** В процессе решения предполагаемых задач использованы сравнительно-географические, математические, аналитические и суммирующие методы. Материалы исследования обоснованы результатами реального наблюдения и анализа деятельности предприятий водного и энергетического сектора Хатлонской области.

### **Научная новизна диссертации**

1. Проанализированы гидрологические характеристики малых рек и ирригационных каналов, метод расчета и определения их основных гидрологических показателей, разработано математическое моделирование регулирования потока малых рек.

2. Выполнен анализ характерные особенности формирования и положения рек, в том числе малых рек, а также ирригационных каналов Таджикистана в процессе изменения природы и их роли в развитии гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики.

3. Выбран и использован метод исследования, расчета и определении энергетических мощностей малых рек, на основе процесса формирования, движения и трансформации их энергетических элементов, степень эффективного использования этих мощностей через строительства МГЭС и их вклад в развитии гидроэнергетики страны.

4. Разработано математическое моделирование постоянных магнитов для оптимизации вентильных электрических машин на МГЭС.

5. Выбраны основные параметры МГЭС, с использованием гидрологических основ определения гидроэнергетических мощностей малых рек и предложен для практического использования.

6. Научно обосновано положения правильного использования запасов гидроэнергетической мощности и гидроэнергии расчетного участка на 28,7 километровой участке Вахшского магистрального канала (ВМК) с целью получения экономической эффективности и оказания практического локального положительного влияния на экологическое состояние окружающей среды.

### **Теоритическая и практическая значимость исследования**

1. Обеспечивается возможность применения предложенных методов расчета гидроэнергетического потенциала малых рек, оросительных каналов и различных водотоков территории республики, как факта реальной возможности регулярного ежегодного использования малых ГЭС и мини-ГЭС, которые строятся на малых водотоках.

2. Предлагается комплексное рассмотрение и экономическое обоснование рациональных вариантов развития малой гидроэнергетики республики на основе эффективного использования потенциала малых рек для решения очень важного вопроса - сокращение объемов использования органического топлива в труднодоступных горных районах республики.

3. С помощью расчетов и математического моделирования установлена реальная возможность использования энергетического потенциала малых водотоков, в том числе малых рек на территории республики, что может быть использовано соответствующим структурам Министерства энергетики и водных проблем Республики Таджикистан, одновременно в образовательном процессе Института энергетики Таджикистана и других учреждений высшего профессионального образования.

**Соответствия диссертатсии с паспортом специальности 25.00.27- Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.** Диссертационная работа соответствует нижеприведенным пунктам паспорта специальности 25.00.27- Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия:

П.1. Теоретические и методологические основы гидрологии, гидрографии, речного стока, лимнологии, русловых и устьевых процессов, гидрохимии, гидроэкологии.

П.2. Закономерности глобального водообмена, формирования, движения и трансформации вещественных и энергетических компонентов водных потоков на планетарном уровне, другие аспекты глобальной гидрологии.

П.4. Особенности гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в озерах и водохранилищах, динамические явления в озерах, водохранилищах и прудах, генезис и трансформация состояния водных масс, проблемы лимнологического моделирования внутриводоемных явлений, гидроэкологической оптимизации режима водоемов суши.

П.12. Разработка методов математического моделирования гидрологических и гидрохимических процессов.

**Достоверность полученных результатов** обеспечивается использованием современных средств измерения (различные аппаратура и измерительные приборы лаборатории "Энергетика, водные ресурсы и энергосбережение" Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной Академии наук Республики Таджикистан, а также лабораторий предприятий водного сектора Хатлонской области и Института энергетики Таджикистана) и методик проведения исследований и сравнительного анализа полученных результатов других авторов.

## Основные положения, выносимые на защиту

1. Оценка современного состояния гидроэнергетических ресурсов Таджикистана, в том числе степень эффективного использования энергетического потенциала малых рек и ирригационных каналов, положение гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики Таджикистана в комплексе мировой энергетики.

2. Результаты анализа гидрологических особенностей происхождения, формирования и положение малых рек и ирригационных каналов Таджикистана, в процессе изменения природы и их роль в развитии гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики.

3. Итоги исследования эффективного использования энергетического потенциала водотоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов страны, посредством определения основ расчета их гидрологических показателей.

4. Математическое моделирование регулирования водного потока малых рек и постоянных магнитов для оптимизации вентильных электрических машин МГЭС.

5. Метод определения и расчета основных параметров МГЭС с учетом гидроэнергетического потенциала малых рек.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались опубликованы на следующих международных и республиканских научно-практических конференциях в 2018-2022 гг.: материалы международной научно-практической конференции (МНПК) «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости Республики Таджикистан» 15-16 мая 2018 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Ускоренная индустриализация – главный фактор развития Таджикистана», Институт энергетики Таджикистана, 25 апреля 2019 г., район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Развитие энергетики и возможности», Институт энергетики Таджикистана, 20 декабря 2020 года, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Развитие энергетики и возможности», Институт энергетики Таджикистана, 20 декабря 2021 года, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан; материалы МНПК «Инновационные технологии, экономика и управление в сферах энергетики и промышленности», посвященной празднованию Дня таджикской науки и объявлению 2020-2040 годов – «Двадцатилетия изучения и развития естественных и точных наук и математики в сфере науки и образования», 21 апреля 2022 года, Институт энергетики Таджикистана, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, маводҳои конференсия байналмилалии илмӣ-амалии “Захираҳои об, инноватсия ва энергиясарфанамоӣ”, Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023

**Личный вклад автора** состоит в постановке задач, разработке способов их решения, в том числе с использованием математических моделей, обобщении и интерпретации результатов, и получении вышеуказанных научных положений и результатов, выносимых на защиту.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 4 в изданиях, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики Таджикистан. Также автором разработан 1 методическое пособие, и получен 1 патент на изобретения.

**Структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы (162 наименований). Общее содержание диссертации состоит из 162 страниц, в том числе 135 страниц машинописного набора основного текста, который включает 32 таблиц и 50 рисунка и 5 приложений

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования, сформулированы основные защищаемые положения, представлены научная и практическое значение полученных результатов, приводится общая характеристика и структура работы, краткое содержание диссертации, приведены данные об апробации и публикациях результатов работы, показан личный вклад автора в исследуемую проблему.

В первой главе «Обоснование и определение направления и положения исследования» проведено исследование степени зависимости развития гидроэнергетики Таджикистана от гидрологических характеристик водотоков, в том числе, малых рек, а также ирригационных каналов, а также предложены факты о состоянии их гидроэнергетического потенциала и необходимости эффективного использования этих мощностей через строительства малых гидроэлектрических станций МГЭС, миниГЭС и микроГЭС.

Кроме того, предложены анализ и рекомендации о состоянии топливно-энергетического комплекса страны в целом, его роль в улучшении экономики и снижении уровня бедности, эффективность и пути развития энергетики Таджикистана, использование мирового опыта развития малой гидроэнергетики в классификации МГЭС.

Использования гидроэнергетического потенциала малых рек, а также ирригационных каналов в качестве возобновляемого источника энергии в Таджикистане совпадает с процессом возростания внимание мирового сообщества в последние годы к возобновляемым источникам энергии (энергия солнце, ветра, геотермальная, МГЭС и т.д.).

Например, в 2021 году доля возобновляемых источников энергии в общей установленной мощности мировой энергетической системы возросла от 36,6% до 38,3% , из которых 2% относится гидроэнергетике.

В связи с этим, проанализированы гидрологические характеристики и регулирования водных запасов рек Вахш, Кофарниган, Зарафшон ва Кизылсу с учетом освоения их гидроэнергетических запасов (рис. 1).

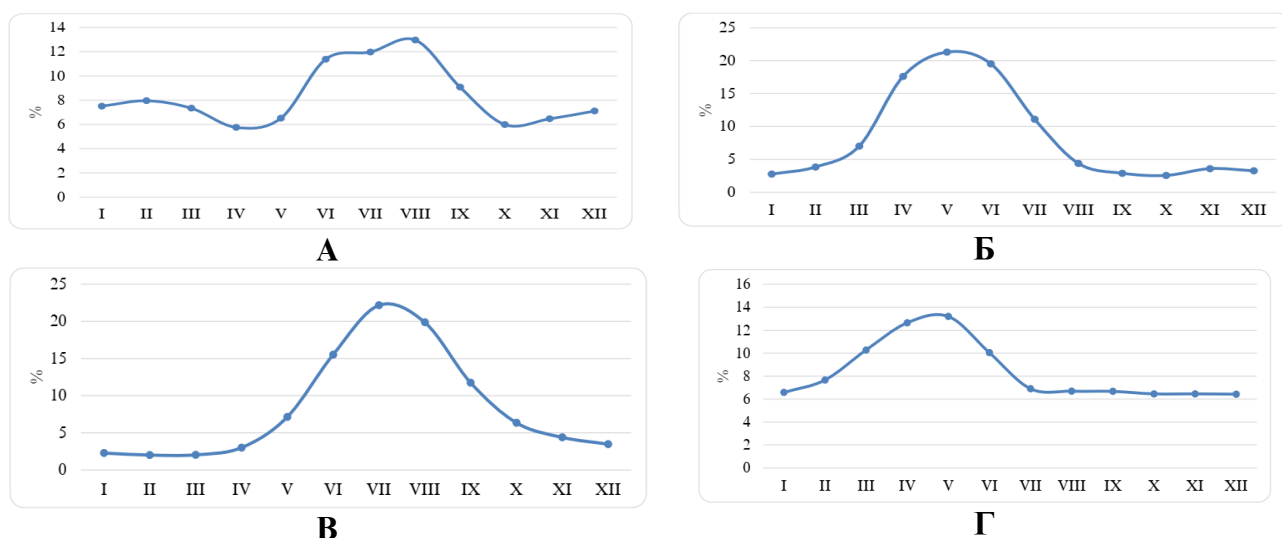


Рис. 1. – Среднемесячный поток веток бассейна рек Вахш (А), Кофарниган (Б), Зарафшон (В), Кизылсу (Г) в 2011-2015 годах

Анализы гидрологических характеристик рек в 2011 - 2015 годы показывают, что для освоения гидроэнергетических запасов веток рек на территории Таджикистана (малых рек) необходимо применения различных подходов. Так как, например, для веток

бассейна реки Вахш самый полноводный период приходится на май – сентябрь месяцы, р. Сирдаря – октябрь – март, р. Кофарниган – март – август, р. Зарафшон – апрель – октябрь и для р. Кизылсу февраль – июль месяцы.

Это свидетельствует о том, что освоения гидроэнергетических запасов малых рек приносит пользу не только гидроэнергетике, а также в развитии сельского хозяйства, рыболовства, туризма и других направлений экономики.

На ряду с этим, регулируемые водные запасы могут предвратить возникновению чрезвычайных природных ситуаций, связанные с водой.

**Во второй главе «Гидрологический анализ определения основных гидроэнергетических показателей малых рек Таджикистана»** рассмотрен вопрос о необходимости используя современные методы анализа и моделирования и расчета основных гидрологических показателей рек, определения гидроэнергетической мощности малых рек Таджикистана, а также ирригационных каналов, уровень эффективного использования этих мощностей посредством строительства МГЭС и их вклад в развитии гидроэнергетики страны, и предложен новый метод исследования этой темы.

В общем гидрографическую сеть Таджикистана составляют более 25 тысяч рек общей протяженностью 69,2 тыс. км. В том числе, 947 рек длиной от 10 до 100 км, 16 рек – от 100 до 500 км и 4 рек более 500 км. Более 10 тыс. малых рек имеют длину меньше 10 км. Таким образом, гидроэнергетический потенциал малых рек Таджикистана представлена величиной 184,146 млрд.кВт.ч в год с установленной мощностью 21057,0 тыс.кВт.

В будущем, с развитием науки и техники и на этой основе применения современных установок и оборудования, общая величина гидроэнергетического потенциала малых рек может иметь склонения в сторону увеличения, так как их очень много. В целом общее число всех малых рек Таджикистана можно условно принять 10947 единиц.

Проведены исследования формирования бассейнов малых рек, как по занимаемой ими территории и объему воды, так и по их значению для народного хозяйства и жизни людей, которые считаются основным элементом горных стран, в том числе Таджикистана, анализируется функционирование рек, в том числе малых рек, как первичной основы речной сети, исследованы основное различие между большими и малыми реками, горных и равнинных рек Таджикистана, определяющие факторы руслоформирования (в горных реках геологические и геоморфологические факторы являются ведущими), виды передачи наносов, виды русла и соотношения их глубины и ширины, гидрологический и русловой режим и выражены в виде математического моделирования.

С этой целью в работе использована методика расчета изложенная в научном труде ученого Евстигнеева В.М. «Речной сток и гидрологические расчеты». Согласно этой методике определить расхода воды  $Q_{ср.г}$ , как один из основных гидрологических показателей реки, в том числе малых рек, можно по формуле:

$$Q_{ср.г} = \frac{\sum_{i=1}^T Q_i}{T} \text{ м}^3 / \text{с} \quad (1)$$

а также модуля среднегодового стока  $M_0$

$$M_0 = \frac{1000Q_0}{F} = \frac{1000V_0}{31,54 \cdot 10^6 F} \text{ л/с} \cdot \text{км}^2 \quad (2)$$

где  $F$  - площадь водосбора бассейна реки для рассматриваемого створа, км<sup>2</sup>;

Применяя метод математической статистики для изучения гидрологических характеристик рек, изложенной в вышеназванной технической литературе, имеем возможность определить нормы стока, но и его колебаний на период эксплуатации

установки. Возможные колебания и изменчивость годового стока характеризуется коэффициентом вариации  $C_v$ :

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Коэффициента асимметрии  $C_s$  характеризует несимметричность ряда исследуемых величин стока относительно их нормы или центра распределения:

$$C_s = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{n \cdot C_v^3} \quad (4)$$

Поскольку вычисление более точной величины  $C_s$  для годового стока требует натуральных данных о стоке более чем за 60 лет, что не всегда возможно, поэтому обычно принимают величину  $C_s = 2C_v$ . Однако для рек засушливых зон (характерных для многих водотоков Таджикистана) рекомендуется принимать  $C_s = (1 \dots 1,5)C_v$ .

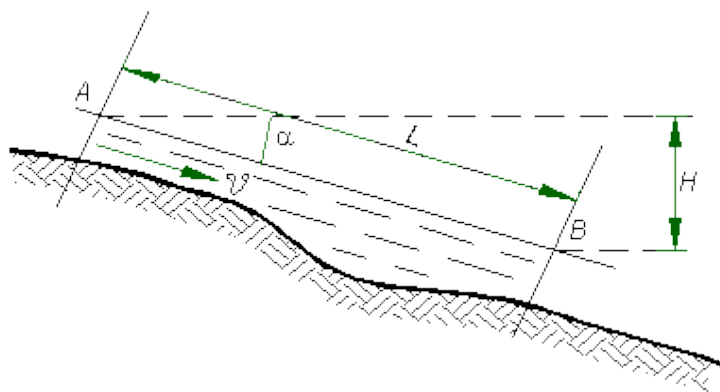
Таким образом скорость движения воды можно определить по формуле:

$$v = m \cdot h^{n_1} I_H^{n_2} \quad (5)$$

При строительстве малых или больших ГЭС возникает необходимость возведения искусственного водоёма. Эти водоёмы по течению времени заполняются наносами, которых приводит речной поток. Объём наносов приведенных на водоём определяется по следующему уравнению:

$$W_{\text{нан.}} = k \cdot \frac{Q_s}{\theta} \quad (6)$$

Далее для теоритического определения мощности водяного потока реки можно использовать метод «линейного учета». Для этого необходимо разделение реки на ряд участков без притоков. Границы расчетных участков устанавливаются в точках перелома продольного профиля реки или в местах резкого нарастания приточности. Сначала определяется совершаемой потоком на каждом участке численное значение работы. С этой целью выбирают некоторого участка реки АВ длиной  $L$  (рис.1) с постоянными уклоном  $\sin \alpha$ , площадью поперечного сечения  $w$  и средней скоростью  $v$ . За некоторый промежуток времени  $t$  объём воды на участке переместится в направлении движения на расстояние  $L = vt$ , а точка приложения силы тяжести этого объёма  $F = mg = v \cdot L \cdot r \cdot g$  сместится в вертикальном направлении на высоту  $L \cdot \sin \alpha = v \cdot \sin \alpha \cdot t$



**Рис. 2.** – К расчету мощности водгоного потока на участке реки

Совершаемую силой тяжести на участке  $L$  за время  $t$  работу (рис.2) можно определить по формуле:

$$A = pg\omega L v \sin \alpha t \quad (7)$$

где произведение  $\omega v = Q$  и является средним расходом воды в реке на участке АВ, а произведение  $L \sin \alpha = H$  - падением реки на этом же участке. Принимая  $r = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$  и выражая  $Q$  в  $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $H$  - в метрах, получаем мощность  $P$  в кВт:

$$P = 9,81QH \quad (8)$$

Потенциальные запасы гидроэнергетических ресурсов реки в кВт·ч определяют, исходя из 8760 часов использования потенциальной мощности, по формуле

$$W = 8760 \sum_{i=1}^n 9,81 Q_i H_i = 85940 \sum_{i=1}^n Q_i H_i \quad (9)$$

Как правило математическое моделирование гидрологических процессов в бассейнах рек или озер производится с использованием линейных моделей с сосредоточенными или распределенными параметрами. Линейные модели отражают линейные динамические системы, реакции которых подчиняются принципу суперпозиций и описываются линейными дифференциальными уравнениями.

Принцип суперпозиции заключается в том, что если реакцией водосбора (системы) на поступлении воды от выпавшего дождя или в результате снеготаяния является формирование расходов воды в замыкающем створе (гидрограф стока), то формирование гидрографа стока в результате притока суммы расходов, воды ( $Q_1 + Q_2 + \dots$ ) аналогично его формированию от суммы гидрографов притоков  $Q_1, Q_2, \dots$ .

Для линейных-динамических моделей с сосредоточенными параметрами связь между входными и выходными характеристиками стока системы описывается интегралом французского математика Жан Мари Дюамеля, отражающим преобразование характеристик внутри системы (бассейна) при постоянстве параметров водосбора. Так, при гидрографе водоподачи  $Q_1(t)$  на водосбор сток в замыкающем створе будет описываться гидрографом  $Q_2(t)$  по зависимости:

$$Q_{2(t)} = \int_0^t Q_1 \cdot P[(t-\tau)-t] \cdot d\tau \quad (10)$$

Функция  $P(t-\tau)$  отражает реакцию линейной системы (водосбора) с постоянными параметрами на постоянное единичное водоподачи, т. е.:

$$P(t-\tau) = \int_0^t P[(t-\tau)-t] \cdot dt \quad (11)$$

Эта функция преобразует входную величину  $Q_1(t)$  в выходную  $Q_2(t)$  и называется функцией влияния и подтверждает результаты практических расчетов потенциальной энергетической мощности рек, приведенных в таблице 2.5.

Малые гидроэлектростанции (МГЭС), миниГЭС и микроГЭС могут быть сооружены с использованием ирригационных сооружений, каналов и водпадов. Это даёт возможность, кроме других небольших вопросов, для строительства МГЭС использовать готовое сооружение и снизить стоимость строительства. Такое исследование на ирригационных сооружениях было проведено ещё в 1988-89 годах. Этим исследованием была определена возможность строительства 114 МГЭС на существующих водотоках и водопадов общей мощностью 97,13 МВт и выработкой 355,50 млн. кВт·ч. электрической энергии в год.

В соответствии с Программой реформы водной отрасли Республики Таджикистан на период 2016-2025 годы, отраслям управления водными ресурсами, оздоровления и орошения земли, обеспечения питьевой воды на 2016-2025 годы за счет централизованного республиканского бюджета, только в составе годового бюджета соответствующих министерств и организаций, для водного сектора предусмотрено более 200 млн. сомони, а со стороны партнеров по развитию-инвестиции на сумму более 1,60 млрд. сомони и возникает возможность использовать часть этих средств для сооружения поточных миниГЭС и микроГЭС на малых рек, водоёмов и ирригационных каналах Таджикистана (таблица 6) для обеспечения потребности гидроузлов и



населения вокруг них электрической энергией. Только за 6 месяцев 2022 года через гидроузлов Управления верховья Объединения бассейна водного хозяйства “Амударя”, посредством магистральных каналов направлено более 3,7 млрд. м<sup>3</sup> воды, которая для внедрения этой цели предоставит надёжную основу.

Для расчета потенциальной энергетической мощности и потенциальной гидроэнергетической энергии этих каналов, в качестве примера выбрана северная нижняя ветка Вахшского магистрального канала (ВМК) (рисунок 3).



Рисунок 3. Карта северной нижней ветки Вахшского магистрального канала (ВМК). (Карта составлена автором по программе НИГ (google earth pro))

Общая длина- 28,7 км.

Высота в начале канала-459 м от уровня море (ГЭС «Сарбанд»)

Высота канала у ГЭС «Центральная» - 436 м от уровня море

Высота падения на данном участке  $H = 23$  м

Таким образом, наше многолетнее исследование по изучению гидрологических характеристик этого канала проведено в основном на нижней северной ветке, с целью анализа и определения его потенциальной энергетической мощности и потенциальной гидроэнергетической энергии. Расчет и определения потенциальной энергетической мощности и потенциальной гидроэнергетической энергии КМВ производим по формулам:

$P=9,81\sum_{i=1}^n Q_i H_i$  - потенциальная энергетическая мощность и

$W=8760\sum_{i=1}^n 9,81Q_i H_i=85936\sum_{i=1}^n Q_i H_i$  - потенциальной гидроэнергетической

энергии. С этой целью использовались существующие и расчетами полученные гидрологические показатели канала ( $Q$ ,  $H$ ).

По основным гидрологическим показателям ВМК расход воды ( $Q$ ) в начале канала-ГЭС Сарбанд равен 216 м<sup>3</sup>/с, а в его конце -100 м<sup>3</sup>/с и в среднем на расчетном участке (28,7 км) равняется 158 м<sup>3</sup>/с.

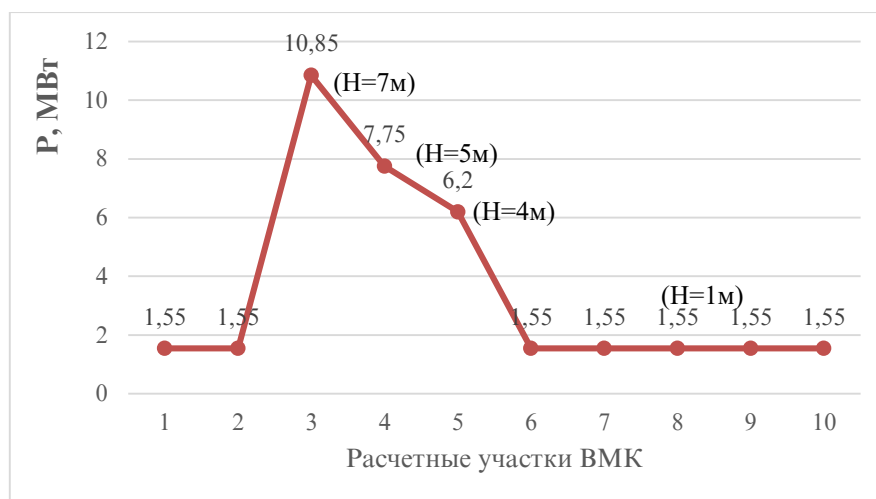
Высота падения воды в канале ( $H$ ) на 10 расчетных участков определили по программе НИГ (google earth pro) и результаты расчетов привели в таблице 1.

**Таблица 1.** Существующие и расчетами полученные гидрологические показатели ВМК (Q, H) и результаты расчета его потенциальной энергетической мощности и потенциальной гидроэнергетической энергии

Наименования участков канала	Высота расположения участки от уровня море, (м)	Длина расчетного участка канала, (км)	Высота падения воды канала на расчетном участке, H, (м)	Средний расход воды на расчетном участке, Q, (м <sup>3</sup> /с)	Результаты расчетов и определения	
					P МВт	W МВт.час
1. Расчетный участок № 1. (Махалля С. Шерози г. Леваканд )	Высота в начале –459 м Высота в конце – 458 м	2,5	1	158	1,55	13578
2. Расчетный участок № 2. (Промзона г. Леваканд )	Высота в начале –458 м Высота в конце – 457 м	2,5	1	158	1,55	13578
3. Расчетный участок № 3. (Махалля Аэропорт Бохтар)	Высота в начале –457 м Высота в конце – 450 м	2,5	7	158	10,85	95044
4. Расчетный участок № 4. (Махалля Сохил, р. Вахш)	Высота в начале –450 м Высота в конце – 445м	2,5	5	158	7,75	67889
5. Расчетный участок № 5. (Махалля Шуртеппа, р. Вахш)	Высота в начале –445 м Высота в конце – 441 м	2,5	4	158	6,2	54311
6. Расчетный участок № 6 (Махалля Ачинатеппаи, р. Вахш)	Высота в начале –441 м Высота в конце – 440м	2,5	1	158	1,55	13578
7. Расчетный участок № 7. (Махалля Навобод, р. Вахш)	Высота в начале –440 м Высота в конце – 439 м	2,5	1	158	1,55	13578

8. Расчетный участок № 8. (Махалля Чорсу, н. Вахш)	Высота в начале – 439 м Высота в конце – 438 м	2,5	1	158	1,55	13578
9. Расчетный участок № 9. (Махалля Орзу, р. Вахш)	Высота в начале – 438 м Высота в конце – 437 м	2,5	1	158	1,55	13578
10. Расчетный участок № 10. (Махалля Куҳи сурх, р. Вахш)	Высота в начале – 437 м Высота в конце – 458 м	2,5	1	158	1,55	13578
Всего					35,65	312294

По результатам выше произведенных расчетов построили графики потенциальной гидроэнергетической мощности и потенциальной гидроэнергетической энергии ВМК на расчетных участках (рисунки 4 и 5).



**Рисунок 4.** График потенциальной гидроэнергетической мощности ВМК на 10 расчетных участках



**Рисунок 5.** График потенциальной гидроэнергетической энергии ВМК на 10 расчетных участках канала

По результатам расчетных данных приведенных в таблице 1 только 10 участков одного канала-ВМК обладает общей потенциальной гидроэнергетической мощностью  $P$  равной 35,65 МВт и потенциальной гидроэнергетической энергией равной  $W$  312294 МВт.час в год. Эти рассчитанные гидроэнергетические запасы могут быть эффективно использованы путем строительства и эксплуатации МГЭС, миниГЭИ и микроГЭС на каждом из 10 участков канала, который протекает рядом с населенными пунктами районов Кӯшониён, Вахш и города. Этот вывод можно доказать следующим примером и расчетов.

Анализ гидрологических показателей только трех магистральных каналах Хатлонской области (Вахш, Шурабад и Дехканабад) показывают, что через этих водных сооружениях в течении года практически постоянно протекает вода. Только по каналу ВМК среднемесячное значение расхода воды и годовой объем воды в 2022 году составили соответственно 146,46 м<sup>3</sup> и 151,85 млн.м<sup>3</sup>. Кроме того, от ВМК отходят ещё 4 ветки: МК-1 и 8-марта (водопрускаемая способность до 1 м<sup>3</sup>), Первомайский (до 1,5 м<sup>3</sup>) в Мардасой (до 30 м<sup>3</sup>), которые обладают достаточные неиспользованные гидроэнергетические запасы.

В третьей главе «Организационно-технические процессы развития малой гидроэнергетики» анализирован преимущества и недостатки строительства МГЭС на основе результатов расчета гидрологических показателей малых рек, каналы и водозаборов и в оптимальных пределах влияния одной МГЭС, который составляет 30 километров, предложен способ определения средней мощности таких НБОХ.

Максимально возможная длина передачи электрической энергии при различных мощностей МГЭС приведены в таблице 9.

**Таблица 2** - Максимально возможная длина передачи электрической энергии при различных мощностей МГЭС

Мощность, МВт	0,1	0,2	0,3	0,5	1	0	0	5	2	5	
$L_{max.}$ , км	5	0	5	5	8,6	1	22	50	44	7	7

Кроме того, предложен один из путей унификации и уменьшения расхода на эксплуатацию линий электропередач (ЛЭП) через внедрения изобретения соискателя «Способ обеспечения устойчивости высоковольтных полимерных изоляторов от раскачивания» при выборе и эксплуатации МГЭС.

На основании расчета и определения гидрологических показателей малых рек, каналов и водоёмов выбран и выполнен способ определения энергетических параметров МГЭС.

В технической литературе приведены и рекомендуется разные методики для определения основных энергетических характеристик малых гидроэлектростанций (МГЭС).

В данной работе за основу приняты рекомендации авторов Андреева А.Е. «Гидроэлектростанции малой мощности» и Мустафина М.А. «Электромеханика и электротехническое оборудование. Методические указания к расчетно-графической работе».

С целью облегчения процесса расчетов и выбора гидроэнергетического оборудования, в том числе электротехническое и силовое, представляем некоторые краткие сведения об отдельных типах современных гидротурбин производимых в Российской Федерации, которые могут быть использованы при строительстве МГЭС в Таджикистане (таблица 3).

**Таблица 3** - Некоторые краткие сведения об отдельных типах современных гидротурбин производимых в Российской Федерации, которые могут быть использованы при строительстве МГЭС в Таджикистане

Наименования гидротурбин	Напор, м	Мощность, кВт	Расход воды, м <sup>3</sup> /с
Осевые гидротурбины			
Пр245/10-ВБ220	7,5	1670	26,2
Пл495-ВБ225	17,4	4020	26,7
Пл245-ВБ120	12	800	8,4
Пр661-ВБ120	5-20	215-1200	4,9-9
Пр661-ВМ120	8-20	250-1700	4-11
Пр245-ВБ140	4-8	180-1700	6-12
Радиально-осевые гидротурбины			
РО300-ГФ60	10-20	100-350	0,7-2,2
РО123-ДГО100	8,5-14	640-1400	7,0-9,0
РО123-ВМ120	20-45	1250-4000	6-8,5
РО123-ВМ140	30-50	3000-7000	8,5-19,5
РО123-ВБ160	9,7-25	500-5000	10-14,8
РО123-ВМ200	25-45	5000-12500	23-32

На ГЭС, в том числе МГЭС в основном используются трехфазные синхронные генераторы. В отдельных случаях применяются асинхронные генераторы, однако они несмотря на их высокой надежности имеют слабую эффективность.

Более 30 стран и 138 различных компаний мира производят электротехническое оборудование, в том числе, гидротурбины и гидрогенераторы для МГЭС. Некоторые краткие сведения о отдельных типах современных гидрогенераторов производимых в Российской Федерации приведены в таблице 4.

**Таблица 4.** Некоторые краткие сведения о отдельных типах современных гидрогенераторов производимых в Российской Федерации, которые могут быть использованы при строительстве МГЭС в Таджикистане

Тип генератора	Мощность		Напряжение кВ	Коэффициент мощности	Частота вращения об/от/мин.	КПД, %	Масса, т
	кВА	кВт					
ГС-100-0,4-1500	125	100	0,4	0,8	1500	89	0,85
СГВ-500-10,5-300УХЛ4	625	500	10,5	0,8	300	92	12,3
СМ-500-6,3-300УХЛ4	625	500	6,3	0,8	300	92	9,10
СМВ-4000-18УХЛ4	5000	4000	6,3	0,8	333,3	94,8	57,6

На основе исследования и изучений разработана и предложена научно-обоснованная концептуальная схема эффективности при освоении гидроэнергетических запасов малых рек (рис. 6).



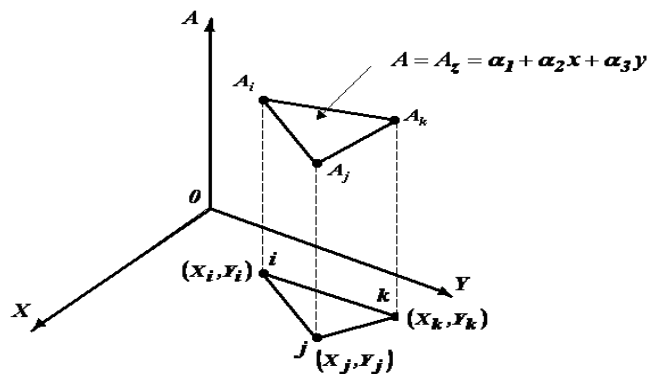
**Рис 6.** - Концептуальная схема эффективности освоения гидроэнергетических запасов малых рек

Данная модель дает возможность для того чтобы настоящее отклонение изменения климата и механизмы влияния изменения климата на формировании долгосрочного режима малых рек были учтены. А также, на основе этой модели устанавливаются особенности оценки экономических запасов малых рек с учетом интересов окружающей среды и общества.

В современном мире в процессе использования возобновляемых источников энергии, в том числе водной энергии рек, широко применяются вентильные электрические приводы. В связи с этим, возникает необходимость чтобы разработчики и специалисты постоянно улучшали энергетические параметры, уменьшали габариты и вес, повышали надежность этих электрических машин. Этих задач нельзя решить без применения методов оптимального проектирования магнитных систем с постоянными магнитами.

Наиболее надежным и проверенным методом расчета магнитной системы является метод конечных элементов. Этот подход был использован для построения математической модели и расчета параметров магнитного потока.

Таким образом, внутри каждого конечного элемента векторный магнитный потенциал можно представить в виде интерполяционного полинома первой степени (рис.7)



**Рис.7.** Представление векторного магнитного потенциала для одного элемента

Примем нумерацию узлов в элементе  $i, j, k$  против часовой стрелки. Узловые значения потенциала обозначим через  $A_i, A_j, A_k$ , а координаты узлов соответственно  $(X_i,$

$Y_i$ ),  $(X_j, Y_j)$ ,  $(X_k, Y_k)$ . Подстановка в интерполяционный полином приводит к системе уравнений.

$$A_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_i + \alpha_3 Y_i \quad (12)$$

$$A_j = \alpha_1 + \alpha_2 X_j + \alpha_3 Y_j \quad (13)$$

$$A_k = \alpha_1 + \alpha_2 X_k + \alpha_3 Y_k \quad (14)$$

В результате решения системы уравнений можно определить коэффициенты

$$\alpha_1 = \frac{1}{2S_a} [(X_j Y_k - X_k Y_j) A_i + (X_k Y_i - X_i Y_k) A_j + (X_i Y_j - X_j Y_i) A_k] \quad (15)$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{2S_a} [(Y_j - Y_k) A_i + (Y_k - Y_i) A_j + (Y_i - Y_j) A_k] \quad (16)$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{2S_a} [(X_k - X_j) A_i + (X_i - X_k) A_j + (X_j - X_i) A_k] \quad (17)$$

Площадь элемента  $S_a$  можно определить из матричного соотношения

$$S_a = 0.5 \begin{vmatrix} 1 & X_i & Y_i \\ 1 & X_j & Y_j \\ 1 & X_k & Y_k \end{vmatrix} \quad (18)$$

Решение краевой задачи теории поля методом конечных элементов производится на основе вариационного исчисления. С вариационной точки зрения решение дифференциального уравнения в частных производных с заданными граничными условиями эквивалентно нахождению минимума энергетического функционала.

$$F = \int_S \left( \int_0^{B_x} \frac{1}{\mu} B_x d B_x + \int_0^{B_y} \frac{1}{\mu} B_y d B_y \right) dS - \int_S^0 A J dS \quad (19)$$

где  $B_x = \frac{\partial A}{\partial y}$ ,  $B_y = -\frac{\partial A}{\partial x}$  - составляющие вектора магнитной индукции поля,

распределенного в области  $S$  по осям  $X$  и  $Y$ .

Записав условие минимума функционала, являющегося функцией значений  $A_i$ ,  $A_j$ ,  $A_k$  на каждом конечном элементе, получим систему алгебраических уравнений для определения значений векторного потенциала в узлах треугольников, которыми покрывается расчетная область.

$$\frac{\partial F^{(\alpha)}}{\partial A_i} = \frac{1}{4\mu S_a} [(c_i^2 + b_i^2) A_i + (c_i c_j + b_i b_j) A_j + (c_i c_k + b_i b_k) A_k] - j \frac{S_a}{2} = 0 \quad (20)$$

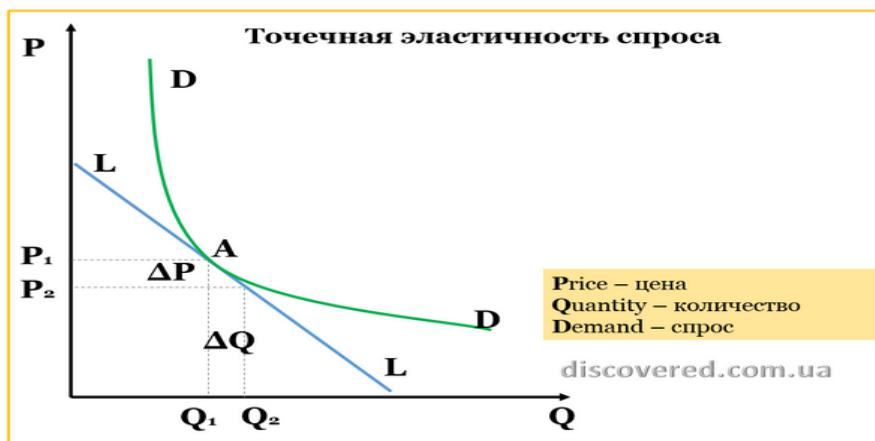
$$\frac{\partial F^{(\alpha)}}{\partial A_j} = \frac{1}{4\mu S_a} [(c_i c_j + b_i b_j) A_i + (c_j^2 + b_j^2) A_j + (c_j c_k + b_j b_k) A_k] - j \frac{S_a}{2} = 0 \quad (21)$$

$$\frac{\partial F^{(\alpha)}}{\partial A_k} = \frac{1}{4\mu S_a} [(c_i c_k + b_i b_k) A_i + (c_j c_k + b_j b_k) A_j + (c_k^2 + b_k^2) A_k] - j \frac{S_a}{2} = 0 \quad (22)$$

На основе полученных уравнений для каждого конечного элемента (треугольника) образуется система алгебраических уравнений, решение которой дает значения векторного магнитного потенциала  $A$  в вершинах треугольников. Применение данного способа математического моделирования магнитной системы методом конечных элементов дало возможность выбрать электрических вентиляльных машин с наименьшим габаритом, весом, массой и более эффективной и рекомендовать предприятиям водной системы и энергетики Хатлонской области для использования.

**В четвертой главе «Экономические аспекты использования гидрологических характеристик малых рек в развитии гидроэнергетики»** рассматривается значение и решающее положение экономических аспектов рек, в том числе малых рек в развитии энергетики, считающийся одним из определяющих факторов экономического аспекта развития энергетики-правильное установление и использование тарифов на электрическую энергию, понятия «гибкости спроса» и «эластичность спроса», эффективности использования электрической энергии и ее сбережения.





**Рисунок 8** -  
График точечной эластичности спроса по цене:

$$E_c = \Delta Q / \Delta P (\%) E, \text{ где: (23)}$$

$\Delta Q$  и  $\Delta P$  – изменения объема предложения и объема спроса, выраженные в процентах.

В настоящее время неоплата средств за использованной электроэнергии не имеет мудрого и справедливого ответа. В Таджикистане в 2021 году согласно статистическим данным Государственной энергетической компании, потребления электрической энергии со стороны населения составило приблизительно 5 млрд.кВт.часов.

С учетом численности Таджикистана, которая в 2022 году равнялась 10,08 миллион человек и тариф на электрической энергии, который Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 31 августа 2022 года, № 449, с 01 октября 2022 года для населения установлен 26,52 дирам или 2,6 цент/кВт.час, расход одной семьи на потребления электрической энергии в месяц будет равен:

$$\frac{5 \text{ млрд. кВт. ч.} \times 2,6 \frac{\text{цент}}{\text{кВт. ч}} \times 5 \text{ чел./семья}}{10,08 \text{ млн. чел.} \times 12 \text{ моx}} = 5,4 \frac{\text{долл}}{\text{месяц}} = 59,2 \text{ сомони}$$

Если эту цифру взять в отношении средней оплате труда в 2016 году, которая в Таджикистане равнялась 31,2 долл/ месяц, это составляет 17,3%, но если взять в отношении среднемесячной зарплате июль месяца 2022 года, которая приведена в докладе Министерства труда, миграция и занятости населения Республики Таджикистан в размере 1711,3 сомони, тогда это составляет всего 3,4%. Такое положение означает, то что сегодня платежеспособность населения позволяет оплатить такие расходы. В Таджикистане сегодня средствами одной зарплате (1711,3 сомони) можно покупать 6455 кВт/ч электрической энергии, которая больше аналогичных показателей государств Белорус, Словении, Эстонии, Чехии, Португалии, Польши, Словакии, Венгрии, Латвии, Литви, Болгарии, Румынии и Молдовы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Анализы гидрологических характеристик малых рек бассейна рек Таджикистана (рек Вахш, Сирдаря, Кофарниган, Зарафшон, Кизылсу) в 2011 - 2015 годы показывают, что для освоения гидроэнергетических запасов малых рек необходимо применения различных подходов [1-М], [3-М], [21-М].

2. Разработан и предложен метод и путь решения вопроса стабильного электроснабжения сельской местности, особенно отдаленные горные населенные пункты страны посредством эффективного использования гидроэнергетического потенциала малых рек и ирригационных каналов [1-М], [3-М], [4-М].

3. На основе анализа гидрологических характеристик водотоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов предложен метода расчета и определения их основных гидрологических показателей, разработано математическое моделирование регулирования потока малых рек [6-М], [7-М], [14-М], [8-М], [12-М], [15-М].



4. Предложен один из путей унификации и снижения расходов для эксплуатации воздушных линий электропередач (ЛЭП) МГЭС и способ определения средней мощности МГЭС для горных регионов с использованием изобретения соискателя **“Способ обеспечения устойчивости высоковольтных полимерных изоляторов от раскачивания”** [15-М], [16-М], [21-М].

5. Математическое моделирование магнитной системы электрических вентиляльных машин методом конечных элементов способствовал тому, чтобы для предприятий водного хозяйства и энергетического сектора Хатлонской области рекомендовать и предложить использования электрических вентиляльных машин с меньшими габаритами, весом и объемом, а также более мощными и эффективными данными [4-М], [7-М], [8-М].

#### **Рекомендации по практическому использованию**

1. Рекомендуются чтобы для освоения гидроэнергетических запасов малых рек были использованы различные подходы [1-М], [3-М], [21-М].

2. Предложено, что при правильном использовании потенциальных запасов энергетических мощностей и гидроэнергии только 10 расчетных участков в 28, 7 километровой участке ВМК, можно достичь определенную экономическую эффективность и локального практического содействия в улучшении экологического состояния окружающей среды [5-М], [6-М], [7-М], [9-М], [15-М], [21-М].

3. Для стабильного электроснабжения сельской местности, особенно отдаленные горные населенные пункты, которое остаётся актуальным вопросом, нашим исследованием предложено решение путем эффективного использования гидроэнергетического потенциала малых рек и ирригационных каналов. [9-М], [14-М].

#### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:**

##### **Статьи в изданиях рекомендуемые ВАК при Президенте Республики Таджикистан**

[1-М]. Ализода А.А. Рушди гидроэнергетикаи Тоҷикистон ва хусусияти фарққунандаи он аз гидроэнергетикаи давлатҳои дигари ҷаҳон / А.А. Ализода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Н.Хусрав (маҷаллаи илмӣ), № 2/4(105), соли 2022, саҳ. 22-29.

[2-М]. Ализода А.А. Истифодаи технологияи муосир дар раванди рушди гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон / А.А. Ализода // Паёми Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи А.Рӯдакӣ, №1(30), соли 2023, саҳ.127-136.

[3-М]. Ализода А.А. Гидроэнергетикаи хурд дар Тоҷикистон / А.А. Ализода // Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара, № 4(22), соли 2022, саҳ.50-59

[4-М]. Ализода А.А. Хусусияти фарққунандаи гидроэнергетикаи Тоҷикистон / А.А. Ализода // Паёми политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, баҳши таҳқиқотҳои муҳандисӣ, №1(61), саҳ. 42-51.

##### **Статьи в материалах конференций:**

[5-М]. Ализода А.А. Ташаббуси ҷаҳонӣ ба хотири нигоҳдории показагии экологии сайёраи Замин / Ализода А.А. // Материалы международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума Средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости Республики Таджикистан» 15-16 мая 2018 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр.10-12.

[6-М]. Ализода А.А. Гидрологические особенности подземных вод и гидрогеологии северной части Яванской впадины Таджикистана в период до ее обводнения (1960-1981 годы) / Абдуллоев Х.В., Обидчони Ш.К., Бобохонов Ф.Ш., Ализода А.А. // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие гидроэнергетики-

развитие Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 20 декабря 2018 года, стр. 194-200.

[7-М]. **Ализода А.А.** Концепсияи Рушди устувор-дурнамои боъэтимоди зиндагии шоиста дар асоси ҳифзи табиат ва истифодаи оқилонаи захираҳои он / Кобулиев З.В., Зувайдуллозода Ф.З., Абдуллоев И.Ч., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие гидроэнергетики-развитие Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 20 декабря 2018 года, стр.12-18.

[8-М]. **Ализода А.А.** Прогресс и достижения топливно-энергетического сектора Республики Таджикистан / Абдуллоев Х.В., Сайвалиев М.М., Бобохонов Ф.Ш., Курбонализода С.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 25 апреля 2019 года, стр. 349-359.

[9-М]. **Ализода А.А.** Экологические проблемы в энергетике / Исмаатов Ф.Х., Рахимов Х.А., Хасанов Д.Х., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», р. Кушониён, Хатлонская обл., Республика Таджикистан, 25 апреля 2019 года, стр. 115-118.

[10-М]. **Ализода А.А.** / Взаимосвязь экологической этики с экогуманистическим мировоззрением. Зувайдуллозода Ф.З., Исозода Д.Т., Бадалов Н.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Ускоренная индустриализация-основной фактор развития Таджикистана», район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, 25 апреля 2019 года, стр. 287-289.

[11-М]. **Ализода А.А.** Исследование эффективности потенциалов солнечной энергетики в республике Таджикистан / Х.Х. Назарзода, Ф.З. Зувайдуллозода, Г.М. Факиров., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Энергетика – основной фактор развития экономики», посвященной профессиональному празднику энергетиков Таджикистана – «День энергетика» 19-20 декабря 2019 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр 179-182.

[12-М]. **Ализода А.А.** Об ҳамчун омили экологӣ ва аҳамияти он / Зувайдуллозода Ф.З., Бадалов Н.Ш., Ҷурабоева Ҳ., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции «Энергетика – основной фактор развития экономики», 19-20 декабря 2019 года, р. Кушониён, Хатлонская обл., Республика Таджикистан, стр. 19-24.

[13-М]. **Ализода А.А.** Безопасность и надежность малой гидроэнергетики / Кобулиев З.В., Зувайдуллозода Ф.З., Бадалов Н.Ш., **Ализода А.А.** // Материалы международной научно-практической конференции «Энергетика-основной фактор развития экономики», 19-20 декабря 2019 года, р. Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 12-15.

[14-М]. **Ализода А.А.** Охрана окружающей среды и малая энергетика / Исозода Д.Т., Назарзода Х.Х., **Ализода А.А.** // Материалы Международной научно-практической конференции на тему «Развитие энергетики и возможности», 20 декабря 2020 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 18-20.

[15-М]. **Ализода А.А.** Система автоматического управления группой подпиточных тепловых насосов / Исозода Д.Т., Зувайдуллозода Ф.З., Шарипов Н.Б., **Ализода А.А.** // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие энергетики и возможности», 22 декабря 2020 года, район Кушониён, Хатлонская область, Республика Таджикистан, стр. 247-251

[16-М]. **Ализода А.А.** Моделсозии математикии магнити доимӣ барои оптимизатсияи мошинҳои электрикии вентилии манбаъҳои барқароршавандаи энергия / Баротов С., Аминов Д.С., **Ализода А.А.** // Маводи конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Технологияи инноватсионӣ, иқтисодиёт ва менеҷмент дар соҳаҳои

энергетика ва саноат” бахшида ба таҷлили рӯзи илми тоҷик ва эълон гардидани солҳои 2020-2040 –“Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиаитшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф”, 21 апрели соли 2022, н. Кушонӣён, в. Хатлон, Ҷумҳурии Тоҷикистон, саҳ. 6-13.

[17-М]. **Ализода А.А.** Ҳадафҳо ва хусусияти гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон / Абдурахмонов А.Я., **Ализода А.А.** // Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии “Захираҳои об, инноватсия ва энергиясарфанамоӣ”, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023

[18-М]. **Ализода А.А.** Усул ва роҳҳои бартарафкунии норасоии энергияи электрикии НБО дар Тоҷикистон / Абдурахмонов А.Я., **Ализода А.А.** // Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии “Захираҳои об, инноватсия ва энергиясарфанамоӣ”, Душанбе, 6-7 октябри соли 2023

#### **Статьи в других изданиях**

[19-М]. **Ализода А.А.** Нақши дарёҳо дар рушди гидроэнергетикаи хурди Тоҷикистон / **Ализода А.А.** // Материалы научно-практического международного журнала ENDLESS LIGHT in SCIENCE от 20 января 2023 года, стр.538-545.

#### **Патент**

[20-М]. **Ализода А.А.** Способ обеспечения устойчивости полимерных гирлянд-изоляторов высокого напряжения от раскачивания / Джахонгири А., Давлатшоев С.К., Сафаров Ш.Р., Шарифов М.Л., **Ализода А.А.** // Патент Республики Таджикистан № ТҶ 1296, от 14.09.2022 года.

#### **Методическое пособие**

[21-М]. **Ализода А.А.** Общая энергетика. / Методическое пособие, которое утверждено и принято решением научно-методического Совета Института энергетики Таджикистана от 03 марта 2023 года.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Ализода Ахмаджона Абдукодир «Гидрологические характеристики использования малых рек в развитии гидроэнергетики (на примере Хатлонской области Таджикистана)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27-Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

**Ключевые слова:** гидроэнергетика, гидроэнергетический потенциал, трансграничные, большие и малые реки, гидрология, энергетический потенциал малых рек, гидроэнергетическое оборудование.

**Объект исследования:** возникновение и формирования бассейна водных потоков рек, в том числе малых рек, а также ирригационных каналов, их регулирование в пользу гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики.

**Целью исследования** является выявление основных закономерностей процесса формирования, движения и трансформации вещественных и энергетических компонентов водных потоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов и их влияние на развития гидроэнергетики Республики Таджикистан.

**Методы исследования.** В процессе решения предполагаемых задач использованы сравнительно-географические, математические, аналитические и суммирующие методы. Материалы исследования обоснованы результатами реального наблюдения и анализа деятельности предприятий энергетического и водного сектора Хатлонской области.

**Достигнутые результаты и их новизна:** разработка нового способа анализа особенностей происхождения, формирования трансформации вещественных и энергетических компонентов водных потоков, в том числе малых рек их влияние и роли в изменении природы и развитии гидроэнергетики, в том числе малой гидроэнергетики, исследования эффективности использования энергетического потенциала водотоков, в том числе малых рек и ирригационных каналов республики, с разработкой математических моделей регулирования стока малых рек Таджикистана, выбран методика расчета и определения их энергетического потенциала, уровень эффективности использования этого потенциала посредством строительства НБОХ и их вклад в развитии гидроэнергетики страны.

**Использование результатов исследования** обосновано тем, что обеспечивается возможность применения предложенных методов расчета гидроэнергетического потенциала малых рек, оросительных каналов, и различных водотоков территории республики, как факта реальной возможности регулярного ежегодного использования малых ГЭС и мини-ГЭС, которые строятся на малых водотоках. Кроме того, предлагается комплексное рассмотрение и экономическое обоснование рациональных вариантов развития малой гидроэнергетики республики на основе эффективного использование потенциала малых рек для решения очень важного вопроса - сокращение объемов использования органического топлива в труднодоступных горных районах республики.

**Степень использования:** с помощью расчетов и математического моделирования установлена реальная возможность использования энергетического потенциала малых водотоков, в том числе малых рек на территории республики, что на основании полученных обоснованных выводов используется в учебном процессе Института энергетики Таджикистана, а также в хозяйственной деятельности предприятий водного и энергетического сектора Хатлонской области.

**Отрасль внедрения:** в хозяйственной деятельности других соответствующих структур Министерства энергетики и водных проблем Республики Таджикистан и в образовательном процессе Института энергетики Таджикистана и других учреждений высшего профессионального образования.

## ШАРҲИ МУХТАСАРИ

диссертатсияи Ализода Аҳмадҷон Абдуқодир “Хусусиятҳои гидрологии истифодаи дарёҳои хурд дар рушди гидроэнергетика (дар мисоли вилояти Хатлони Тоҷикистон)” барои дарёфти дараҷаи илми номзади илмҳои техникӣ бо ихтисоси 25.00.27- Гидрологияи хушкӣ, захираҳои обӣ ва гидрохимия.

**Вожаҳои калидӣ:** гидроэнергетика, захираҳои гидроэнергетикӣ, дарёҳои калон, хурд ва фаромарзӣ, гидрология, иқтидорҳои энергетикӣ дарёҳои хурд, таҷҳизоти гидроэнерготехникӣ.

**Объекти таҳқиқот:** бавучудой ва ташаққулиҳои ҳавзаҳои ҷараёни оби дарёҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд, инчунин каналҳои ирригатсионӣ ва танзими онҳо ба манфиати гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурд.

**Мақсади таҳқиқот:** таҳлил ва арзёбии қонуниятҳои асосии раванди ташаққули, ҳаракат ва трансформатсияи таркиби энергетикӣ обрӯҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва таъсири мусоидати онҳо ба рушди гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон.

**Усулҳои таҳқиқот:** Дар раванди ҳаллу фаслгардонии масъалаҳои пешбинишуда усулҳои илми муқоисавӣ-географӣ, математикӣ, таҳлилий ва ҷамъкунӣ истифода шудаанд. Маводҳо ба натиҷаи мушоҳидаи табиӣ ташхисӣ ва таҳлили фаъолияти ҳақиқии корхонаҳои сектори энергетикӣ ва оби вилояти Хатлон бадастомада, асос ёфтаанд.

**Натиҷаҳои бадастоварда ва навоғии онҳо:** коркарди усули нави таҳлили хусусияти ташаққули, ҳаракат ва трансформатсияи таркиби энергетикӣ обрӯҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва таъсири мусоидати онҳо ба тағйирёбии табиат ва рушди гидроэнергетика, аз ҷумла гидроэнергетикаи хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон, таҳқиқоти самараноки истифодаи иқтидори энергетикӣ обрӯҳо, аз он ҷумла, дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ бо инобати натиҷаҳои ҳисобкунии иқтидори энергетикӣ дарёҳои хурд бо коркарди амсилаҳои математикии танзими ҷараёни дарёҳои хурд, қонуниятҳои ташаққули, ҳаракат ва трансформатсияи таркиби энергетикӣ обрӯҳо, аз ҷумла дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионии Тоҷикистонро ба инобат гирифта, усули ҳисобкунӣ ва муайянкунии иқтидори энергетикӣ онҳо, дараҷаи самараноки истифодаи ин иқтидор тавассути сохтмони НБОХ ва саҳми онҳо дар рушди гидроэнергетикаи мамлакат, интиҳоб шудааст.

**Истифодаи натиҷаҳои таҳқиқот** бо он асоснок гардидааст, ки имконияти истифодаи усулҳои пешниҳодшудаи ҳисобкунии иқтидори энергетикӣ дарёҳои хурд, каналҳои ирригатсионӣ ва обрӯҳои гуногуни ҳудуди ҷумҳурӣ, ҳамчун далели имконияти воқеии истифодабарии мунтазами тамоми сол идомаёбандаи НБОХ ва миниНБО, ки дар обрӯҳои хурд бунёд шудаанд, таъмин карда шудааст. Инчунин, баррасии комплексӣ ва асосноккунии иқтисодии вариантҳои ратсионалии рушди энергетикаи хурди ҷумҳуриро дар асоси истифодабарии самараноки иқтидорҳои дарёҳои хурд ва каналҳои ирригатсионӣ, ки барои ҳалли проблемаи хеле муҳими кам кардани ҳаҷми истеъмоли сӯзишвории органикӣ дар ноҳияҳои дурдаст ва кӯҳии ҷумҳурӣ мусоидат менамояд, пешниҳод гардидааст.

**Дараҷаи истифодабарӣ:** бо ёрии ҳисобкунӣ ва амсиласозии математикӣ, имконияти воқеии истифодабарии потенциали энергетикӣ обрӯҳои начандон калон, аз ҷумла дарёҳои хурд дар ҳудуди ҷумҳурӣ, тасдиқ гардидааст, ки бо асосноккунии ҳулосаҳои ба дастомада дар Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон, инчунин дар корхонаҳои соҳаи обу энергетикаи вилояти Хатлон истифода гардидаанд.

**Соҳаи татбиқшаванда:** дар фаъолияти хоҷагидорӣ зерсохторҳои мувофиқи Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон ва дар раванди таълим дар муассисаҳои таҳсилоти олии, аз ҷумла Донишкадаи энергетикӣ Тоҷикистон.

## SUMMARY

**dissertation of Alizoda Ahmadjon Abdukodir “Hydrological characteristics of small rivers in the development of hydropower (on the example of the Khatlon region of Tajikistan)”, submitted for the academic degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 25.00.27-Terrestrial hydrology, water resources, hydrochemistry**

**Key words:** hydropower, hydropower potential, transboundary, large and small rivers, hydrology, energy potential of small rivers, hydropower equipment.

**Object of study:** the emergence and formation of river water flow basins, including small rivers, as well as irrigation canals and artificial reservoirs, their regulation in favor of hydropower, including small hydropower.

**The purpose** of the study is to identify the main patterns of the process of formation, movement and transformation of the material and energy components of water flows, including small rivers, as well as reservoirs and irrigation canals, and their impact on the development of hydropower in the Republic of Tajikistan.

**Research methods.** In the process of solving the proposed problems, comparative geographical, mathematical, analytical and summative methods were used. The research materials are based on the results of real observation and analysis of the activities of enterprises in the energy and water sector of the Khatlon region.

Achieved results and their novelty: development of a new method for analyzing the characteristics of the origin, formation of transformation of the material and energy components of water flows, including small rivers, their influence and role in changing the nature and development of hydropower, including small hydropower, studying the efficiency of using the energy potential of watercourses, including small rivers, as well as reservoirs and irrigation canals of the republic, with the development of mathematical models for regulating the flow of small rivers in Tajikistan, a methodology was chosen for calculating and determining their energy potential, the level of efficiency of using this potential through the construction of NBOH and their contribution to the development of the country's hydropower sector.

**The use of the research results** is justified by the fact that it provides the possibility of using the proposed methods for calculating the hydropower potential of small rivers, irrigation canals, artificial reservoirs and various watercourses of the territory of the republic, as a fact of the real possibility of regular annual use of small hydroelectric power stations and mini-hydroelectric power stations that are built on small watercourses. In addition, a comprehensive consideration and economic justification of rational options for the development of small hydropower in the republic is proposed based on the effective use of the potential of small rivers to solve a very important issue - reducing the volume of use of fossil fuels in remote mountainous areas of the republic.

**Degree of use:** with the help of calculations and mathematical modeling, the real possibility of using the energy potential of small watercourses, including small rivers on the territory of the republic, has been established, which, based on the well-founded conclusions obtained, is used in the educational process of the Institute of Energy of Tajikistan, as well as in the economic activities of water and energy enterprises sector of Khatlon region.

**Industry of implementation:** in the economic activities of other relevant structures of the Ministry of Energy and Water Problems of the Republic of Tajikistan and in the educational process of the Institute of Energy of Tajikistan and other institutions of higher professional education.