ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

Бо ҳуқуқи дастнавис

ВБД 681.3+004:51+62



Абдуллозода Нарзулло Исҳоқ

ПЕШГӮЙӢ НАМУДАНИ ҲОДИСАҲОИ ЭКСТРЕМАЛИИ ГИДРОЛОГӢ ВА ИНТИХОБИ УСУЛҲОИ СОҲИЛМУСТАҲКАМКУНӢ БО ИСТИФОДА АЗ МОДЕЛҲОИ МАТЕМАТИКӢ

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 1.2. Илмҳои компютерӣ ва информатика (1.2.8. Моделсозии математикӣ, методҳои ададӣ ва комплекси барномаҳо)

Душанбе – 2026

Диссертатсия дар Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ:	**Нуров Исҳокбой Ҷумаевич**, доктори илмҳои физикаю математика, профессори кафедраи технологияҳои иттилоотӣ ва иртиботии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон
Муқарризони расмӣ:	**Гулаҳмадзода Аминҷон Абдуҷаббор**, доктори илмҳои техникӣ, директори Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон
	Ҳалимов Илҳом Исломович, номзади илмҳои физикаю математика, иҷрокунандаи вазифаи дотсенти кафедраи барномасозӣ ва низомҳои зеҳнии Донишкадаи технологияҳои рақамӣ ва зеҳни сунъии Донишгоҳи байналмилалии сайёҳӣ ва соҳибкории Тоҷикистон
Муассисаи пешбар:	Институти геология, сохтмони ба заминҷунбӣ тобовар ва сейсмологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Ҳимоя санаи 3-юми декабри соли 2026, соати 13:00 дар ҷаласаи шурои диссертатсионии 6D.KOA-105 назди Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, ки дар суроғаи: 734025, шаҳри Душанбе, кӯчаи Буни-Ҳисорак, корпуси 17, аудиторияи 203 ҷойгир аст, баргузор мешавад.

E-mail: rohatullo1956@mail.ru;рақами телефони котиби илмӣ +992981097033.

Бо диссертатсия ва автореферати он тавассути сомонаи *http://www. tnu.tj* ва дар китобхонаи илмии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон шинос шудан мумкин аст.

Автореферат фиристода шудааст «_____» «____» соли 2026.

Котиби илмии шурои диссертатсионии 6D.KOA-105,

номзади илмҳои физикаю математика, дотсент Садуллоев Р.И.

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Мубрамияти мавзуи таҳқиқотӣ пеш аз ҳама бо Барномаҳои давлатии корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (31-уми майи соли 2018 таҳти №285, 29-уми апрели соли 2023 таҳти №186) қабул гардида, бевосита алоқамандӣ дорад. «Бояд қайд кард, ки маҳз Тоҷикистон бо пешниҳодҳои ҷолибу пуразиши худ дар ҷаҳон ҳамчун ташаббускору пешоҳанги равандҳои саросарии марбут ба масъалаи об шинохта шудааст. Бо ташаббуси Тоҷикистон аз ҷониби Созмони Милали Муттаҳид чандин қатънома, аз ҷумла соли 2003 ҳамчун «Соли байналмилалии оби тоза», солҳои 2005-2015 - Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои ҳаёт», соли 2013 - «Соли байналмилалии ҳамкорӣ дар соҳаи об», солҳои 2018-2028 - Даҳсолаи байналмилалии «Об барои рушди устувор», соли 2025 - «Соли байналмилалии ҳифзи пиряхҳо»» [10] қабул гардидааст ва тибқи Фармони Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 15 июни соли 2026 Ҷоизаи байналмилалии Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи об таъсис дода шуд. Ин ҳама бо ибтикороти Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ-Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон иртибот мегиранд.

Қабули қатъномаҳо аз ҷониби созмони бонуфузи ҷаҳонӣ далели пазируфта шудани ташаббусҳои Тоҷикистон дар сатҳи ҷомеаи ҷаҳонӣ, бахусус ибтикороти созандаи Президенти кишвар муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон мебошад.

«Хосатан таъсиси Ҷоизаи байналмилалии Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соҳаи об мавқеи Тоҷикистонро ҳамчун кишвари калидӣ дар ҳалли масъалаҳои об дар сатҳи ҷаҳонӣ боз ҳам тақвият мебахшад»[10].

Ҳамзамон бо ин, таваҷҷуҳи муҳаққиқон ва ниҳодҳои илмиву таҳқиқотии соҳавиро ҷиҳати таҳкими омӯзиши масъалаҳои марбут ба об бештар гардонида, раванди мубодилаи технологияҳо ва ҷалби сармоягузориро барои ҳифзи пиряхҳо ва дастрасӣ ба оби тоза тақвият мебахшад.

Масъалаи об бевосита масъалаи беҳдошти вазъи иқтисодии ҷумҳурӣ ва таъмини бехатарии ҳаёти инсон мебошад. Ҳамасола тибқи маълумотҳои оморӣ дар натиҷаи боришоти зиёд дар ноҳияҳои гуногуни ҷумҳурӣ сел омада талафоти иқтисодии зиёд ва ҳатто ҷонӣ ба назар мерасад. Аз ин рӯ, дар асоси барномаҳои давлатии корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (31-уми майи соли 2018 таҳти №285, 29-уми апрели соли 2023 таҳти №186), масъалаҳои пешгӯӣ намудани масрафи оби дарё, сатҳи баландии об ва масъалаҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар ҷумҳурӣ, мубрам будани мавзуи таҳқиқотиро собит месозад [1-М - 12-М].

Дараҷаи таҳқиқи мавзуи илмӣ. Ҳангоми таҳқиқи адабиёти соҳавӣ ва татбиқи санҷишҳои компютерӣ аз маълумотҳои «Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025 (аз 30 декабри соли 2015, № 791)»[10], аз маълумотҳои китоби М.Абрамовиц «дастури функсияҳои махсус бо формулаҳо, графикҳо ва ҷадвалҳои риёзӣ»[1], аз китоби Н. Шерматов «асосҳои таҳлили регрессионӣ»[21] аз натиҷаҳои таҳқиқотии Х.М. Ахмедов оид ба «эрозияи хок дар Тоҷикистон ва роҳҳои пешгирии он»[7], Ф.С. Комилиён оид ба «мушкилоти амсиласозии математикӣ ва компютерии экоситемаҳои махзанҳои обӣ дар Тоҷикистон ва арзёбии динамикаи захираҳои биологии онҳо»[13], Е.В. Гайдукова «пешгӯиҳои гидрологӣ»[12], С.Т. Алтунин оид ба «идоракунии маҷрои дарё ва ҳифзи соҳил аз шусташавӣ»[3;4], К.Ф. Артамонов «иншоот ва корҳои танзими дарёҳо дар минтақаҳои доманакӯҳӣ»[6] ва аз натиҷаҳои дар ин самт бадастовардаи худ, ки ба «масъалаҳои истифодаи моделҳои математикӣ ва пешгӯикунандаи сатҳи оби дарё ва устувории садд

дар дарёҳои Кофарниҳон, Қизилсу ва Панҷ»[3-М - 7-М; 9-М - 10-М], «алгоритми автоматикунонии корҳои мустаҳкамкунии соҳил дар сарбандҳои дарёи Қизилсу дар ноҳияи Восеъ ва таҳлили ададии сарбанди соҳилмуҳофизатӣ дар соҳили чапи дарёи Кофарниҳон дар ноҳияи Қабодиён»[1-М - 2-М; 8-М; 11-М - 12-М] рабт доранд, васеъ истифода бурдем.

«Об яке аз захираҳои муҳими табиӣ мебошад, ки мавҷудияти экосистемаҳо, рушди иқтисодиёт ва фаъолияти ҳаёти аҳолиро таъмин мекунад. Дар шароити тағйирёбии иқлими муосир, афзоиши таъсири инсон ба муҳити зист ва зиёд шудани ҳодисаҳои табиии шадид масъалаи назорат ва пешгӯии сатҳи оби дарёҳо аҳамияти махсус пайдо мекунад»[10]. Ба масъалаҳои захираҳои обии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва мушкилоти истифодаи онҳо таваҷҷуҳи олимони зиёди ҷумҳурӣ ҷалб карда шудаанд, аз ҷумла ин масъалаҳо дар корҳои М.А. Сатторов «дар бораи обёрӣ ва паҳншавии теппаҳои оби зеризаминӣ дар қабатҳои обдори аз лиҳози амудӣ каме нояксон»[18], О.К. Комилов оид ба «танзими нақшавӣ ва баландии дарёҳои кӯҳӣ»[14], Я.Э. Пулатов оид ба «идоракунии комплексии захираҳои обии Тоҷикистон»[17], Ф.С. Комилиён оид ба «мушкилоти амсиласозии математикӣ ва компютерии экоситемаҳои махзанҳои обӣ дар Тоҷикистон ва арзёбии динамикаи захираҳои биологии онҳо»[13], Ф.С. Наботов оид ба «таъсис ва рушди низоми идоракунии об ва азхудкунии заминҳои нав дар минтақаи Кӯлоби вилояти Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон (солҳои 1920-1980)»[16] ва дигарон мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст.

Масъалаи дигар, ки диққати муҳаққиқонро ба худ ҷалб намудааст ин пешгӯии сатҳи оби дарёҳо мебошад. Доир ба масъалаи мазкур олимони зиёд корҳои арзишмандро иҷро намудаанд. Аз ҷумла корҳои муҳаққиқони ҳинд K. Malakar «татбиқи усули тақсимоти Гумбел барои таҳлили басомади обхезӣ дар ҳавзаи Гангаи Поён, Ҳиндустон»[22], F. Onen «пешгӯии омили басомади сел барои тақсимоти Гумбел бо истифода аз регрессия ва модели GEP»[23], корҳои муҳаққиқони рус С. Курбанов оид ба «асосҳои назариявӣ ва масъалаҳои экологии танзими маҷрои дарёву каналҳо ва сохтмони иншооти идоракунии захираҳои обӣ дар ҷануби Россия»[15], Е.Ф. Чебанова «пешгӯии деформатсияи маҷрои дарё ҳангоми татбиқи чорабиниҳои муҳофизат аз обхезӣ»[19], муҳаққиқи тоҷик С.С. Шарофиддинов оид ба «пешгӯии гидрологӣ бо истифода аз модели ModSnow дар ҳавзаи дарёи Яхсу»[20] ва дигарон ба ин мавзуъ бахшида шудааст.

Қайд намудан бо маврид аст, ки усулҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дарёҳои кӯҳӣ ба масъалаи мубрами рӯз мубаддал шудааст. Ба ин корҳои илмии классикон С.Т. Алтунин оид ба «идоракунии маҷрои дарё ва ҳифзи соҳил аз шусташавӣ»[3;4], В.С. Алтунин «пӯшишҳои муҳофизатӣ барои каналҳои обёрӣ»[5], И.Е. Алперин «мустаҳкамкунии соҳилҳои каналҳои киштигард, дарёҳо ва обанборҳо»[2], К.Ф. Артамонов «иншоот ва корҳои танзими дарёҳо дар минтақаҳои доманакӯҳӣ»[6], М.И. Бальзанников «таъмини ҳифзи минтақаҳои шаҳрӣ аз обхезиҳо ва роҳҳои ҳалли инноватсионӣ барои иншооти гидротехникӣ дар озмунҳои лоиҳаҳои хатм»[8;9], Ю.Б. Виноградов «моделсозии математикӣ дар гидрология»[11] ва дигаронро мисол овардан мумкин аст. Дар Тоҷикистон низ чунин таҳқиқотҳо мавқеи марказиро ишғол менамоянд. Бомаврид аст, гӯем ки оиди устувории гидрологӣ ба мисли пешгӯӣ намудани сатҳи оби дарё ва соҳилмустаҳкамкунии онҳо барномаҳои давлатӣ «Барномаҳои давлатии корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон (31-уми майи соли 2018 таҳти №285, 29-уми апрели соли 2023 таҳти №186)» қабул карда шудаанд.

«Нишон дода шудааст, ки дар Тоҷикистон дар корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ усули тахтабетонӣ бисёртар истифода карда мешаванд. Ҳодисаҳои солҳои 2020-2021 дар

шаҳри Кӯлоб хисороти ҷониву молӣ ба амал овард. Дар солҳои охир ин гуна ҳодисаҳо бисёр шудаанд. Барои пешгирӣ намудани ин хатарҳои табиӣ инсон бояд омода бошад»[14].

Чи тавре, ки маълум аст, Тоҷикистон ватани кӯҳсор буда, аз он бисёр дарёҳо сарчашма мегиранд. Ба ин мисол шуда метавонанд: Панҷ, Кофарниҳон, Зарафшон, Сирдарё, Вахш, Ёхсу, Бартанг ва ғайра. Маълум аст, ки имрӯз инсон кӯшиш менамояд, ки манбаҳои обиро ба манфиати худ истифода барад. Яъне, дар мадди аввал, обанборҳо сохта аз онҳо барқ ҳосил намояд. Аз дигар тараф, ин манбаҳо барои обёрӣ намудани заминҳои кишоварзӣ низ истифода мешаванд.

Бисёре аз давлатҳои ҳамсоя имрӯз ба истифодаи захираҳои обии кишвари мо ниёз доранд. Яъне, захираҳои обӣ ба сиёсати иқтисодии кишвар ва рушди устувории минтақа таъсиррасон мебошанд. Дар замони Шуравӣ неругоҳи барқии обии Норак дар солҳои 1961-1979-ум сохта шуда буд. Неругоҳи мазкур то ҳол ба иқтисодиёти кишвар хизматрасон мебошад. Ба ғайр аз неругоҳи барқии Норак нерӯгоҳҳои Қайроққум, Сангтуда, Бойғозӣ ва ғайра имрӯз фаъолият намуда истодаанд. Азбаски дарёҳои кӯҳӣ хосияти мавсимӣ доранд, дар фасли гармо ҳаҷми об зиёд шуда, дар фасли сармо кам мешавад. Суръати баландии об дар ин дарёҳо сабаби вайроншавии геосистемаҳо гардида, шусташавии соҳилҳо дар баъзе минтақаҳо сурат мегирад. Ин гуна ҳодисаҳо хеле зиёд рух медиҳанд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо ва ё мавзуъҳои илмӣ. Кори диссертатсионӣ дар доираи нақшаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии Институти илмӣ-таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон дар доираи лоиҳаи фармоишии буҷети Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯйи мавзуҳои зерин: «Моделсозии компютерии ҳодисаҳои бифуркатсионӣ ва циклҳои ҳудудӣ дар системаҳои динамикии ғайри суфта» (рақами ба қайдгирии давлатиаш №0117TJ00807) ва «Таҳқиқи сифатӣ ва компютерии муодилаҳои дифференсиалии ғайрихаттии аз параметрҳо вобаста» (рақами ба қайдгирии давлатиаш №0126TJ01727) иҷро гардидааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Пешгӯӣ намудани сатҳи максималии оби дарёҳо, масрафи максималӣ, интихоби усули соҳилмустаҳкамкунӣ ва ҳудкорсозии ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ, сохтани буриши кундалангии минтақа дар асоси истифодаи амсилаҳои математикӣ ва компютерӣ мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот. Мувофиқи мақсади гузошташудаи таҳқиқот масъалаҳои зерин мушаххас карда шудаанд:

- Интихоби минтақаҳои ноустувори гидрологӣ, ки ба соҳилмустаҳкамкунӣ ниёз доранд;
- Пешгӯии сатҳи оби дарё ва ҳисоби гидравликии он дар экосистема;
- Сохтани бурриши кундалангии экосистема (минтақа) ва таъмини устуворӣ он;
- Таҳлили қиёсии маълумотҳои оморӣ ва маълумотҳои пешгӯишуда бо усули Гумбел;
- Тартиб додани комплекси нави барномаҳо, ки барои ҳудкорсозӣ ва пешгӯии сатҳи об мусоидат менамояд.

Объекти таҳқиқот. Таҳлили амсилаҳои математикии пешгӯикунандаи сатҳи баландии оби дарё ва соҳилмустаҳкамкунӣ дар мисоли дарёи Панҷ (деҳаи Хирманҷо), дарёи Қизилсу (ноҳияи Восеъ) ва дарёи Кофарниҳон (минтақаи Қубодиён) ба шумор мераванд.

Мавзуи таҳқиқот. Худкорсозии ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунии дарёҳои Панҷ, Қизилсу ва Кофарниҳон дар асоси пешгӯӣ намудани сатҳи об дар минтақаи номбаршуда ба шумор меравад.

Навгонии илмии таҳқиқот. Дар рисолаи диссертатсионӣ натиҷаҳои асосии зерин ба даст оварда шудаанд:

- Истифодаи амсилаҳои математикӣ дар пешгӯӣ намудани сатҳи оби дарё;
- Ҳисоби гидравликии оби дарё пешниҳод (ҳисоб) карда шуда, бурриши кундалангии экосистема (минтақа) сохта шуд;
- Комплекси нави барномаҳо, ки барои пешгӯӣ намудани сатҳи баландтарини об, масрафи максималӣ ва ҳисоб кардани масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ мусоидат менамояд, тартиб дода шудаанд.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда. Нуктаҳои зерин ба ҳимоя пешниҳод карда мешаванд:

- Дар асоси маълумотҳои оморӣ ва амсилаҳои математикӣ сатҳи оби дарё дар фосилаи вақти муайян ҳисоб карда шуд;
- Гидравликаи оби дарёи минтақа ҳисоб карда шуда, бурриши кундалангии минтақаи ноустувор сохта шудааст;
- Бори аввал, таҳия, асоснок ва пешниҳод карда шуд комплекси нави барномаҳо барои худкорсозии ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ, ки дар асоси қимати ҳисобкардашудаи сатҳи баландтарини оби дарё бо истифода аз тақсимоти Гумбел ҳисоб ва пешгӯӣ шудааст, таҳия гардидааст.

Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии таҳқиқот. Аҳамияти назариявии таҳқиқот дар истифода ва асосноккунии модели Гумбел, ки бо истифода аз маълумотҳои оморӣ барои пешгӯӣ намудани сатҳи баландтарини оби дарё истифода гардидааст, ифода меёбад. Натиҷаҳои бадастомада имконият медиҳанд, ки сатҳи максималии оби дарё барои солҳои оянд пешгӯӣ карда шуда, дар асоси он масрафи масолеҳи сохтмонӣ барои корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ ҳисоб карда шавад. Пешгӯии дуруст ва бо мавқеъи сатҳи об барои ҳимояи инфрасохтор, муҳофизати аҳолӣ ва идоракунии захираҳои обӣ мусоидат мекунад. Бо такя ба ин модел меъёрҳои муҳандисӣ барои сохтмони садд, пулҳо ва дигар иншоотҳои гидротехникӣ асоснок карда мешаванд.

Аҳамияти илмию амалии кор аз он иборат аст, ки натиҷаҳои назариявӣ бо формулаҳои ҳисобӣ ва алгоритмҳои сохташуда барои дар амалия татбиқ намудан имконият медиҳад. Дар асоси натиҷаҳои ба даст омада дар забони барномасозии C# муҷтамаи барномаҳо сохта шудаанд, ки дар асоси сатҳи пешгӯикардашудаи оби дарё ва вобаста аз усули соҳилмустаҳкунӣ масрафи масолеҳи сохтмонӣ ҳисоб карда мешавад.

Усулҳо ва алгоритмҳои таҳиякардашуда метавонанд дар тамоми дарёҳои ҷумҳурӣ, ки ниёз ба соҳилмустаҳкамнамоӣ доранд ва ё сатҳи обро мехоҳанд барои солҳои оянда пешгӯӣ намоянд, истифода гарданд.

Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия бо асосноккунии қатъии математикӣ, бо истифода аз усулҳои Гумбел ва регрессияи хаттӣ таъмин карда мешавад. Илова бар ин, дурустӣ ва самаранокии усулҳои ададии пешниҳодшуда тавассути муқоисаи маълумотҳои оморӣ бо маълумотҳои пешгӯикардашуда ва татбиқи онҳо бо як силсила озмоишҳои компютерӣ дар асоси муҷтамаи барномаҳои сохташуда тасдиқ шудаанд. Яъне пешгӯии сатҳи баландии об ва масрафи масолеҳи корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ бо саҳеҳияти кифоя баланд муайян шудааст. Истифодаи ин усулҳо эътимоднокии натиҷаҳоро барои пешгӯии сатҳи баландтарини оби дарёҳои ҷумҳурӣ бо мақсади анҷом додани корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ кафолат медиҳад.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ. Мундариҷаи таҳқиқоти диссертатсия ба бандҳои 3, 4, 5 ва 11-и шиносномаи ихтисоси илмӣ барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 1.2.8. Моделсозии математикӣ, методҳои ададӣ ва комплекси барномаҳо, мувофиқат мекунад:

- банди 3. Коркард ва асосоноккунии усулҳо ва қоидаҳои мутобиқшавии амсилаҳои компютерӣ, истифодаи самараноки онҳо ҳангоми пешгӯиҳои таҳаввулоти объектҳо, системаҳо, равандҳо ва падидаҳо;

- банди 4. Коркард, асосноккунӣ ва санҷиши методҳои ҳисобкунӣ бо истифодаи технологияҳои муосири компютерӣ;

- банди 5. Амалисозии методҳои самараноки ададӣ ва алгоритмҳо дар намуди маҷмааҳои ба ҳалли проблема равоншудаи барномаҳо барои роҳандозии таҷрибаи ҳисобкунӣ;

- банди 11. Таҳқиқоти назариявӣ, амалӣ ва таҷрибавӣ оид ба офаридан, санҷиш ва истифодаи амсилаҳои математикӣ барои ҳалли масъалаҳои мубрами лоиҳасозии ҳудкоршуда, банақшагирӣ ва идоракунӣ.

Саҳми шахсии довталаби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот. Масъалаи диссертатсия ва усулҳои ҳалли он аз ҷониби роҳбари илмӣ пешниҳод шудааст. Натиҷаҳои асосии дар диссертатсия ба даст омада ба муаллиф тааллуқ доранд. Дар он мақолаҳое, ки бо роҳбари илмӣ ҳаммуаллиф мебошад, танҳо масъалагузорӣ ба роҳбари илмӣ вобаста мебошад. Инчунин, барномаҳои компютерӣ, аз ҷумла сохтани алгоритмҳои усулҳои пешгӯӣ намудани масрафи об ва сатҳи об бо усули Гумбел, регрессияи хаттӣ, ҳисоби масрафи масолеҳи сохтмонӣ ва нақшаҳои сохташудаи буришҳои кундалангии объектҳои дар доираи кори диссерататсионӣ истифода гардида, шахсан аз ҷониби довталаб таҳия шудаанд [11-М, 12-М].

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии диссертатсия дар семинарҳо ва конференсияҳои зерин муҳокима гардидаанд: конференсияи байналмилалии илмӣ-техникӣ (Вологда, 2021); Конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Комплексный анализ и его приложения» бахшида ба «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф», 75–солагии корманди шоистаи Тоҷикистон, узви вобастаи АМИТ, доктори илмҳои физикаю-математика, профессор И.Қ. Қурбонов ва 70-солагии доктори илмҳои физикаю-математика, профессор Ҷ.С. Сафаров (ш.Бохтар, 2022); конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ дар мавзуи «Татбиқи технологияҳои иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ дар саноатикунонии кишвар» (Душанбе, 2022); international conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” (China, 2025).

Интишорот аз рӯйи мавзуи диссертатсия. Аз рӯйи мавзуи диссертатсионӣ 12 мақола нашр шудаанд [1-М - 12-М]. Аз онҳо 6 мақолаи илмӣ дар нашрияҳои аз тарафи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшуда ва 6 фишурдамақола дар маводҳои конфронсҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ нашр гардидаанд. Илова бар ин, ду шаҳодатномаи ҳифзи ҳуқуқи муаллиф дар ин мавзуъ пешниҳод карда шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз бахшҳои «Муқаддима», «Тавсифи умумии таҳқиқот», се боб бо зербобҳо, бахши «Хулосаҳо», «Натиҷаҳои асосии илмии диссертатсия», «Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо», «Адабиёт» ва «Феҳристи интишороти илмии довталаби дарёфти дараҷаи илмӣ» иборат аст. Руйхати адабиёт 145 номгӯй ва феҳристи интишороти илмии довталаби дараҷаи илмӣ 12 номгӯйро дарбар мегирад. Муҳтавои диссертатсия дар 152 саҳифа дарҷ

гардидааст. Рақамгузории расму ҷадвалҳо дар диссертатсия вобаста аз боб ва зербобҳо сурат гирифтааст.

МУҲТАВОИ МУХТАСАРИ ДИССЕРТАТСИЯ

Муқаддимаи диссертатсия ба масъалаҳои муҳиме, ки дар кори диссертатсионӣ баррасӣ мешаванд, бахшида шуда, дараҷаи таҳқиқоти илмии масъалаи мавриди омӯзиш нишон дода мешавад ва тавсифи умумии кор оварда мешавад.

Боби якум (зербобҳои 1.1-1.4)-и диссертатсия ба таҳлили адабиёти мавҷуда оид ба мавзӯи кори диссертатсионӣ бахшида шуда, таҳқиқоти назариявию методологӣ, таҳлили мушкилоти мавҷуда ва натиҷаҳои ба дастомада, инчунин масъалаҳои ҳанӯз ҳалнашудаи мавзуи диссертатсия оварда мешаванд.

Дар **боби дуюм** (зербобҳои 2.1-2.6) натиҷаҳои диссертатсия оиди назарияи арзишҳои экстремалӣ, оиди пайдоиши масъалаи Гумбел ва муайян намудани сарҳадҳои қиматҳои он, исботи математикии хатои миёнаи квадратии сатҳҳои гидрологии ҳисобшуда, ҳисоб кардани моментҳои дақиқ (миёнаи математикӣ ва дисперсия) барои тақсимоти Гумбел, таҳлили эмпирикӣ ва санҷиши омории маълумот ва усулҳои баҳодиҳии параметрҳои тақсимоти гумбел ва таҳлили муоқисавии онҳо оварда шудаанд.

Натиҷаҳои асосии ин боб дар корҳои зерин нашр шудаанд: «модели математикии устувории соҳилмустаҳкамкунӣи дарёи Кофарниҳони ноҳияи Қубодиён» [3-М], «модели математикӣ барои пешгӯии хусусиятҳои шадиди гидрологӣ дар асоси таҳлили регрессионӣ ва назарияи тақсимоти шартии логарифмӣ-муқаррарӣ» [5-М], «пешгӯӣ намудани сатҳи оби дарёи Панҷ дар асоси маълумотҳои оморӣ бо истифода аз моделҳои математикӣ ва мошинӣ» [6-М] ва «модели математикии худкорсозии корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар ҷануби Тоҷикистон» [9-М] ва [12-М].

Дар зербоби 2.1. тасдиқотҳои асосии назарияи арзишҳои экстремалӣ оварда шудааст.

Теоремаи Фишер-Типпет-Гнеденко [1]. «Агар чунин константаҳои стандартикунонӣ $a_n > 0$, b_n мавҷуд бошанд, ки тақсимоти максимуми стандартикунонидашуди $\frac{M_n - b_n}{a_n}$ба тақсимоти ҳудудӣ мувофиқат кунад, пас ин тақсимоти ҳудудӣ ба яке аз се намуд тааллуқ дорад»[1]:

- «Тақсимоти Гумбел (намуди I) - барои тақсимотҳо бо нишонаҳои экспоненсиалӣ (нормалӣ, экспоненсиалӣ, логнормалӣ).
- Тақсимоти Фреше (намуди II)- барои нишонаҳои вазнин (қонунҳои дараҷавӣ).
- Тақсимоти Вейбулл (намуди III) - барои тақсимотҳои бо маҳдудияти болоии сарҳад»[1].

Одатан соҳилмустаҳкамкунӣ аз донистани нуқтаи баландтарини сатҳи об, ки дар натиҷаи мушоҳидаҳо ба даст оварда шудаанд вобаста аст. Ин мушоҳидаҳо метавонанд 1 сола, 10 сола, 20 сола ва ё 50 сола бошанд. Масалан, агар мо хоҳем саддеро дар соли 2026 мустаҳкам намоем, бояд маълумотҳои омории солҳои пешинаро донем. Аз байни тамоми маълумотҳо, сатҳи аз ҳама баландтарини оби минтақаи мустаҳкамшаванда интихоб мегардад. Ба ғайр аз ин, муҳандисон барои мустаҳкам намудани садд ба нуқтаи максималии сатҳи об 0,5 метр изофа менамоянд. Гуфтан бо маврид аст, ки мо ба усулҳое ниёз дорем, ки дар асоси маълумотҳои оморӣ сатҳи баландии обро на барои 1 сол, балки барои 20 сол, 50 сол ва ё аз ин ҳам зиёд пешгӯӣ намояд. Аз ин рӯ дар доираи ин кор усули Гумбелро дида мебароем.

Модели математикии пешгӯикунандаи ҳодисаҳои экстремалӣ, ки онро тақсимоти Гумбелӣ меноманд дар умум чунин намуд дорад:

$$Q_T = \mu - \beta \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right), \qquad (2.1.1)$$

ки дар ин ҷо

- T-даври пешгӯӣ намоӣ;
- $\beta = \frac{S\sqrt{6}}{\pi}$ -параметри муайянкунандаи мавҷӣ об;
- $\mu = \overline{x} - \gamma\beta$-сатҳи миёнаи об;
- γ- доимии Эйлер Маскеронӣ буда қиматаш ба 0,5772 баробар аст.
- $\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, $\overline{x}$ -қимати миёнаи сатҳи об, ё масрафи об, n-миқдори сол, x_i-сатҳи баландии об ё масрафи об дар соли муайян;
- $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$ - барои баҳодиҳии қимати β истифода бурда мешавад.

Даври такрорёбии ин гуна ҳодисаҳо чунин ифода меёбад: $T = \frac{1}{(1-F(x))}$, ки дар ин ҷо $F(x) = exp\left(-exp\left(-\frac{x-\mu}{\beta}\right)\right)$.

Соҳаи қиматҳои $F(x)$ ин интервали $(0,1)$ ба шумор меравад. Дар навбати худ зичии тақсимот чунин ишора мешавад:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} \cdot exp\left(-\frac{x-\mu}{\beta} exp\left(-\frac{x-\mu}{\beta}\right)\right). \qquad (2.1.3)$$

Формулаи (2.1.3) эҳтимолияти руй додани сатҳи баландтарини об, масрафи максималии об ва ё ҳарорати баландтарини ҳаворо дар як сол муайян менамояд.

Дар зербоби 2.2 оиди муайян намудани саҳеҳии қиматҳои оморӣ ва пешгӯишаванда ва дар зербобҳои 2.3-2.4 оиди функсияи саҳеҳии тақсимоти максимум ва исботи математикии хатои миёнаи квадратии сатҳҳои гидрологии ҳисобшуда сухан меравад.

Дар зербоби 2.5 бошад, таҳлили эмпирикӣ ва санҷиши омории маълумотҳо оварда шудааст.

Қатори вақтии сатҳҳои максималии солонаи оби дидбонгоҳи Хирманҷои дарёи Панҷ дар солҳои 1970-1990 мавриди таҳлил қарор дорад (ниг. ба ҷадвали 2.5.1):

Ҷадвали 2.5.1. - Сатҳи баландии оби дарёи Панҷ (деҳаи Хирманҷо)

Сол	$H см$	Сол	$H см$
1970	536	1981	616
1971	624	1982	628
1972	645	1983	671
1973	708	1984	608
1974	604	1985	536
1975	764	1986	554
1976	526	1987	600
1977	650	1988	633
1978	635	1989	723
1979	531	1990	604
1980	601		

Манбаъ: маълумоти омории дидбонгоҳи дарёи Панҷ дар деҳаи Хирманҷо; коркарди муаллиф

Барои таҳлил қатори сатҳи максималии солонаи об (H, см.) дар давраи 21-солаи мушоҳидаҳо истифода шудааст. Дар гидрология чунин ҳаҷми интихоб барои ҳисобҳои пешакии муҳандисӣ намояндагӣ мекунад, аммо он назорати қатъии мавҷудияти аномалияҳои омориро талаб мекунад. Таҳлили визуалии графики хронологӣ набудани тамоюли хаттии мушаххасро нишон медиҳад, ки имкон медиҳад режими гидрологии дарёро дар доираи давраи мавриди назар статсионарӣ ҳисоб кунад.

Барои сохтани модели назариявии Гумбел лаҳзаҳои тақсимотро муайян кардан лозим аст. Ҳисобкунӣ бо усули лаҳзаҳо иҷро шудааст.

Ҷадвали 2.5.2. - Нишондиҳандаҳои асосии оморӣ

Параметр	Формулаи ҳисоббарорӣ	Натиҷа
Миёнаи арифметикӣ ($\overline{H}$)	$\sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{n}$	618,91
Дисперсия (S^2)	$\sum_{i=1}^{n} \frac{(H_i - \overline{H})^2}{(n-1)}$	4016,09
Тағйирёбии миёнаи квадратӣ **(σ)**	$\sqrt{S^2}$	63,37
Коэф. вариатсия (C_v)	$\frac{\sigma}{\overline{H}}$	0,098

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф дар асоси маълумоти ҷадвали 2.5.1.

Арзиши C_v =0,098 аз тағйирёбии пасти сатҳҳои ҳадди аксар шаҳодат медиҳад. Ин барои дарёҳои дорои намуди хокӣ ё омехта бо бартарии боришоти якхела хос аст.

Эҳтимолияти эмпирикӣ P аз рӯи формулаи Крицкий - Менкел, ки дар амалияи гидрологии ватанӣ ва ФР қабул шудааст, ҳисоб карда шудааст.

Ҷадвали 2.5.3. - Силсилаи рейтингӣ ва эҳтимолияти эмпирикӣ

Сол	Сатҳи об (H)	Фарқият ($H_i - \overline{H}$)	P%
1975	764	145,095	4,55
1989	723	104,095	9,09
1973	708	89,095	13,64
1983	671	52,095	18,18
1977	650	31,095	22,73
1972	645	26,095	27,27
1978	635	16,095	31,82
1988	633	14,095	36,36
1982	628	9,095	40,91
1971	624	5,095	45,45
1981	616	-2,905	50,00
1984	608	-10,905	54,55
1974	604	-14,905	59,09
1990	604	-14,905	63,64
1980	601	-17,905	68,18
1987	600	-18,905	72,73
1986	554	-64,905	77,27
1970	536	-82,905	81,82
1985	536	-82,905	86,36
1979	531	-87,905	90,91
1976	526	-92,905	95,45

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф дар асоси маълумоти ҷадвали 2.5.1.

Бо истифода аз лаҳзаҳои ҳисобшуда ($\overline{H}$ ва $\boldsymbol{\sigma}$) параметрҳои функсияи назариявиро муайян мекунем:

1.Параметри масштаб дар асоси қимати σ чунин ҳисоб карда мешавад:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma \approx 0{,}7797\sigma \approx 0{,}7797 \cdot 63{,}37 \approx 49{,}41.$$

2. Параметри мавқеъ дар асоси қиматҳои $\overline{H}, \gamma, \alpha$:

$$\mu = \overline{H} - \gamma\alpha \approx \overline{H} - 0{,}5772\alpha \approx 618{,}91 - 0{,}5772 \cdot 49{,}41 \approx 590{,}38.$$

Параметри μ аз ҳисоби миёна камтар аст, ки асимметрияи тақсимоти ростро тасдиқ мекунад: ҳадди эҳтимолии солона дар сатҳи 590,38 см гурӯҳбандӣ карда мешавад, дар ҳоле ки обхезиҳои нодири баланд ба ҳисоби миёна то 618,91 см "баланд мешаванд".

Барои арзёбии мувофиқати модели Гумбел дар рисола коэффитсиенти назариявии асимметрияро ($C_{s_{theor}} = 1.14$) бо эмпирикӣ муқоиса кардан лозим аст:

$$C_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{(H_i - \overline{H})^3}{(n-1)\sigma^3} \approx 1.09.$$

Фарқи байни арзишҳои назариявӣ (1.14) ва ҳисобшуда (1.09) камтар аз 5% -ро ташкил медиҳад. Дар асоси қимати миёнаи $\overline{H}$ = 618,90 формулаи ҳисобкунии сатҳи об чунин аст: $H_p = \mu + \alpha y$, ки дар он $y = -ln\left(-ln\left(1 - \frac{P}{100}\right)\right)$ аст, ки танҳо аз таъминоти додашудаи P вобаста аст.

Ҷадвали 2.5.4. - Ҳисоб кардани сатҳҳои эҳтимолияти гуногуни барзиёд

Таъминот P (%)	Даври такроршавӣ T (сол)	Коэффитсиенти y	Сатҳи ҳисобшуда H_p
0,1%	1000	6,907	935
1%	100	4,600	817
3%	33	3,485	760
5%	20	2,970	734
10%	10	2,250	697
50%	2	0,367	601

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф бо истифода аз тақсимоти Гумбел

Дар сурати ҳаҷми ками шумораи мушоҳидаҳои сатҳи баландии об ($n = 21$) арзёбии нуқтаи сатҳӣ метавонад хатогии назаррасро дар бар гирад. Барои кам кардани хавфҳо ҳангоми лоиҳасозии муҳандисӣ фосилаи эътимод ҳисоб карда H_p мешавад.

Усули ҳисобкунии хато. Хатои стандартии квантили E_p барои тақсимоти Гумбел аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$E_p = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\sqrt{1 + 1{,}14\ y + 1{,}1\ y^2}.$$

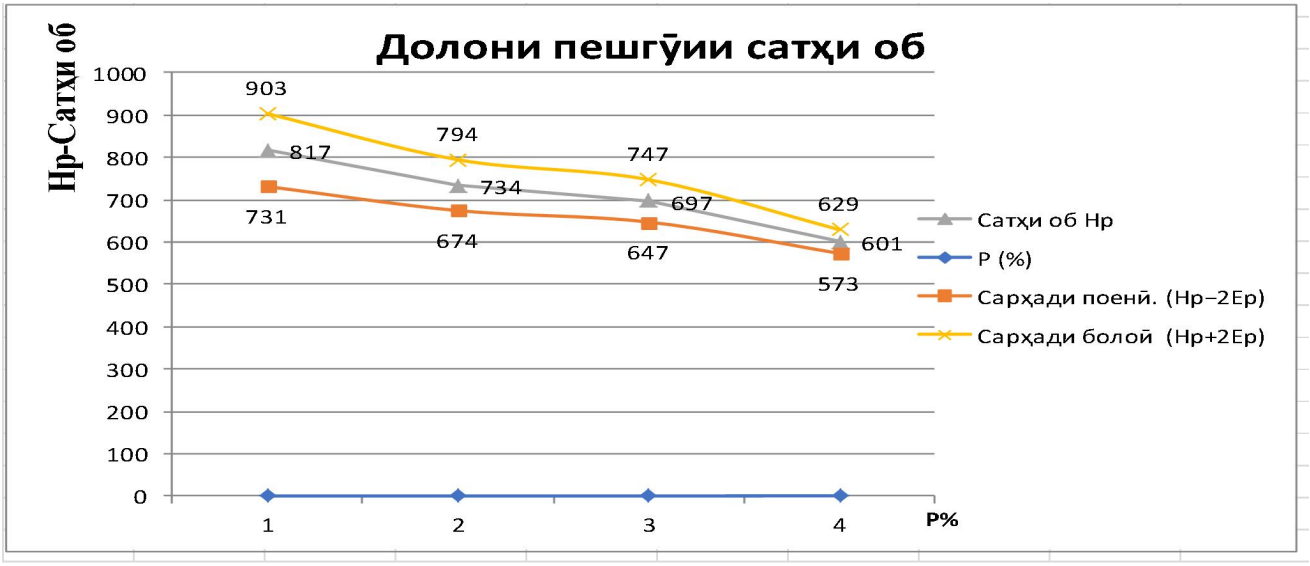
Барои сатҳи эътимоднокии 95% (дар тадқиқоти диссертатсионӣ қабулшуда) сарҳадҳои эътимод ҳамчун $H_p \pm 2E_p$ муайян карда мешаванд.

Ҷадвали 2.5.5. - Параметрҳои "долони амният"

P (%)	**Сатҳи об H_p**	**Хатогӣ E_p**	**Сарҳади болоӣ** $(+2E_p)$	**Сарҳади поенӣ.** $(-2E_p)$
1%	**817**	43,1	**903**	731
5%	**734**	29,8	**794**	674
10%	**697**	24,9	**747**	647
50%	**601**	13,8	**629**	573

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф

Дар асоси қиматҳои параметрҳои ҷадвали 2.5.5 долони пешгӯии сатҳи оби дарёи Панҷи деҳаи Хирманҷоро ба намуди график тасвир менамоем:



Расми 2.6.1. - Сарҳадҳои пешгӯишудаи сатҳи об (*коркарди муаллиф дар асоси натиҷаҳои ҷадвали 2.5.5.***)**

Дар зербоби 2.6 усулҳои баҳодиҳии параметрҳои тақсимоти гумбел ва таҳлили муоқисавии онҳо оварда шудааст.

«Дар масъалаҳои таҳлили ҳодисаҳои экстремалии табиӣ ва техногеннӣ омӯзиши қонуниятҳои оморӣ мавқеи муҳимро ишғол менамоянд. Ба чунин ҳодисаҳо сатҳҳои максималии дарёҳо, боришоти шадид, обхезиҳо ва дигар ҳодисаҳое мисол шуда метавонанд, ки ба муҳити зист таъсир мерасонанд. Барои тавсифи чунин равандҳо усулҳои назарияи қиматҳои экстремалӣ истифода бурда мешаванд»[23]. Ҳадафи мо татбиқи усулҳои математикии пешгӯинамоӣ, хусусан асосҳои назариявии тақсимоти Гумбел, регрессияи хаттӣ барои пешгӯӣ намудани сатҳи баландтарини оби дарёҳо мебошад. Дар ин таҳқиқ мо усулҳои зикршударо барои дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон, хусусан дарёи Панҷ, Кофарниҳон ва Қизилсу татбиқ менамоем. Бояд гуфт, ки усулҳои дар поён овардашударо барои тамоми дарёҳои ҷумҳурӣ татбиқ намудан имконпазир аст.

Тавре дар боло қайд намудем, истифодаи усулҳои номбаркардашуда дар асоси маълумотҳои оморӣ анҷом дода мешаванд. Дар доираи ин кор маҳз ҳамон минтақаҳое гирифта шудаанд, ки дар он ҷо дидбонгоҳҳо пас аз пош хӯрдани Иттифоқи Шӯравӣ барқарор нашудаанд ва ин минтақаҳо зери хатар қарор доранд. Яке аз чунин минтақаҳо ин дарёи Панҷ мебошад.

Маълумоти оморӣ аз дидбонгоҳи дарёи Панҷ, воқеъ дар деҳаи Хирманҷо, гирифта шудааст. (ниг. ба ҷадвали 2.6.1).

Ҷадвали 2.6.1. - Маълумотҳои омории сатҳи баландтарини оби дарёи Панҷ дар дидбонгоҳи деҳаи Хирманҷо

Сол	Сатҳи баландтарини об (бо см)	Масрафи оби дарё
1970	536	2137
1971	624	2710
1972	645	2560
1973	708	2059
1974	604	2327
1975	764	2217
1976	526	2056
1977	650	2044
1978	635	2233

Идомаи ҷадвали 2.6.1.

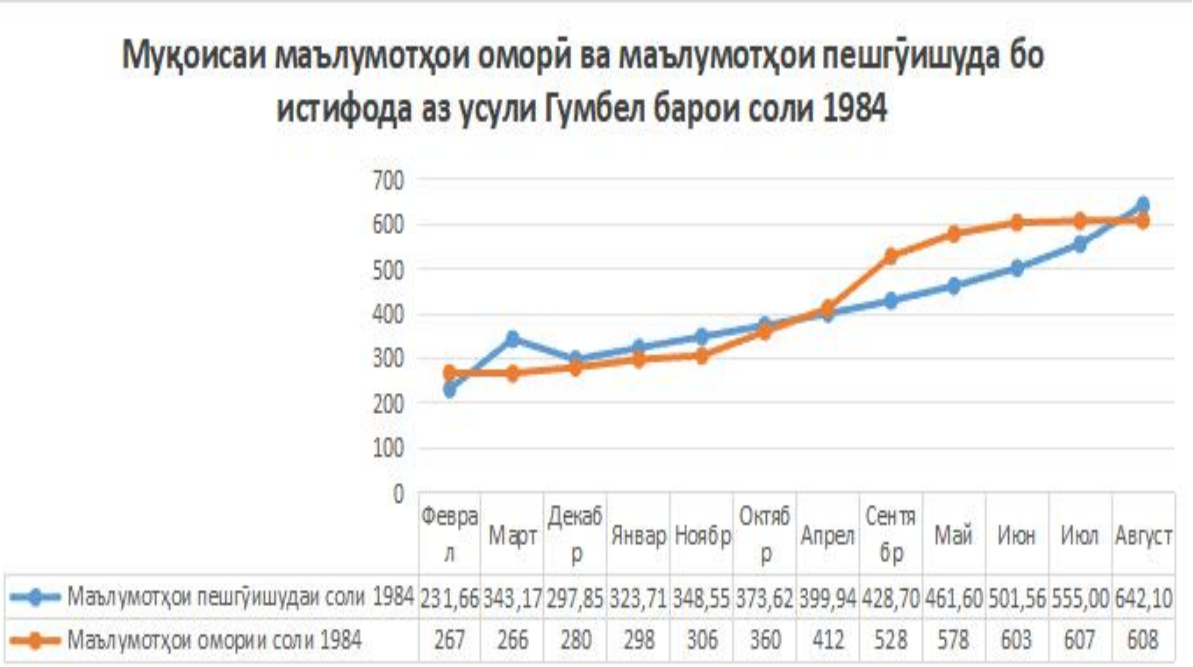
1979	531	2239
1980	601	2137
1981	616	2630
1982	628	2102
1983	671	2034
1984	608	1958
1985	536	2152
1986	554	2035
1987	600	3200
1988	633	2106
1989	723	1991
1990	604	2214

Манбаъ: маълумоти омории дидбонгоҳи дарёи Панҷ дар деҳаи Хирманҷо; коркарди муаллиф

Дар қадами аввал барои санҷиши дурустии модели истифодашаванда мо маълумотҳои омории саҳеҳро, ки дар соли 1983, ки аз дидбонгоҳи дарёи Панҷ (деҳаи Хирманҷо) ба даст оварда шудааст интихоб менамоем ва пешгӯиро барои соли 1984 анҷом медиҳем.

Барои дуруст ҳисоб намудани эҳтимолияти эмпирикӣ мо қимати $F(x)$ -ро бо истифода аз усули Вейбул интихоб менамоем, ки он бо чунин формула ифода карда мешавад: $p_i=\frac{i}{n+1}$, ки дар ин ҷо p_i-эҳтимолияти Вейбул барои нуқтаи i-ум, i-тартиби рақам дар маълумот, n-шумораи умумии маълумотҳо.

Дар қадами мазкур санҷиши гузаронидашударо дар шакли графикӣ пешниҳод менамоем. Дар нақша бо ранги кабуд сатҳи баландии пешгӯӣ шудаи об барои соли 1984 оварда шудааст. Бо ранги сурх бошад графики маълумотҳои оморӣ пешниҳод грдидааст (ниг.ба расми 2.6.2).



Расми 2.6.2. - Муқоисаи маълумотҳои оморӣ ва маълумотҳои пешгӯишуда бо истифода аз усули Гумбел барои соли 1984 (*ҳисоб ва коркарди муаллиф дар асоси маълумоти дидбонгоҳи дарёи Панҷ)*

Аз нақшаи пешниҳодгардида нуқтаи баландтарини сатҳи об ба 6,42 метр баробар аст. Ҷадвали қиматҳои ҳосилшударо меорем:

Ҷадвали 2.6.3. - Ҷадвали қиматҳои оморӣ ва пешгӯишуда дар соли 1984

Моҳҳо	Сатҳи баландтарини об дар соли 1983	Саҳи баландтарини об барои соли 1984 пешгӯи шуда	Сатҳи баландтрини об дар соли 1984	Қимати *p*
Феврал	252	231,6620181	267	0,076923077
Март	257	343,1701755	266	0,153846154
Декабр	258	297,8575695	280	0,230769231
Январ	262	323,7113337	298	0,307692308
Ноябр	282	348,5575462	306	0,384615385
Октябр	335	373,621531	360	0,461538462
Апрел	400	399,9443834	412	0,538461538
Сентябр	512	428,7079279	528	0,615384615
Май	514	461,6014944	578	0,692307692
Июн	570	501,5672107	603	0,769230769
Июл	625	555,0065601	607	0,846153846
Август	671	**642,1066397**	**608**	0,923076923

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф дар асоси маълумоти дидбонгоҳи дарёи Панҷ ва усули Гумбел.

Аз ҷадвали 2.6.3 дида мешавад, ки сатҳи баландтарини об дар соли 1984 ба 6,08 метр мерасад ва сатҳи баландтарини пешгӯишудаи об барои соли 1984 ба 6,42 метр мерасад. Дар масъалаҳои соҳилмустаҳкамкунӣ маҳз сатҳи аз ҳама баландтарини об муҳим аст. Барои муқоиса ва баҳодиҳии наздикии натиҷаҳо аз коррелятсия истифода бурда мешавад. Маълумотҳои мушоҳидашавндаро дар ҷадвали зерин пешниҳод менамоем:

Ҷадвали 2.6.4. - Маълумотҳои оморӣ ва пешгӯишудаи соли 1984. Ҷадвали муқоисавӣ

Феврал	Март	Декабр	Январ	Ноябр	Октябр	Апрел	Сентябр	Май	Июн	Июл	Август
Маълумотҳои омории соли 1984 (Сатҳи баландтарини об барои ҳар як моҳ)											
267	266	280	298	306	360	412	528	578	603	607	608
Маълумотҳои пешгӯишуда бо усули Гумбел соли 1984 (Сатҳи баландтарини об барои ҳар як моҳ											
231,7	343,2	297,9	323,7	348,6	373,6	399,9	428,7	461,6	501,6	555,0	642,1

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф дар асоси маълумоти ҷадвали 2.6.3 ва усули регрессия [21].

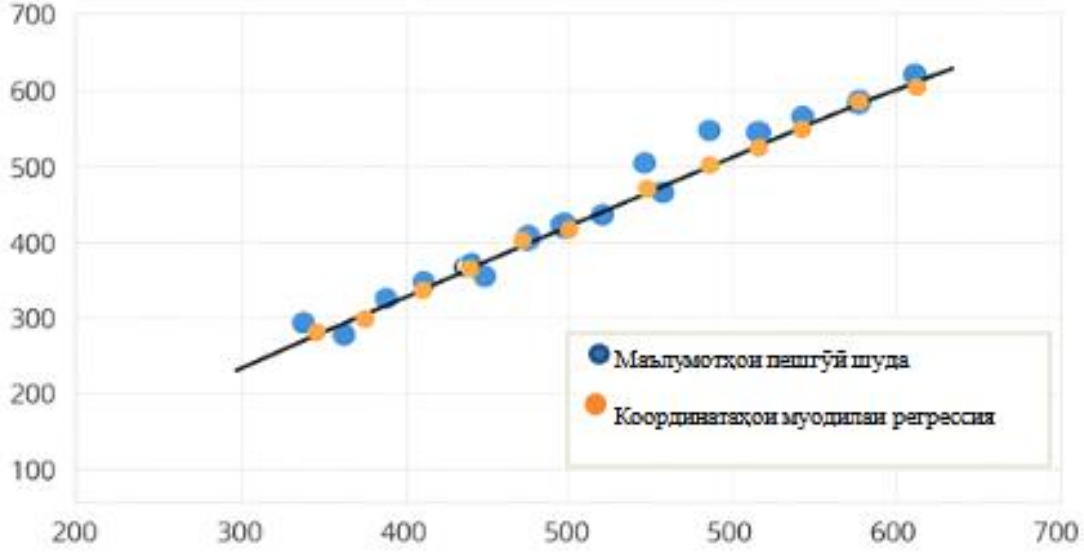
«Барои ёфтани параметрҳои a ва b дар муодилаи (2.6.4) бо усули нуқтаҳои интихобшуда, чи тавре ки дар боло қайд намудем, координатаҳои ду нуқтаи дар ибтидо (моҳи феврал) ва охири (моҳи август) - ҷадвали 2.6.2. овардашуда (267;231,662) ва (608; 642,11)-ро гирифта мегузорем» [21]. Системаи муодилаҳои зеринро ҳосил менамоем:

$$\begin{cases} 267a+b=231,662, \\ 608a+b=642,11. \end{cases}$$

Системаро бо усули гузориш ҳал намуда, параметрҳои a ва b -ро меёбем: a≈1,2037, b≈-89,7396. Дар асоси параметрҳои ёфтшуда муодилаи зеринро ҳосил намудем:

$$y=1{,}2037x-89{,}7396.$$

Барои тасвири графикии ин муодилаи хатти рост ба сифати x қимматҳои пешгӯишуда интихоб мегарданд:



Расми 2.6.3. - Муқоисаи маълумотҳои оморӣ ва маълумотҳои пешгӯишуда бо истифода аз усули Гумбел барои соли 1984 (*ҳисоб ва коркарди муаллиф дар асоси маълумоти ҷадвали 2.6.4.)*

Барои санҷиши саҳеҳии модели истифодагардида аз формулаи навбатӣ истифода менамоем:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2},$$

ки дар ин ҷо $\hat{y}_i$ -қиматҳои пешгӯишуда бо истифода аз муодилаи регрессия y=1,2037x-89,739 , $\bar{y}$ -қимати миёнаи маълумотҳои оморӣ, $\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2$ -хатогии модел, $\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2$-тағйирёбии умумии маълумотҳо, y_i-маълумотҳои оморӣ.

Нисбати R^2 чунин шартҳо мавҷуд аст:

- Агар R^2=1 бошад, он гоҳ натиҷаи модел ба натиҷаҳои воқеӣ якхел мебошанд;
- Агар R^2≤0,5 бошад, он гоҳ натиҷаи модел ба натиҷаҳои воқеӣ мувофиқат наменамоянд;
- Агар R^2>0,5 бошад, он гоҳ натиҷаи модел ба натиҷаҳои воқеӣ наздик мебошанд.

Қиматҳои ҳисобшавандаро мо дар ҷадвали навбатӣ ҳамҷоя намуда пайдо менамоем:

Ҷадвали 2.6.5. - Ҷадвали баҳодиҳии наздикии натиҷаи ҳосилшуда

y_i	$\hat{y}_i$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
252	189,1119712	3954,904165	25440,25
257	323,3343402	4400,244696	23870,25
258	268,7915564	116,4576897	23562,25
262	299,9117324	1437,299452	22350,25
282	329,8191184	2286,668081	16770,25
335	359,9886369	624,4319735	5852,25

Идомаи ҷадвали 2.6.5.

400	391,6734542	69,33136425	132,25
512	426,2961328	7345,152854	10100,25
514	465,8901188	2314,560674	10506,25
570	513,9968515	3136,352644	25122,25
625	578,3217964	2178,854694	45582,25
671	683,1641622	147,9668425	67340,25
$\bar{y}$**=411,5**	$\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2$**=28012,22513**		$\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2$**=276629**

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф

Ҳамин тавр

$$R^2=1-\frac{28012,22513}{276629}=1-0,101263=0,8987.$$

Аз ин ҷо мебарояд, ки R^2=0,8987 аст. Ин маънои онро дорад, ки маълумотҳои тариқи усули Гумбел пешгӯӣ кардашуда ба маълумотҳои омории соли 1984 наздик мебошанд.

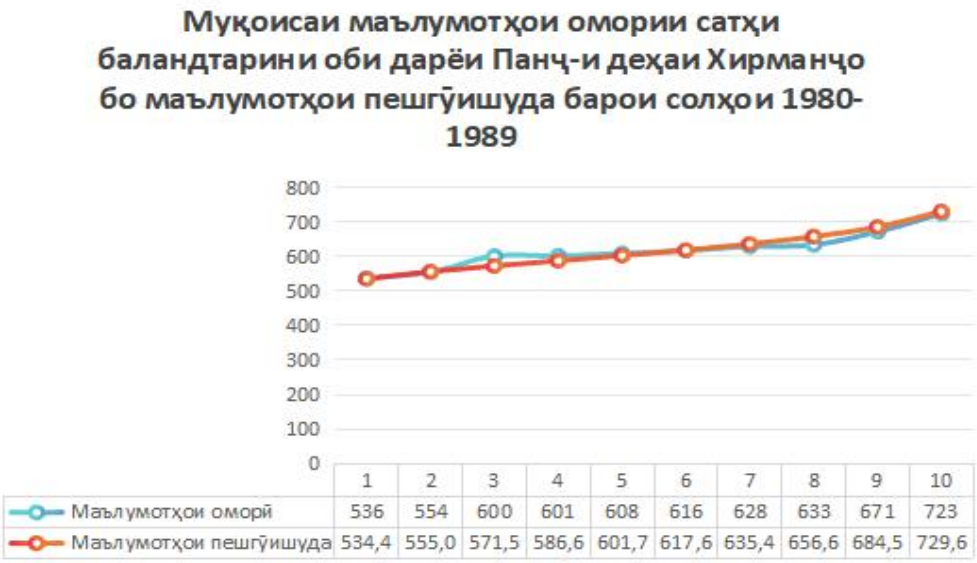
Акнун ин доираи мушоҳидаҳоро васеътар менамоем, яъне пешгӯинамоиро барои 10 сол анҷом медиҳем ва натиҷаҳои ба дастомадаро муқоиса менамоем. Аз ҷадвали 2.6.6 дида мешавад, ки сатҳи баландтарини об аз соли 1970 то соли 1989 ба 7,23 метр баробар аст. Маълумотҳои омории солҳои 1970-1980 -ро ба инобат гирифта бо истифода аз усули Гумбел сатҳи оби дарёро пешгӯӣ намуда наздикии натиҷаро бо маълумотҳои оморӣ муқоиса менамоем (ниг. ба ҷадвали 2.6.6):

Ҷадвали 2.6.6. - Ҷадвали маълумотҳои омории солҳои 1970-1989 ва маълумотҳои пешгӯишудаи солҳои 1980-1989

Сол	Сатҳи баландтарини об (бо см)	Сол	Маълумотҳои воқеӣ	Маълумотҳои пешгӯишуда аз соли 1980-1989
1976	526	1985	536	534,406449
1979	531	1986	554	555,0616184
1970	536	1987	600	571,5049655
1974	604	1980	601	586,6571835
1971	624	1984	608	601,7447833
1978	635	1981	616	617,6656261
1972	645	1982	628	635,4318038
1977	650	1988	633	656,6317278
1973	708	1983	671	684,5904921
1975	764	**1989**	**723**	**729,6653314**

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф дар асоси маълумоти омории дидбонгоҳи Хирманҷои дарёи Панҷ бо усули Гумбел

Мувофиқи пешгӯӣ сатҳи баладии об ба 7,29 метр мерасад (ниг.ба ҷадвали 2.6.6). Дар поён тасвири графикии натиҷаи ҳосилкардашударо меорем (ниг. ба расми 2.6.4)



Расми 2.6.4. -Муқоисаи сатҳи максималии оби дарёи Панҷ дар асоси маълумотҳои оморӣ ва тақсимоти Гумбел (*ҳисоб ва коркарди муаллиф дар асоси ҷадвали 2.6.6.***)**

Аз таҷрибаҳои гузаронидашуда муайян гашт, ки усули Гумбел натиҷаи хубро медиҳад ва барои муайян намудани сатҳи максималии оби дарё истифода бурда мешавад.

Қадами навбатӣ мо мехоҳем маълумотҳои 20-солаи сатҳи баландии обро, ки дар ҷадвали 2.6.1 оварда шудаанд, истифода намуда, сатҳи максималии обро барои солҳои гуногун пешгӯӣ менамоем:

Ҷадвали 2.6.7 .- Натиҷаи пешгӯишудаи сатҳи об барои солҳои 2026-2050

Сол	2026	2027	2029	2034	2040	2050
Сатҳи оби пешгӯикардашуда бо см	819	821	825	834	843	856

Манбаъ: пешгӯӣ ва ҳисобҳои муаллиф бо истифода аз усули Гумбел

Дар **боби сеюм** (зербобҳои 3.1-3.3)-и диссертатсия сухан дар бораи сохтор, имконот ва татбиқи муҷтамаи барномаи дар доираи диссертатсия омодагардида сухан меравад. Барномаи сохташуда имконияти пешгӯӣ намудани сатҳи экстремалии об ва масрафи онро дошта, дар асоси натиҷаи пешгӯикардашуда масрафи масолеҳи сохтмонӣ ва арзиши лоиҳавии садд вобаста аз усули соҳилмустаҳкамкунӣ пешниҳод мегардад. Натиҷаҳои ин боб дар корҳои зерин «алгоритми автоматикунонии корҳои мустаҳкамкунии соҳил дар сарбанди дарёи Қизилсу дар ноҳияи Восеъ» [1-М], «таҳлили ададии сарбанди соҳилмуҳофизатӣ дар соҳили чапи дарёи Кофарниҳон, ноҳияи Қабодиён» [2-М, 8-М], «пешгӯи намудани масрафи масолеҳ дар иншоотҳои соҳилмустаҳкамкунӣ» [10-М] ва «дастаи барномаҳо оиди автоматизатсиякунонии ҳисоби гидравликии иншоотҳои гидротехникӣ ва муайян кардани миқдори масрафи масолеҳ» [11-М] оварда шудаанд.

Барномаи сохташуда аз ду қисм ибоат аст:

1. Пешгӯӣ намудани сатҳи об;
2. Ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ.

Барномаи сохташуда дар муҳити Windows Forms C# сохта шудааст.

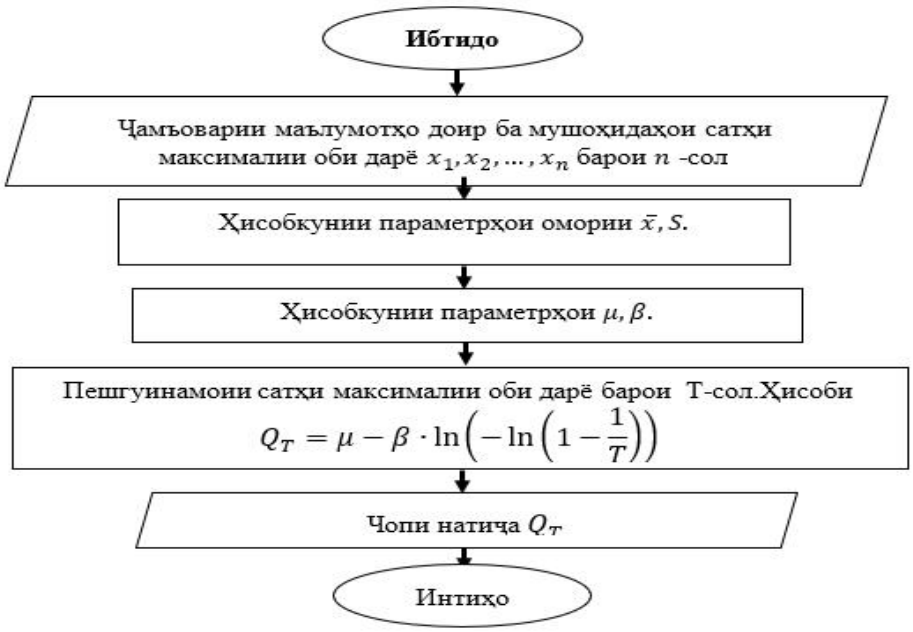
Равзанаи асосии барнома аз панҷ меню иборат аст: менюи асосӣ, маълумотҳои нав, масрафи оби дарё, динамикаи баландии оби дарёҳо ва пешгӯӣ намудани сатҳи

баландии оби дарё. Дар равзанаи асосӣ бошад, фармонҳои асосӣ оиди усулҳои соҳилмустаҳкамкунӣ оварда шудааст (ниг. ба расми 3.1.1):



Расми 3.1.1. - Равзанаи асосии барнома (*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

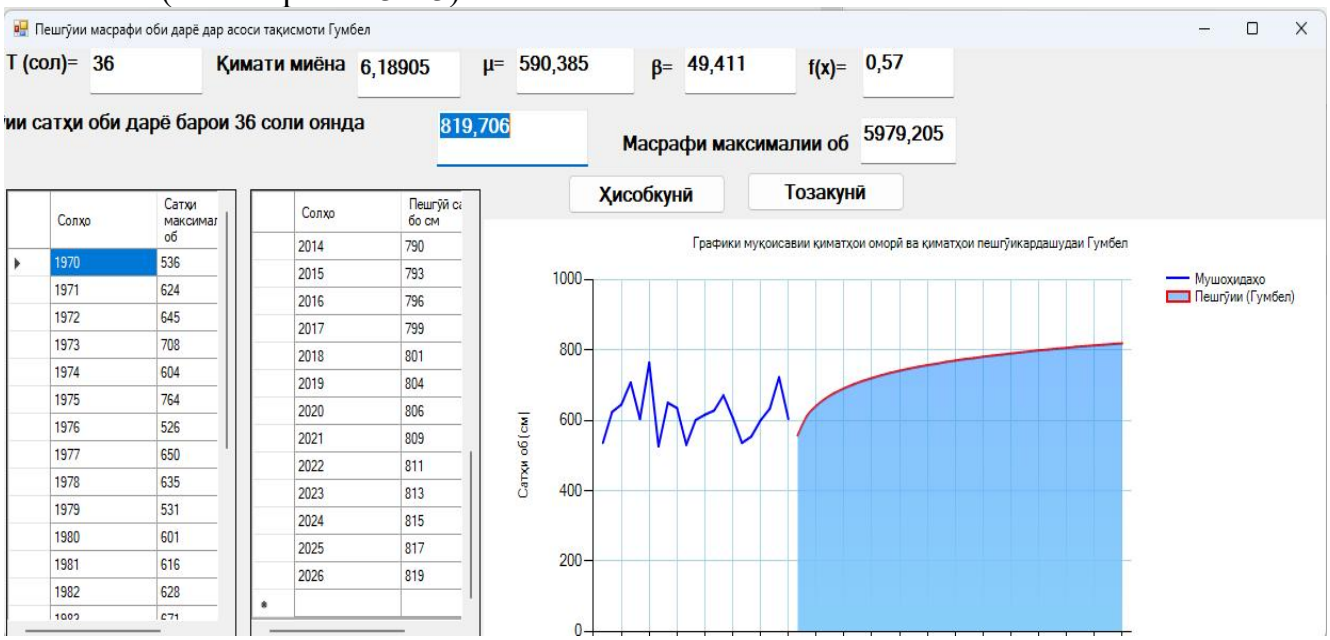
Қисми якуми барнома, ки пешгӯӣ намудани сатҳи об мебошад дар асоси формулаҳои боби 2 ва санҷишҳои гузаронидашудаи асоснок сохта шудааст. Блок-схемаи қисми якуми барнома чунин аст:



Расми 3.1.2. - Блок-схемаи алгоритми пешгӯии сатҳи экстремалии оби дарё бо истифода аз модели Гумбел (*коркарди муаллиф*)

Дар ин қисмати барнома метавонем сатҳи оби дарёро барои вақти муайян пешгӯӣ намуд. Масалан, дар асоси маълумотҳои омории дарёи Панҷ пешгӯиҳои зеринро анҷом медиҳем:

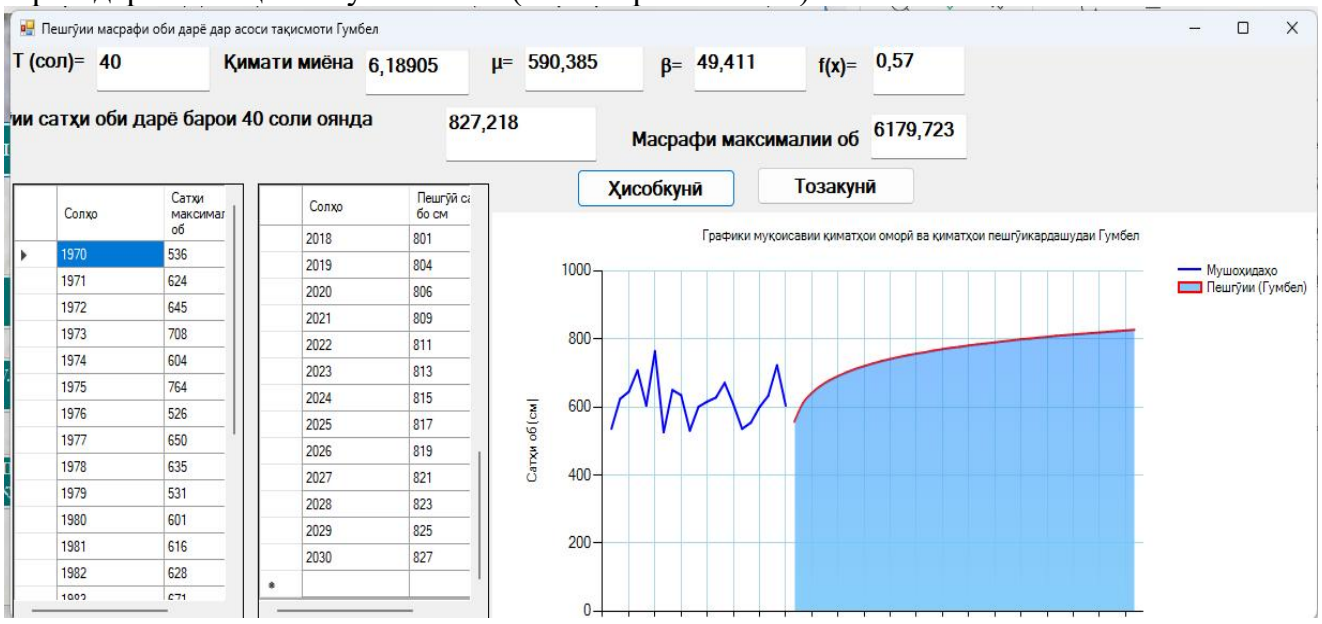
- дар асоси маълумотҳои омории ҷадвали 2.6.1 аз соли 1970 то соли 1990 истифода намуда, сатҳи максималии обро барои соли 2026 барои дарёи Панҷ пешгӯӣ менамоем (ниг. ба расми 3.1.3):



Расми 3.1.3. - Натиҷаи пешгӯии сатҳи оби дарё барои соли 2026 (*натиҷаи ҳисоб бо истифода аз барномаи таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Мувофиқи тақсимоти Гумбел сатҳи максималии дарёи Панҷ дар соли 2026 ба 8,19 метр ва масрафи максималии об ба 5979,205 м3/с мерасад.

- барои 4 соли оянда, масалан то соли 2030 мо мехоҳем сатҳи максималии обро барои дарёи Панҷ пешгӯӣ намоем (ниг. ба расми 3.1.4):

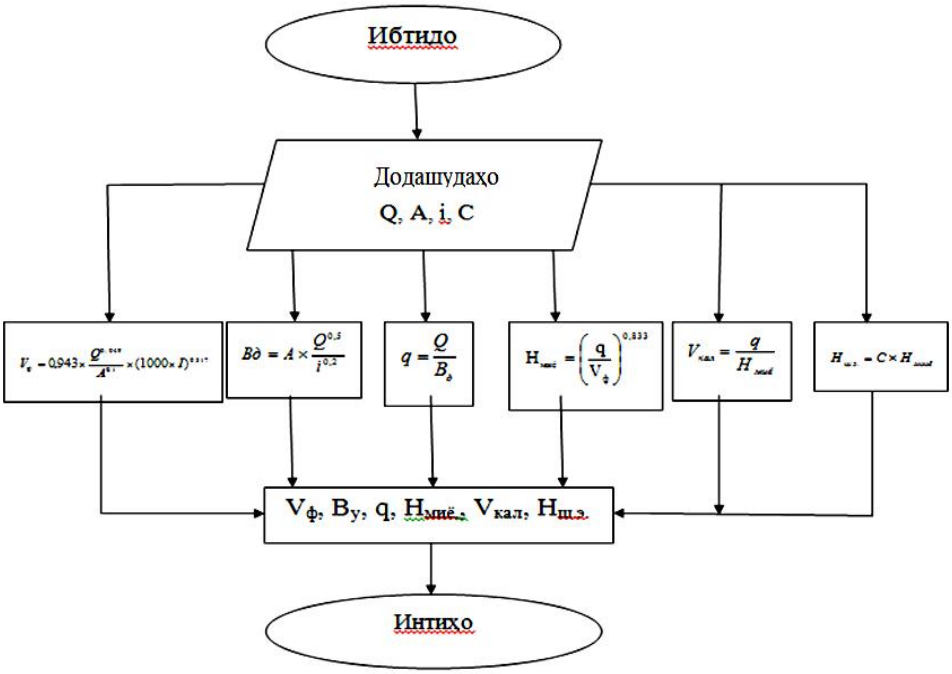


Расми 3.1.4. - Натиҷаи пешгӯии сатҳи оби дарё пас аз 50 сол (1990-2040) (*натиҷаи ҳисоб бо истифода аз барномаи таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Сатҳи максималии дарёи Панҷ пас аз 4 сол (2026-2030) то ба 8,27 метр ва сатҳи максималии масрафи об бошад ба 6179, 723 м3/с мерасад.

Қисми дуюми барнома ин ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ ном дорад. Дар ин қисмат дар асоси натиҷаи пешгӯикардашуда ва интихоби яке аз усулҳои

мустаҳкамкунии садд масрафи масолеҳи мустаҳкамкунии садд ва арзиши умумии хароҷоти он ҳисоб карда мешавад. Ин қисмати барнома дар асоси блок-схемаи зерин сохта шудааст:



Расми 3.1.5. - Блок-схемаи ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ (*коркарди муаллиф дар асоси формулаҳои ҳисоби гидравликӣ [4-М])*

Блок-схемаи дар расми 3.1.5 пешниҳод гардида дар асоси формулаҳои асосии ҳисобҳои гидравликии маҷрои дарёҳо, ки дар ҷадвали 3.1.1. оварда шудаанд, пешниҳод гардид.

Ҷадвали 3.1.1. - Формулаҳои ҳисоби гидравликӣ

Номгӯи нишондиҳандаҳои маҷро	Формулаҳои ҳисоб
Суръати маҷроташкилкунанда, м/сон.	$V_\phi = 0{,}817 \times \frac{Q^{0,10}}{A^{0,2}} \times (1000 \times i)^{0,307}$
Паҳногии устувори маҷрои дарё (Гостунского), м	$By = A \ \frac{Q^{0,5}}{i^{0,2}}$
Таъсири об дар 1м /м	$q = \frac{Q}{B_y}$
Баландии миёнаи ҷараёни об, м	$H_{миё.} = \frac{q}{V_\phi}^{0,833}$
Суръати максималии об, м/сон.	$V_{\max} = \frac{q}{H_{миё.}}$
Чуқурии шусташавии эҳтимолӣ, м	$H_{ш.э.} = C \ \ H_{миё.}$

Манбаъ: формулаҳои ҳисоби аз манбаъи [1-М]

Қайд намудан бомаврид аст, ки алгоритми нави ҳисобкунии масрафи масолеҳ барои корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ истифода мешавад. Ба сифати мисол, дарёи Панҷ, Қизилсуи ноҳияи Восеъи вилояти Хатлон гирифта шудааст. То пешниҳоди ин дастаи нави барномаҳо асосан аз калкулятор истифода менамуданд. Ин гуна ҳисобкунӣ аз 10 то

15 рӯз вақтро мегирифт. Ба воситаи барномаи муаллиф бошад, ин амал дар муддати 5-10 дақиқа иҷрои худро меёбад. Бояд қайд намуд, ки ин гуна барномаҳои нав барои пешгӯӣ намудани масраф барои лоиҳакашон ва муҳандисон бисёр зарур мебошанд. Барномаи мазкур аллакай дар ду корхона мавриди истифода қарор дода шудааст: яке корхонаи воҳиди давлатии Институти лоиҳакашии “Тоҷикгиппроводхоз” ва дигаре захираҳои оби минтақаи ҳавзавии дарёи Панҷ.

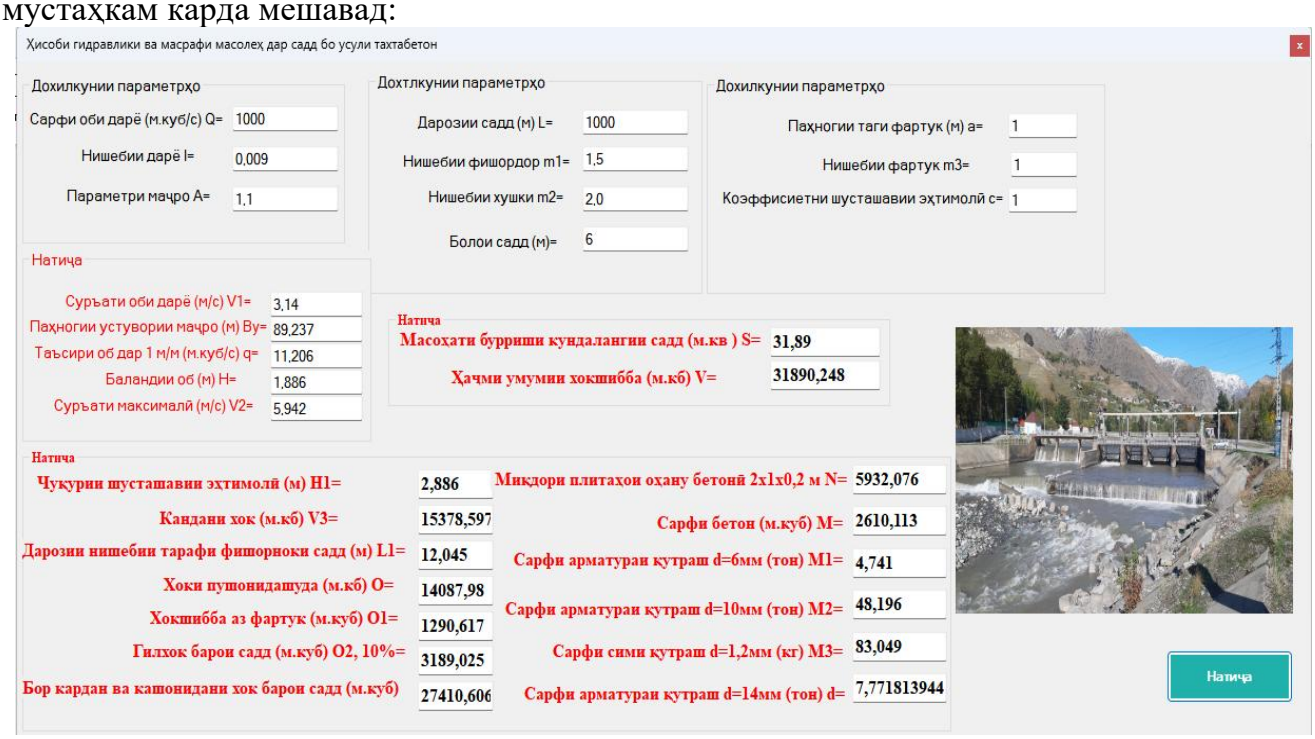
Қисмати дуюми барнома ҳисоби гидравликӣ ва муайян кардани масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкуниро анҷом медиҳад ва он аз функсияҳои зерин иборат аст:

- Садд (дамба) -тахтабетон;
- Садд - симтурсанг;
- Канал;
- Қубур;
- Харҷномаи лоиҳавии садд;
- Харҷномаи лоиҳавии канал;
- Харҷномаи лоиҳавии таҳшингоҳ;
- Харҷномаи лоиҳавии қубури роҳгузар;
- Модели иттератсионии шусташавии эҳтимолӣ.

Тартиби истифодабарии барнома дар ҳамаи қисматҳо монанд мебошад.

Қисмати дуюми барнома ҳисоби гидравликӣ ва муайян кардани масрафи массолеҳҳои иншооти корҳои соҳилмустаҳкамкуниро анҷом медиҳад.

Қисмати садд - тахтабетонро дида мебароем. Дар расми 3.1.6 равзанаи ин қисми барнома пешкаш шудааст. Ин қисмати барнома барои ҳисоби гидравликӣ ва масрафи масолеҳи дар садд буда (дамба) пешбинӣ шудааст. Дар ин усул садд бо тахтабетон мустаҳкам карда мешавад:



Расми 3.1.6. - Равзана барои ҳисоби гидравликӣ ва муайян кардани масрафи масолеҳ
(*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Ин қисмати барнома функсияҳои зеринро иҷро менамояд:

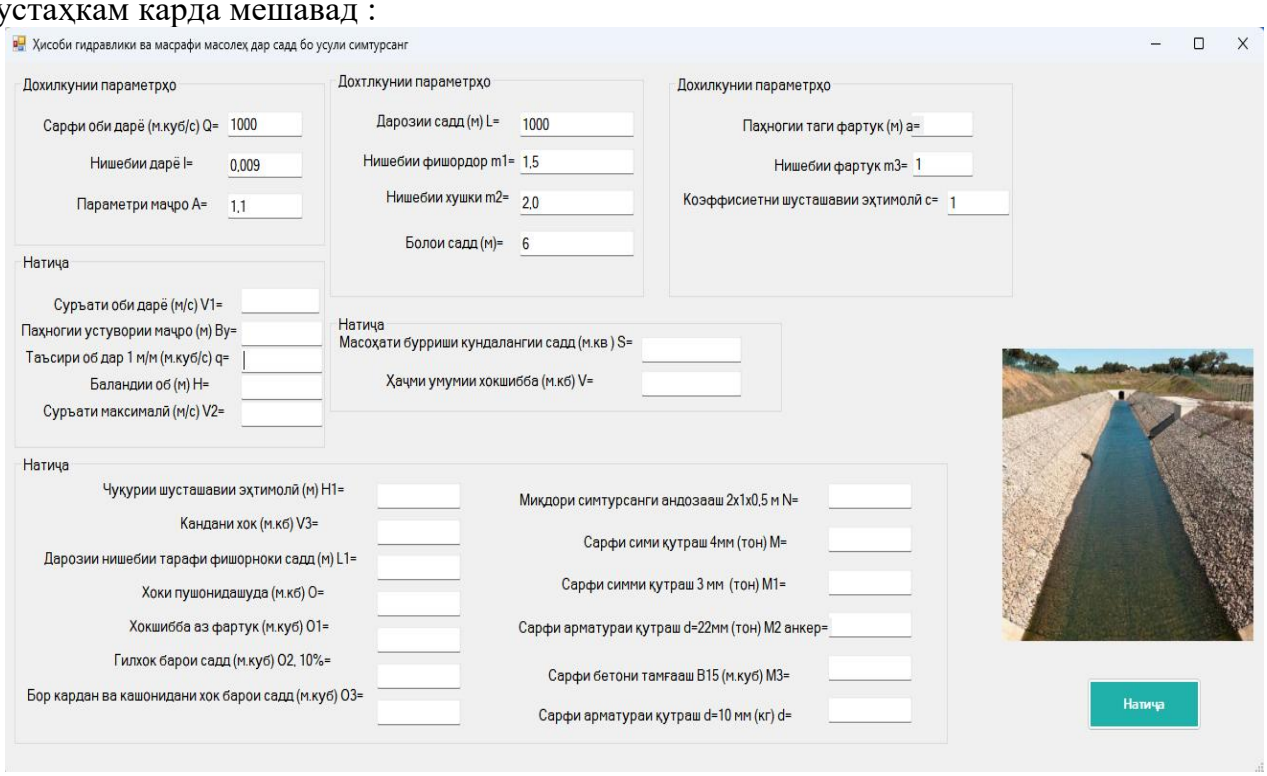
a. Масрафи оби дарё ва суръати онро муайян месозад;
b. Нишебӣ ва паҳноии дарёро муайян месозад;

c. Параметри маҷро ва баландии обро муайян месозад;
d. Масоҳати бурриши кундалангии саддро муайян менамояд;
e. Ҳаҷми умумии хокшибаро ҳисоб мекунад;
f. Ҷуқурии шусташавии эҳтимолиро ҳисоб мекунад;
g. Бор кардан ва кашонидани хокро барои садд ҳисоб мекунад.

Инчунин ин бахши барнома параметрҳои бетон ва арматураро муайян менамояд, аз ҷумла

a. Миқдори плитаҳои оҳану бетонӣ;
b. Сарфи бетон;
c. Сарфи арматураи қутраш d=6мм-ро (тон) ҳисоб мекунад;
d. Сарфи арматураи қутраш d=10мм-ро (тон) ҳисоб мекунад;
e. Сарфи арматураи қутраш d=14мм-ро (тон) ҳисоб мекунад;
f. Сарфи сими қутраш d=1,2 мм-ро (кг) ҳисоб мекунад.

Қисмати садд - симтурсангро дида мебароем. Дар расми 3.1.7 равзанаи ин қисми барнома пешкаш шудааст. Ин қисмати барнома барои ҳисоби гидравликӣ ва масрафи масолеҳи дар садд буда (дамба) пешбинӣ шудааст. Дар ин усул садд бо симтурсанг мустаҳкам карда мешавад :



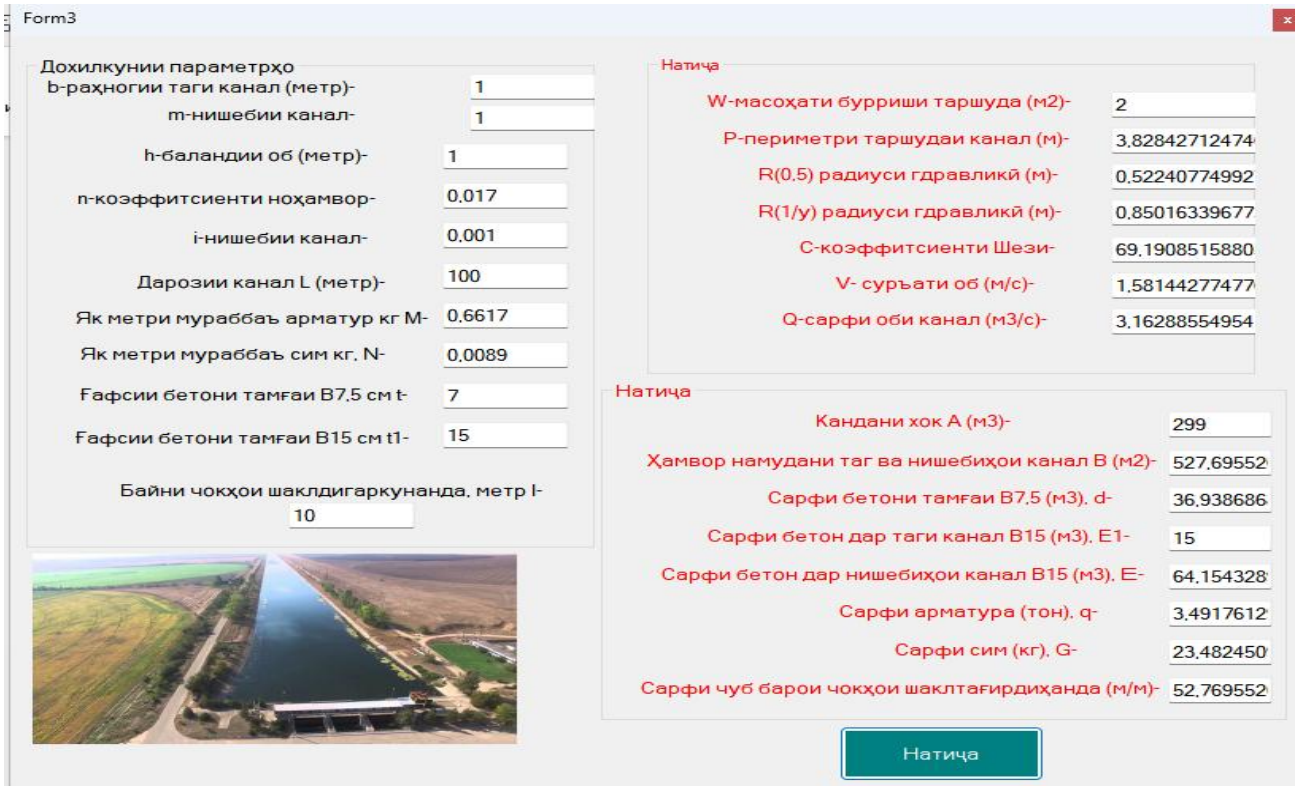
Расми 3.1.7. – Равзана барои ҳисоби гидравликӣ ва муайян кардани масрафи масолеҳ
(*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Ин қисмати барнома функсияҳои зеринро иҷро менамояд:

a. Суръати оби дарё (м/с);
b. Паҳноии устувории маҷро (м);
c. Таъсири об дар 1 м³ (м.кг/с);
d. Баландии об (м);
e. Суръати максималӣ (м/с);
f. Масоҳати бурриши кундалангии садд (м.кв);
g. Ҳаҷми умумии хокшиба (м.кб);
h. Чуқурии шустаншавии эҳтимолӣ (м);

i. Канданӣ хок (м.кб);
j. Дарозии нишебии тарафи финипорнии садд (м);
k. Нисфи пушташуда (м);
l. Хокшиба аз фартук (м.кб);
m. Гилхок барои садд (м.кб);
n. Бор кардани ва каношидани хок барои садд (м.кб);
o. Миқдори симтурсангӣ андозаш 2×1×0,5 м;
p. Сарфи симии қутраш 4 мм (тон);
q. Сарфи симии қутраш 3 мм (тон);
r. Сарфи арматураи қутраш d=22 мм (тон);
s. Сарфи бетони тамғааш В15 (м.кб);
t. Сарфи арматураи қутраш d=10 мм (кг);

Қисмати харҷномаи лоиҳавии каналро дида мебароем. Ин қисмати барнома барои ҳисоби гидравликӣ ва масрафи масолеҳ дар канал пешбинӣ шудааст (ниг. ба расми 3.1.8):

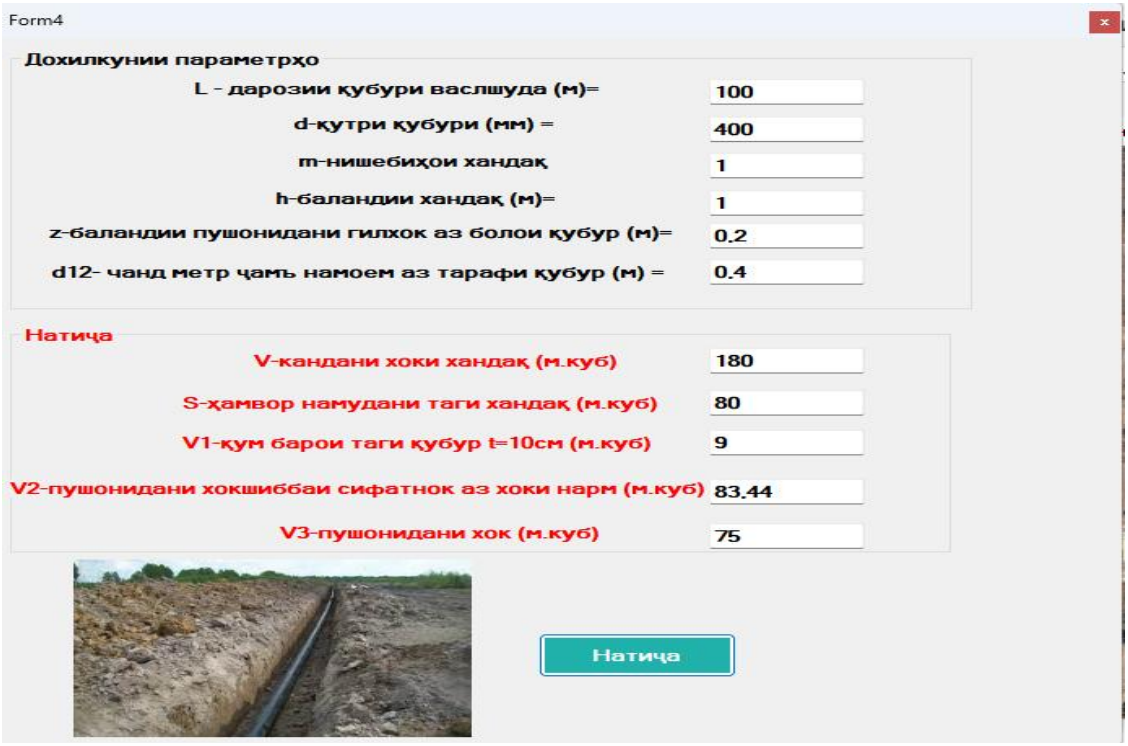


Расми 3.1.8. - Ҳисоби гидравликӣ ва муайян кардани масрафи масолеҳ дар канал
(*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Дар ин қисмат чунин натиҷаҳо гирифта мешаванд:

a. Миқдори кандани хок ҳисоб карда мешавад;
b. Ҳамвор намудани таг ва нишебиҳои канал;
c. Сарфи бетони тамғаи В7,5 (м³) ҳисоб карда мешавад;
d. Сарфи бетон дар таги канал В15 (м³) ҳисоб карда мешавад;
e. Сарфи бетон дар нишебҳои канал В15 (м³) ҳисоб карда мешавад;
f. Сарфи арматура (тон.) ҳисоб карда мешавад;
g. Сарфи сим (кг.) ҳисоб карда мешавад;
h. Сарфи чӯб барои чокҳои шаклгиридашуда (м/м) ҳисоб карда мешавад.

Равзанаи навбатӣ бошад барои ҳисоби корҳои заминӣ ва васл намудани қубур пешбинӣ шудааст (ниг. ба расми 3.1.9.):



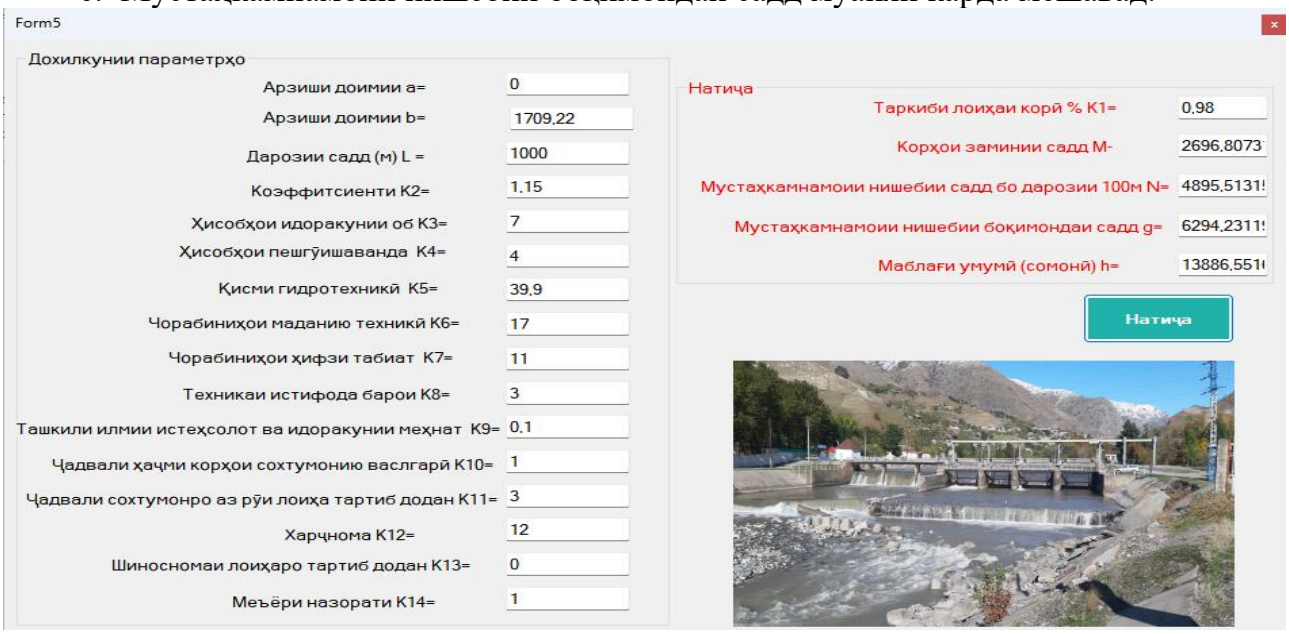
Расми 3.1.9. - Равзанаи ҳисоби корҳои заминӣ ва васл намудани қубур (*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Қисмати дигари барнома барои ҳисоби харҷномаи лоиҳакашӣ дар садд пешбинӣ шудааст (ниг ба расми 3.1.10). Дар ин қисмат чунин натиҷаҳо гирифта мешавад:

a. Маблағи умумӣ (сомонӣ) ҳисоб карда мешавад;

b. Мустаҳкамнамоии нишебии садд барои 100 метр ҳисоб карда мешавад;

c. Мустаҳкамнамоии нишебии боқимондаи садд муайян карда мешавад.



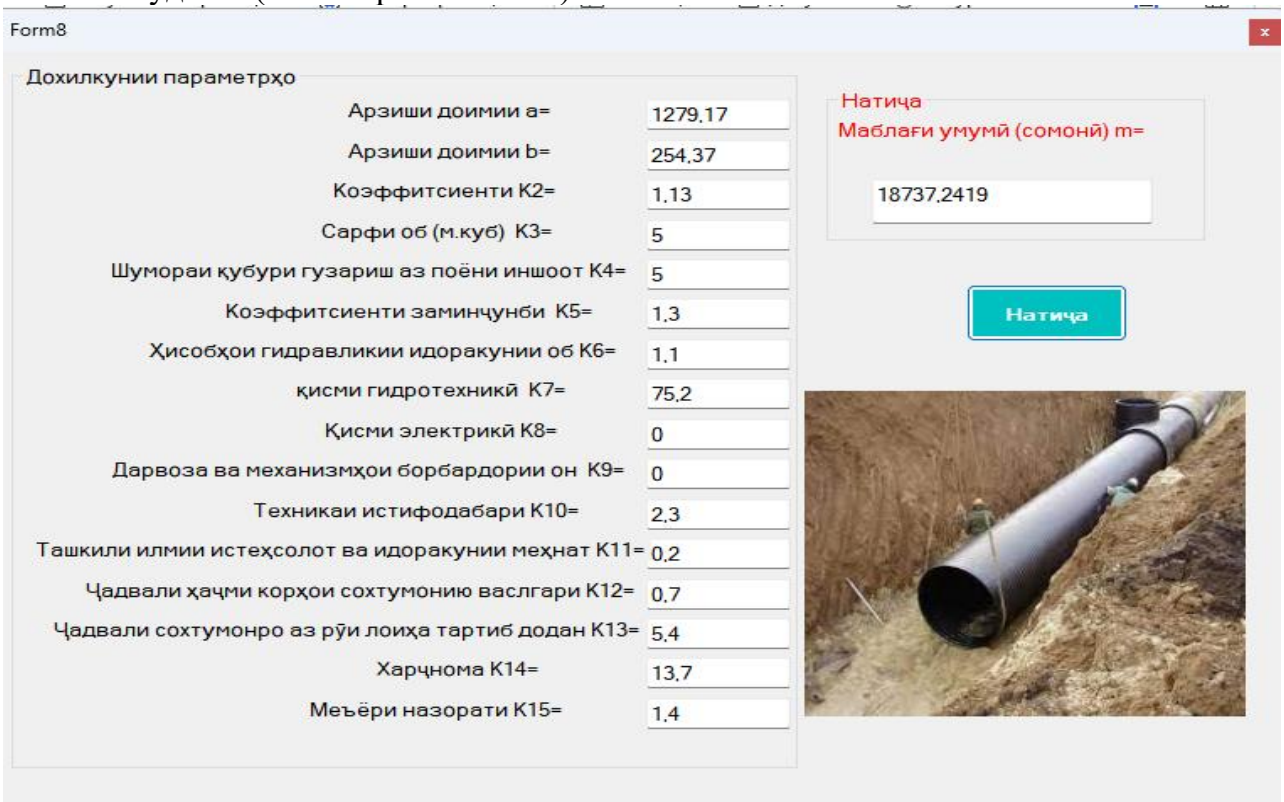
Расми 3.1.10. - Ҳисоби корҳои лоиҳакашӣ барои садд (*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Функсияи дигари барнома барои ҳисоби харҷномаи лоиҳакашӣ дар таҳшингоҳ (отстойник) пешбинӣ шудааст (ниг. ба расми 3.1.11):



Расми 3.1.11. - Равзана барои ҳисоби харҷномаи лоиҳакашӣ дар таҳшингоҳ (*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

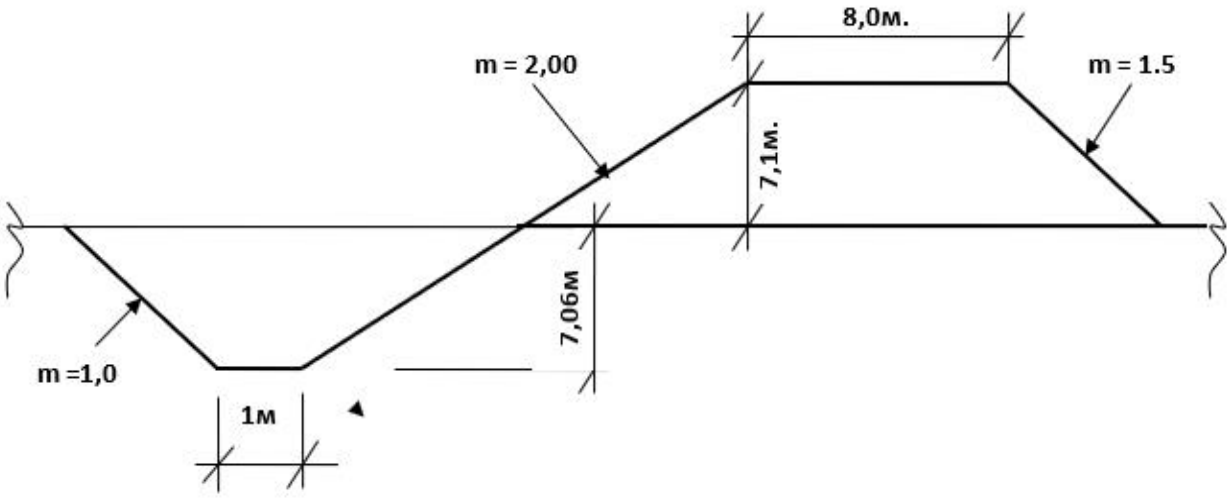
Равзанаи навбатӣ барои ҳисоби харҷномаи лоиҳакашӣ дар қубури роҳгузар пешбинӣ шудааст (ниг. ба расми 3.1.12):



Расми 3.1.12. - Равзана барои ҳисоби харҷномаи лоиҳакашӣ дар қубури роҳгузар (*барномаи компютерии таҳиянамудаи муаллиф [11-М]*)

Дар барнома бевосита имконияти ворид намудани маълумотҳои оморӣ мавҷуд аст.

Дар асоси қиматҳои оморӣ ва пешгӯӣ кардашуда параметрҳои лоиҳавии садд дар дарёи Панҷ (деҳаи Хирманҷо) чунин намудро мегирад:



Расми 3.1.2. - Параметрҳои лоиҳавии садд (*ҳисоб ва коркарди муаллиф бо истифода аз барномаи таҳияшуда [11-М]***)**

Ҳисобҳои гидравликии маҷрои дарё бо ёрии барномаи сохташуда «Дастаи барномаҳо оиди автоматизатсиякунонии ҳисоби гидравликии иншоотҳои гидротехникӣ ва муайян кардани миқдори масрафи масолеҳ» [11-М] ҳисоб карда мешаванд. Барои устувор намудани садди дар боло қайд гардида маводҳои зерин истифода мегарданд (ниг. ба ҷадвали 3.2.2).

Ҷадвали 3.2.2. - Маводҳои истифодашуда

Номгуи намудҳои кор	Воҳ. Чен.	Шумора
Ҳаҷми хок барои канал	$м^3$	130493
Хоки пушонидашуда	$м^3$	126468
Гилхок барои садд	$м^3$	19574
Бор ва кашонидани хок	$м^3$	172142
Плитаҳои оҳану бетонӣ (2*1*0,2м)	дона	19006
Сарфи бетон	$м^3$	8363
А) Арматураи қутраш d=6мм	тон	15,2
Б) Арматураи қутраш d=10мм	тон	154,4
В) Арматури қутраш d=14мм барои ҳалқа	тон	23,6
Сими қутраш d=1,2мм барои бофтан	тон	266,1

Манбаъ: ҳисобҳои муаллиф бо истифода аз барномаи таҳияшуда [11-М].

ХУЛОСА

Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ, ҳалли нави масъалаи ҳамгирои мубрамро вобаста ба пешгӯӣ намудани ҳолатҳои экстремалии оби дарё (сатҳи баландтарини оби дарё, масрафи зиёдтарини оби дарё), ҳисоби масрафи масолеҳи сохтмонӣ, муайян намудани маблағи хароҷоти сарфшуда ва усули мустаҳкамнамоии саддро дар худ таҷассум мекунад. Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда чунин натиҷаҳо ба даст оварда шудааст:

- ✓ барои пешгӯинамоии ҳолатҳои экстремалии оби дарё, ҳисоби масрафи масолеҳи сохтмонӣ ва муайян намудани маблағи сарф мешуда маҷмааи нави барномавӣ дар забони барномасозии C# сохта шудааст [11-М];
- ✓ таҳияи алгоритми худкорсозии масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ дар

дарёҳои Қизилсу ва Кофарниҳон ва роҳҳои ҳалли он дар сарчашмаҳои мавҷудбуда [1-М, 2-М, 4-М, 6-М, 8-М, 11-М];

- ✓ таҳияи алгоритми пешгӯӣ намудани ҳолатҳои экстремалии оби дарёи Панҷ, ва таҳлили масъалаи пешгӯинамоӣ дар сарчашмаҳои мавҷудбуда [6-М, 7-М, 10- М];
- ✓ таҳлили моделҳои пешгӯикунандаи ҳолатҳои экстремалии оби дарё ва истифодаи онҳо [5-М, 12-М];
- ✓ интихоби усули соҳилмустаҳкамнамоӣ ва устувор намудани садди дарёи Кофарниҳон дар асоси барномаи сохташуда [3-М, 9-М, 11-М].

ТАВСИЯҲО ОИД БА ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲО

Натиҷаҳои дар диссертатсия ба дастомада аҳамияти амалӣ доранд. Онҳоро дар пешгӯӣ намудани ҳолатҳои экстремалии об, мисли сатҳи баландтарини об, сатҳи пастарини об, масрафи зиёд ва ё ками об, автоматикунонии ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунии тамоми иншоотҳои гидротехникии ҷумҳурӣ истифода бурдан мумкин мебошад. Ба ғайр аз, ин натиҷаҳоро дар агентии беҳдошти замин истифода кардан имконпазир аст. Дар асоси дастаи нави барномаҳои ба дастомада ба донишҷуён курси махсус хондан мумкин мебошад.

Алгоритмҳои бадастомада имконият медиҳанд, ки захираҳои обии кишвар самаранок истифода карда шаванд. Объектҳое, ки дар онҳо ниёз ба соҳилмустаҳкамкунӣ мавҷуд аст, метавонанд бо истифода аз пешгӯӣ саддҳои устувор сохта шаванд, ки 100-солаҳо хизмат намоянд.

Натиҷаи ба дастовардашуда ҳамчунин метавонад аз ҷониби дигар корхонаву воҳидҳои сохторие, ки бе восита бо об ва сохтмони иншоотҳои гидротехникӣ, аз ҷумла соҳилмустаҳкамнамоии садди дарё ва канал машғуланд, мавриди истифода қарор гирад.

ФЕҲРИСТИ ИНТИШОРОТИ ИЛМИИ ДОВТАЛАБИ ДАРЁФТИ ДАРАҶАИ ИЛМӢ

а) Мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои тақризшавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон чоп шудаанд:

[1-М] *Фатхуллоев Н.И.* Об одном алгоритме автоматизации и берегоукрепительных работ дамб реки Кызылсу Восейского района [Текст]/ Н. И. Фатхуллоев, М.К. Арабов//Вестник Таджикского национального университета.Серия естественных наук.-Душанбе:ТНУ, 2020.-№4.-Стр. 87-93.

[2-М] *Фатхуллоев Н.И.* Численный расчёт берегозащитная дамба на левом берегу реки Кафарниган Кабадианского района [Текст] / Н. И. Фатхуллоев // Вестник Бохтарского государственного университета. Серия естественных наук. -Бохтар: БГУ, 2021. - Стр. 69-74.

[3-М] *Фатхуллоев Н.И.* Модели математикии устувории соҳилмустаҳкамкунӣи дарёи Кофарниҳони ноҳияи Қубодиён [Матн] / Н. И. Фатхуллоев // Паёми ДМТ. Бахши илмҳои табий. 2022. - № 4. - Саҳ. 64-73.

[4-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Истифодаи модели математики ва маълумотҳои геоэкологӣ барои оптимизасиякунонии масрафи корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ (дар мисоли дарёи Қизилсу) [Матн] / Н. И. Фатхуллоев // Журнали илм ва иноватсияи ДМТ. Бахши илмхои геологӣ ва техникӣ 2023. - №1. -Саҳ. 177- 181.

[5-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Математическая модель прогнозирования экстремальных гидрологических характеристик на основе регрессионного анализа и теории условных логнормальных распределений [Текст] / Н.И. Фатхуллоев, И.Дж. Нуров, М.К. Арабов

// Журнали илм ва инноватсияи ДМТ. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ 2026. - №1. - Саҳ. 177- 194.

[6-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Пешгӯӣ намудани сатҳи оби дарёи Панҷ дар асоси маълумотҳои оморӣ бо истифода аз моделҳои математикӣ ва мошинӣ [Матн] / Н.И. Фатҳуллоев, Н.И. Нуров // Маҷаллаи Фурӯғи илм. Бахши илмҳои табиӣ-риёзӣ 2026. - №2(10). -Саҳ. 100-115.

б) Мақолаҳое, ки дар дигар нашрияҳо ба табъ расидаанд:

[7-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Математическое моделирование автоматизации динамики берегоукрепительных работ на участке (6-ой заставы) реки Пяндж Республики Таджикистан [Текст] /Н. И. Фатхуллоев // Материалы междунар. научно-практической конф., посвященной 70-ой годовщине со дня образования ТНУ.-Душанбе:ТНУ, 2018.- Стр. 116-120.

[8-М] *Фатхуллоев Н.И.* Численный расчёт берегозащитная дамба на левом берегу реки Кафарниган Кабадианского района [Текст] /Н.И.Фатхуллоев// Материалы междун. научно-технической конф.-Вологда 2021.-Стр.215-219.

[9-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Модели математикии худкорсозии корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар ҷануби Тоҷикистон [Матн] /Н. И. Фатҳуллоев, И.Ҷ. Нуров// Маводи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Комплексный анализ и его приложения» бахшида «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф», 75 – солагии Корманди шоистаи Тоҷикистон, узви вобастаи АМИТ, доктори илмҳои физикаю-математика, профессор И.Қ. Қурбонов ва 70 солагии доктори илмҳои физикаю- математика, профессор Ҷ.С. Сафаров ш. Бохтар 19 ноябри 2022. -Саҳ. 208- 210.

[10-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Пешгӯи намудани масрафи масолеҳ дар иншоотҳои соҳилмустаҳкамкунӣ [Матн] /Н. И. Фатҳуллоев, И.Ҷ. Нуров// Маводи конференсияи Ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Тадбиқи технологияҳои иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ дар саноатикунонии кишвар» ш. Душанбе 5-декабри соли 2022. -Саҳ. 132-136.

в) Шаҳодатномаҳо дар бораи бақайдгирии давлатии барномаи компютерӣ барои МЭҲ:

[11-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Шаҳодатнома. Дастаи барномаҳо оиди автоматизатсиякунонии ҳисоби гидравликии иншоотҳои гидротехникӣ ва муайян кардани миқдори масрафи масолеҳ [Матн] / Н.И. Фатҳуллоев, М.Қ. Арабов // Шаҳодатнома дар бораи бақайдгирии расмии барномаи компютерӣ дар шуъбаи ҳуқуқ ва ҳифзи ҳуқуқи муаллифи Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон (№97, 15.07.2020с.).

[12-М] *Фатҳуллоев Н.И.* Шаҳодатнома. ML pipeline PRO Suite [Матн] / Н.И. Фатҳуллоев, М.К. Арабов // Шаҳодатнома дар бораи бақайдгирии расмии барномаи компютерӣ дар хадамоти федералӣ оид ба моликияти зеҳнии Федератсияи Русия (№2026617263, 06.03.2026с.).

ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

УДК 681.3+004:51+62

Абдуллозода Нарзулло Исхок

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ И ВЫБОР МЕТОДОВ УКРЕПЛЕНИЯ БЕРЕГОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2. Компьютерные науки и информатика (1.2.8. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)

Душанбе – 2026

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте Таджикского национального университета.

Научный руководитель:	**Нуров Исхокбой Джумаевич**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры информационно-коммуникационных технологий Таджикского национального университета
Официальные оппоненты:	**Гулахмадзода Аминджон Абдужаббор**, доктор технических наук, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана
	Халимов Илхом Исломович, кандидат физико-математических наук, исполняющий обязанности доцента кафедры программирования и интеллектуальных систем Института цифровых технологий и искусственного интеллекта Международного университета туризма и предпринимательства Таджикистана
Ведущая организация:	Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана

Защита состоится 3 декабря 2026 года в 13:00 на заседании диссертационного совета 6D.KOA-105 при Таджикском национальном университете по адресу: 734027, г. Душанбе, улица Буни-Хисорак, корпус 17, аудитория №203.

E-mail:rohatullo1956@mail.ru; номер мобильного телефона ученого секретаря +992981097033.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться на сайте *www.tnu.tj* и в библиотеке Таджикского национального университета.

Автореферат разослан «____» «_____» 2026 года.

Ученый секретарь диссертационного совета 6D.KOA-105,

кандидат физико-математических наук, доцент  Садуллоев Р.И.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Актуальность данной темы исследования непосредственно связана, прежде всего, с государственными программами по укреплению берегов рек, принятыми в Республике Таджикистан (№ 285 от 31 мая 2018 года и № 186 от 29 апреля 2023 года). «Следует отметить, что благодаря своим весомым и ценным инициативам Таджикистан признан на мировом уровне инициатором и лидером глобальных процессов, касающихся вопросов водных ресурсов. По инициативе Таджикистана Организация Объединенных Наций приняла ряд резолюций, в том числе об объявлении 2003 года «Международным годом пресной воды», 2005-2015 годов - Международным десятилетием действий «Вода для жизни», 2013 года - «Международным годом водного сотрудничества», 2018-2028 годов - Международным десятилетием «Вода для устойчивого развития», а 2025 года - «Международным годом сохранения ледников»» [10]; кроме того, в соответствии с Указом Президента Республики Таджикистан от 15 июня 2026 года была учреждена Международная премия Президента Республики Таджикистан в сфере водных ресурсов. Все эти шаги связаны с инициативами Основателя мира и национального единства - Лидера нации, Президента Республики Таджикистан, Его Превосходительства Эмомали Рахмона.

Принятие резолюций влиятельной международной организацией свидетельствует о том, что мировое сообщество поддержало инициативы Таджикистана - и, в частности, конструктивные предложения Президента страны, Его Превосходительства Эмомали Рахмона.

«В частности, учреждение Международной премии Президента Республики Таджикистан в сфере водных ресурсов еще больше укрепляет позиции Таджикистана как ключевой страны в решении водных проблем на глобальном уровне» [10].

В то же время это повышает интерес исследователей и профильных научно-исследовательских учреждений к углубленному изучению вопросов, связанных с водными ресурсами, а также стимулирует процессы обмена технологиями и привлечения инвестиций для сохранения ледников и обеспечения доступа к чистой воде.

Водные вопросы напрямую связаны с улучшением экономической ситуации в республике и обеспечением безопасности населения. Статистические данные свидетельствуют о том, что обильные осадки ежегодно провоцируют сели и наводнения в различных районах республики, приводя к значительным экономическим потерям и даже человеческим жертвам. В связи с этим актуальность данной темы исследования обусловлена необходимостью решения задач по прогнозированию речного стока, мониторингу уровня воды и укреплению берегов - приоритетных направлений, определенных государственными программами Республики Таджикистан по берегоукреплению (Постановление № 285 от 31 мая 2018 г. и Постановление № 186 от 29 апреля 2023 г.) [1-А - 12-А].

Степень исследования научной темы. В ходе обзора специализированной литературы и проведения компьютерного анализа были использованы следующие источники: данные из «Программы реформирования водного сектора Республики Таджикистан на 2016-2025 годы (от 30 декабря 2015 г., № 791)»[10], данные из книг М. Абрамовица «Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами»[1], Н. Шерматова «Основы регрессионного анализа»[21], результаты исследований Х.М. Ахмедова, посвященных «эрозии почв в Таджикистане и методам ее предотвращения»[7], Ф.С. Комилиёна - по «проблемам математического и компьютерного моделирования экосистем водохранилищ Таджикистана и оценке динамики их биологических ресурсов»[13], также мы широко использовали труды Э.В.

Гайдуковой по «гидрологическому прогнозированию» [12], С.Т. Алтунина по «регулированию русел рек и защите берегов от размыва» [3;4], К.Ф. Артамонова по «сооружениям и работам по регулированию рек в предгорных районах» [6], а также собственные результаты, касающиеся вопросов «применения математических и прогностических моделей для оценки уровней воды и устойчивости дамб на реках Кафирниган, Кызылсу и Пяндж» [3-А - 7-А; 9-А – 10-А] и «разработки алгоритма автоматизации берегоукрепительных работ на реке Кызылсу (Восейский район) и численного анализа берегозащитной дамбы на левом берегу реки Кафирниган (Кубодиёнский район)» [1-А – 2-А; 8-А; 11-А – 12-А].

«Вода - это важнейший природный ресурс, обеспечивающий существование экосистем, экономическое развитие и жизнь человека. В условиях современных изменений климата, растущего антропогенного воздействия на окружающую среду и участившихся случаев экстремальных природных явлений мониторинг и прогнозирование уровня воды в реках приобрели особое значение» [10]. Водные ресурсы Республики Таджикистан и проблемы, связанные с их использованием, привлекли внимание многих ученых страны, в том числе в работах М.А. Сатторова «Об орошении и распространении куполов грунтовых вод в слабонеоднородных по вертикали водоносных пластах»[18], исследования О.К. Комилова, посвященной «регулированию стока и уровненного режима горных рек» [14], Я.Э. Пулатова - «комплексному управлению водными ресурсами в Таджикистане» [17], Ф.С. Комилиёна - «проблемам математического и компьютерного моделирования экосистем водохранилищ Таджикистана и оценке динамики их биологических ресурсов» [13], Ф.С. Наботова - «становлению и развитию системы водохозяйственного комплекса и мелиорации земель в Кулябском регионе Хатлонской области Республики Таджикистан (1920-1980 гг.)» [16], а также других авторов.

Еще одной проблемой, привлекшей внимание исследователей, является прогнозирование уровня воды в реках. Многие ученые проделали значительную работу в этой области. В частности, работы индийских исследователей K. Malakar «применение метода распределения Гумбеля для анализа частоты наводнений в бассейне Нижней Ганги, Индия»[22], F. Onen «прогнозирование фактора частоты паводков для распределения Гумбеля с использованием регрессии и модели GEP»[23], работы российских исследователей С. Курбанов по теме «теоретические основы и экологические проблемы регулирования русел рек и каналов и строительства сооружений управления водными ресурсами на юге России»[15], Е.Ф. Чебанова «прогнозирование деформации русла реки при реализации мероприятий по защите от наводнений»[19], таджикский исследователь С.С. Шарофиддинов по теме «гидрологическое прогнозирование с использованием модели ModSnow в бассейне реки Яхсу»[20] и другие посвящены данной проблематике.

Следует отметить, что методы берегоукрепления горных рек превратились в актуальную проблему современности. В этом контексте можно привести работы классиков: С.Т. Алтунин «управление руслом реки и защита берегов от размыва»[3;4], В.С. Алтунин «защитные покрытия для оросительных каналов»[5], И.Е. Алперин «укрепление берегов судоходных каналов, рек и водохранилищ»[2], К.Ф. Артамонов «сооружения и работы по регулированию рек в предгорных районах»[6], М.И. Бальзанников «обеспечение защиты городских территорий от наводнений и инновационные решения для гидротехнических сооружений в конкурсах выпускных проектов»[8;9], Ю.Б. Виноградов «математическое моделирование в гидрологии»[11] и других. В Таджикистане подобные исследования также занимают центральное место.

Уместно отметить, что в области гидрологической устойчивости, включая прогнозирование уровня воды в реках и берегоукрепительные работы, были приняты государственные программы: Государственные программы берегоукрепительных работ в Республике Таджикистан (31 мая 2018 года №285, 29 апреля 2023 года №186).

«Показано, что в Таджикистане при берегоукрепительных работах чаще всего применяется метод железобетонных плит. Стихийные бедствия 2020-2021 годов в городе Куляб привели к человеческим жертвам и материальным потерям. В последние годы подобные явления участились. Для предотвращения этих природных рисков человек должен быть готов» [14].

Как известно, Таджикистан - горная страна, где берут начало многие реки, такие как Пяндж, Кафирниган, Зеравшан, Сырдарья, Вахш, Яхсу и Бартанг. Сегодня люди, естественно, стремятся использовать эти водные ресурсы себе на благо, прежде всего речь идет о строительстве водохранилищ для выработки электроэнергии. В то же время эти ресурсы используются и для орошения сельскохозяйственных земель.

Сегодня многие соседние государства зависят от водных ресурсов нашей страны; эти ресурсы играют важную роль в экономической политике государства и обеспечении устойчивого развития региона. Нурекская ГЭС была построена в советский период с 1961 по 1979 год и продолжает служить экономике страны по сей день. Помимо Нурекской ГЭС, в настоящее время эксплуатируются такие объекты, как Кайраккумская, Сангтудинская и Байгазинская гидроэлектростанции. Поскольку горные реки имеют сезонный характер, объем воды в них увеличивается в теплое время года и сокращается в холодное. Высокая скорость течения в этих реках вызывает деградацию геосистем, приводя к эрозии берегов на отдельных участках. Подобные явления происходят часто.

Связь исследований с программами или научными темами. Диссертационное исследование проводилось в рамках плана научно-исследовательских работ Научно-исследовательского института Таджикского национального университета по проектам, финансируемым из бюджета Республики Таджикистан и посвященным следующим темам: «Компьютерное моделирование бифуркационных явлений и предельных циклов в негладких динамических системах» (номер государственной регистрации 0117TJ00807) и «Качественный и вычислительный анализ нелинейных дифференциальных уравнений, зависящих от параметров» (номер государственной регистрации 0126TJ01727).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования. Прогнозирование максимальных уровней воды и пиковых расходов в реке, выбор метода укрепления берега, автоматизация расчета необходимых для этого расхода материалов, построение профилей поперечного сечения участка, а также реализация данных процессов в виде комплекса программного обеспечения.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью исследования определены следующие конкретные задачи:

- Выявление гидрологических неустойчивых участков, требующих укрепления берегов;
- Прогнозирование уровня воды в реке и выполнение гидравлических расчетов для данной экосистемы;
- Построение поперечного профиля экосистемы (участка) и обеспечение устойчивости берегоукрепительных сооружений;
- Сравнительный анализ статистических и прогнозных данных с использованием метода Гумбеля;
- Разработка нового программного комплекса для автоматизации процессов и прогнозирования уровня воды.

Объект исследования. Исследование включает анализ математических моделей прогнозирования уровня воды в реках и параметров берегоукрепления на примере рек Пяндж (п. Хирманжо), Кызылсу (Восейский район) и Кафирниган (Кубодиёнский район).

Предмет исследования. Предметом исследования является автоматизация расчетов расхода материалов для берегоукрепительных работ на реках Пяндж, Кызылсу и Кафирниган на основе прогнозов уровня воды для указанных районов.

Научная новизна исследований. В диссертации получены следующие основные результаты:

- Применение математических моделей для прогнозирования уровней воды в реке;
- Предложение метода гидравлического расчета речного потока и построение поперечного профиля экосистемы (зоны);
- Разработка нового программного комплекса, предназначенного для прогнозирования пиковых уровней воды и максимальных расходов, а также для расчета необходимого количества материалов для укрепления берегов.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

- На основе статистических данных и математических моделей выполнен прогноз уровней воды в реке за определенный период времени;
- Проведены гидравлические расчеты для речного потока в пределах рассматриваемой территории и разработана схема поперечного профиля неустойчивого участка;
- Впервые разработан, обоснован и предложен новый программный комплекс для автоматизации расчета потребности в материалах для укрепления берегов, в основе системы лежит расчетный пиковый уровень воды в реке, определяемый и прогнозируемый с использованием распределения Гумбеля.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования. Теоретическая значимость исследования заключается в применении и апробации модели Гумбеля, использующей статистические данные для прогнозирования пиковых уровней воды в реках. Полученные результаты позволяют прогнозировать максимальные уровни воды на будущие периоды, что дает возможность рассчитать потребность в строительных материалах для проведения работ по укреплению берегов. Точное и надежное прогнозирование уровня воды способствует защите объектов инфраструктуры и населения, а также эффективному управлению водными ресурсами. На основе данной модели разрабатываются инженерные нормативы для строительства плотин, мостов и других гидротехнических сооружений.

Научно-практическая значимость работы заключается в том, что полученные теоретические результаты включающие расчетные формулы и разработанные алгоритмы допускают практическое применение. На их основе был создан программный комплекс на языке C#, позволяющий рассчитывать расход строительных материалов с учетом прогнозируемых уровней воды в реке и применяемого метода укрепления берега.

Разработанные методы и алгоритмы могут быть применены ко всем рекам республики, требующим укрепления берегов или прогнозирования уровня воды на предстоящие годы.

Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается строгим математическим обоснованием с применением методов Гумбеля и линейной регрессии. Кроме того, точность и эффективность предложенных численных методов

были подтверждены путем сопоставления статистических данных с прогнозируемыми значениями, а также посредством серии компьютерных симуляций с использованием разработанного программного комплекса. В частности, с высокой точностью были выполнены прогнозирование высоких уровней воды и расчет потребности в материалах для проведения работ по укреплению берегов. Применение данных методов гарантирует получение надежных результатов при прогнозировании пиковых уровней воды в реках республики, что способствует эффективному проведению берегоукрепительных работ.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Содержание диссертационного исследования соответствует пунктам 3, 4, 5 и 11 паспорта научной специальности для присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.8. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ:

- пункт 3. Разработка и обоснование методов и правил адаптации компьютерных моделей и их эффективного использования при прогнозировании эволюции объектов, систем, процессов и явлений;
- пункт 4. Разработка, обоснование и верификация вычислительных методов с использованием современных компьютерных технологий;
- пункт 5. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде проблемно-ориентированных программных комплексов для проведения вычислительных экспериментов;
- пункт 11. Теоретические, практические и экспериментальные исследования по разработке, верификации и применению математических моделей для решения актуальных задач автоматизированного проектирования, планирования и управления.

Личный вклад соискателя учёной степени. Постановка исследовательской задачи и выбор методов ее решения были предложены научным руководителем, в то время как основные результаты, полученные в диссертации, принадлежат автору. В статьях, написанных в соавторстве с научным руководителем, участие последнего ограничивалось лишь постановкой задачи. Кроме того, соискатель лично разработал компьютерные программы [11-А, 12-А], включая алгоритмы прогнозирования водопотребления и уровней воды (с использованием распределения Гумбеля и линейной регрессии), расчет потребности в строительных материалах, а также построение схем поперечных сечений объектов, рассматриваемых в диссертации.

Апробация и реализация результатов диссертации. Основные результаты диссертации обсуждались на следующих семинарах и конференциях: международная научно-техническая конференция (Вологда, 2021 г.); международная научно-практическая конференция «Комплексный анализ и его приложения», посвященная «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования», 75-летию Заслуженного деятеля Республики Таджикистан, члена-корреспондента Национальной академии наук Таджикистана (НАНТ), доктора физико-математических наук, профессора И.К. Курбонова и 70-летию доктора физико-математических наук, профессора Дж.С. Сафарова (Бохтар, 2022 г.); республиканская научно-практическая конференция «Применение информационно-коммуникационных технологий в индустриализации страны» (Душанбе, 2022 г.); а также международная конференция «Научные исследования стран ШОС: синергия и интеграция» (Китай, 2025 г.).

Публикации по теме диссертации. По теме диссертации опубликовано двенадцать статей [1-А – 12-А]. Из них шесть научных статей вышли в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Президенте Республики

Таджикистан, а шесть тезисов докладов были опубликованы в материалах республиканских и международных конференций. Кроме того, на разработки по данной теме получено два авторских свидетельства.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из «Введения», раздела «Общая характеристика исследования», трех глав с подразделами, раздела «Заключение», «Основные научные результаты диссертации» и «Рекомендации по практическому применению результатов», «Литературы» и «Списка научных публикаций соискателя». Список литературы насчитывает 145 наименований, а список научных публикаций соискателя включает 12 работ. Общий объем диссертации составляет 152 страницу. Нумерация рисунков и таблиц соответствует делению на главы и подразделы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение посвящено ключевым вопросам исследования; в нем охарактеризовано современное состояние изученности темы и представлен общий обзор работы.

Первая глава (параграфы 1.1–1.4) посвящена анализу существующей литературы по теме диссертации; в ней рассматриваются теоретико-методологические аспекты исследования, анализируются актуальные проблемы и полученные результаты, а также освещаются нерешенные вопросы, связанные с данной темой.

Во второй главе (параграфы 2.1–2.6) представлены результаты диссертационного исследования, касающиеся теории экстремальных значений, постановки задачи Гумбеля и определения предельных значений, математического обоснования среднеквадратической ошибки расчетных гидрологических уровней, вычисления точных моментов (среднего значения и дисперсии) распределения Гумбеля, эмпирического анализа и статистической проверки данных, а также анализа и сравнения методов оценки параметров распределения Гумбеля.

Основные результаты данной главы опубликованы в работах «математическая модель устойчивости берегозащитных сооружений на реке Кафирниган в Кубодиёнском районе»[3-А], «математическая модель прогнозирования экстремальных гидрологических характеристик на основе регрессионного анализа и теории условных логнормальных распределений»[5-А], «прогнозирование уровня воды реки Пяндж на основе статистических данных с использованием математических и машинных моделей»[6-А], «математическая модель автоматизации работ по укреплению берегов в южном Таджикистане»[9-А] и [12-А].

В параграфе 2.1 представлены основные положения теории экстремальных значений.

Теорема Фишера - Типпетта - Гнеденко [1]. «Если существуют нормирующие константы $a_n > 0$, b_n такие, что распределение нормированного максимума $\frac{M_n - b_n}{a_n}$ сходится к предельному распределению, то это предельное распределение относится к одному из трех типов» [1].:

- «Распределение Гумбеля (тип I) - для распределений с экспоненциальными хвостами» (нормальное, экспоненциальное, логарифмически нормальное).
- Распределение Фреше (тип II) - для «тяжелых хвостов» (степенные законы).
- Распределение Вейбулла (тип III) - для распределений с верхней границей»[1].

При проектировании укрепления берегов обычно ориентируются на максимальный уровень воды, установленный в ходе наблюдений. Такие наблюдения могут охватывать периоды продолжительностью 1, 10, 20 или даже 50 лет. Например,

если планируется укрепить берег в 2026 году, необходимо использовать статистические данные за предыдущие годы. Из имеющихся сведений выбирают максимальный зафиксированный уровень воды для данного участка. Кроме того, при разработке проекта к этому показателю добавляют запас высоты в 0,5 метра. Следует отметить, что необходимы методы, позволяющие прогнозировать уровень воды на основе статистических данных - причем не только на ближайший год, но и на перспективу в 20, 50 и более лет. Поэтому в рамках данной работы мы рассматриваем метод Гумбеля.

Математическая модель прогнозирования экстремальных событий, известная как распределение Гумбеля, как правило, имеет следующий вид:

$$Q_T = \mu - \beta \cdot \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right), \quad (2.1.1)$$

здесь

- T-прогнозный период;
- $\beta = \frac{S\sqrt{6}}{\pi}$-волновой параметр, характеризующий воду;
- $\mu = \overline{x} - \gamma\beta$-средний уровень воды;
- γ-постоянная Эйлера - Маскерони, и её значение равно 0,5772;
- $\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, $\overline{x}$ средний уровень воды или потребление воды, n-количество годов, x_i-высокий уровень воды или высокий объем водопотребления в данном году;
- $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$ используется для оценки значения β .

Цикл повторяемости таких событий выражается следующим образом: $T = \frac{1}{(1-F(x))}$, здесь $F(x) = exp\left(-exp\left(-\frac{x-\mu}{\beta}\right)\right)$.

Областью значений $F(x)$ является интервал $(0,1)$. Функция плотности вероятности обозначается следующим образом:

$$F(x) = \frac{1}{\beta} \cdot exp\left(-\frac{x-\mu}{\beta} exp\left(\frac{x-\mu}{\beta}\right)\right). \quad (2.1.3)$$

Формула (2.1.3) определяет вероятность наступления в течение года наивысшего уровня воды, максимального расхода воды или максимальной температуры воздуха.

В параграфе 2.2 рассматривается определение точности статистических и прогнозных значений, а в разделах 2.3–2.4 - функция точности распределения максимальных значений и математическое обоснование среднеквадратической ошибки расчетных гидрологических уровней.

В параграфе 2.5 представлены эмпирический анализ и статистическая проверка данных. Анализируется временной ряд ежегодных максимальных уровней воды на гидрологическом посту Хирманжо на реке Пяндж за период 1970-1990 гг. (см. табл. 2.5.1):

Таблица 2.5.1. - Высокие уровни воды в реке Пяндж (пост Хирманжо)

Год	$Hсм$	Год	$Hсм$
1970	536	1981	616
1971	624	1982	628
1972	645	1983	671
1973	708	1984	608
1974	604	1985	536
1975	764	1986	554

Продолжение таблицы 2.5.1.

1976	526	1987	600
1977	650	1988	633
1978	635	1989	723
1979	531	1990	604
1980	601		

Источник: статистические данные гидропоста реки Пяндж в селе Хирманжо; обработка автора.

Для анализа использовался временной ряд ежегодных максимальных уровней воды (Н, см), охватывающий 21-летний период наблюдений. В гидрологии выборка такого объема считается репрезентативной для предварительных инженерных расчетов, хотя и требует тщательной проверки на наличие статистических аномалий. Визуальный анализ хронологического графика не выявляет выраженного линейного тренда, что позволяет рассматривать гидрологический режим реки как стационарный в пределах рассматриваемого периода.

Построение теоретической модели Гумбеля требует определения моментов распределения, расчеты были выполнены методом моментов.

Таблица 2.5.2. - Основные статистические показатели

Параметры	Формула расчета	Результат
Среднее арифметическое ($\overline{H}$)	$\sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{n}$	618,91
Дисперсия (S^2)	$\sum_{i=1}^{n} \frac{(H_i - \overline{H})^2}{(n-1)}$	4016,09
Среднеквадратичное отклонение **(σ)**	$\sqrt{S^2}$	63,37
Коэффициент вариации (C_v)	$\frac{\sigma}{\overline{H}}$	0,098

Источник: расчеты автора на основе данных таблицы 2.5.1.

Значение коэффициента вариации C_v , равное 0,098, указывает на низкую изменчивость максимальных уровней. Это характерно для рек с песчаными или смешанными типами почв, где осадки относительно равномерны. Эмпирическая вероятность Р была рассчитана с использованием формулы Крицкого-Менкеля, которая применяется в гидрологической практике как в Таджикистане, так и в Российской Федерации.

Таблица 2.5.3. - Ранжированный ряд и эмпирическая вероятность

Год	Уровень воды (H)	Разность (H_i-$\overline{H}$)	P%
1975	764	145,095	4,55
1989	723	104,095	9,09
1973	708	89,095	13,64
1983	671	52,095	18,18
1977	650	31,095	22,73
1972	645	26,095	27,27
1978	635	16,095	31,82
1988	633	14,095	36,36

Продолжение таблицы 2.5.3.

1982	628	9,095	40,91
1971	624	5,095	45,45
1981	616	-2,905	50,00
1984	608	-10,905	54,55
1974	604	-14,905	59,09
1990	604	-14,905	63,64
1980	601	-17,905	68,18
1987	600	-18,905	72,73
1986	554	-64,905	77,27
1970	536	-82,905	81,82
1985	536	-82,905	86,36
1979	531	-87,905	90,91
1976	526	-92,905	95,45

Источник: расчеты автора на основе данных таблицы 2.5.1.

Используя рассчитанные значения ($\overline{H}$ и σ), определяем параметры теоретической функции:

1.Параметр масштаба рассчитывается на основе значения σ следующим образом:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi}\sigma \approx 0{,}7797\sigma \approx 0{,}7797 \cdot 63{,}37 \approx 49{,}41.$$

2. Параметр позиции, основанный на значениях $\overline{H}$,γ,α:

$$\mu = \overline{\overline{H}} - \gamma\alpha \approx \overline{\overline{H}} - 0{,}5772\alpha \approx 618{,}91 - 0{,}5772 \cdot 49{,}41 \approx 590{,}38.$$

Параметр μ меньше среднего значения, что подтверждает правостороннюю асимметрию распределения: наиболее вероятный годовой уровень группируется вокруг отметки 590,38 см, тогда как редкие высокие паводки повышают среднее значение до 618,91 см.

Для оценки соответствия модели Гумбеля необходимо сравнить теоретический коэффициент асимметрии ($C_{s_{теор.}} = 1{,}14$) с эмпирическим значением:

$$C_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{(H_i - \overline{H})^3}{(n\text{-}1)\sigma^3} \approx 1.09.$$

Разница между теоретическим (1,14) и расчетным (1,09) значениями составляет менее 5%. Исходя из среднего значения H = 618,90, формула для расчета уровня воды имеет следующий вид:

$$H_p = \mu + \alpha y,$$

здесь $y = -ln(-ln(1 - P/100))$, зависит исключительно от поставляемого P.

Таблица 2.5.4 .- Расчет различных уровней вероятности превышения

Эмпирическая вероятность P (%)	Прогнозный период T (год)	Коэффициент y	Уровень воды H_p
0,1%	1000	6,907	935
1%	100	4,600	817
3%	33	3,485	760
5%	20	2,970	734
10%	10	2,250	697
50%	2	0,367	601

Источник: расчеты автора с использованием распределения Гумбеля.

Учитывая ограниченное количество наблюдений за уровнем воды (n=21), точечная оценка уровня может содержать значительную погрешность. Для снижения рисков при инженерном проектировании рассчитывается доверительный интервал для уровня воды H_p.

Метод расчета погрешности. Стандартная ошибка квантиля распределения Гумбеля, E_p рассчитывается по следующей формуле:

$$E_p = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\sqrt{1 + 1{,}14\ y + 1{,}1\ y^2}.$$

Для уровня доверия 95% (принятого в диссертационном исследовании) доверительные границы определяются как $H_p \pm 2E_p$.

Таблица 2.5.5. - Параметры «коридора безопасности»

P (%)	**Уровень воды** H_p	**Прогрешность** E_p	**Верхний предел** $(+2E_p)$	**Нижний предел** $(-2E_p$ **)**
1%	**817**	43,1	**903**	731
5%	**734**	29,8	**794**	674
10%	**697**	24,9	**747**	647
50%	**601**	13,8	**629**	573

Источник: расчеты автора

На основе значений параметров, приведенных в таблице 2.5.5, построим прогнозный коридор уровня воды в реке Пяндж (пост Хирманджо):

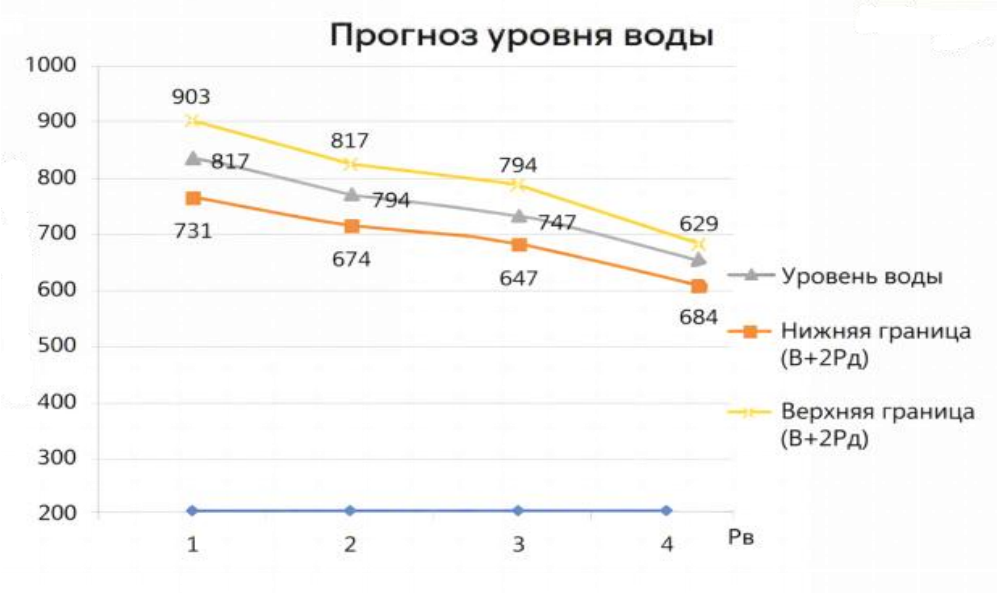


Рисунок 2.6.1. Границы уровни воды (разработка автора на основе данных таблицы 2.5.5.)

В параграфе 2.6 представлены методы оценки параметров распределения Гумбеля и их сравнительный анализ.

«Изучение статистических закономерностей играет ключевую роль в анализе экстремальных природных и техногенных событий. К таким событиям относятся пиковые уровни воды в реках, сильные осадки, наводнения и другие явления, воздействующие на окружающую среду. Для описания этих процессов применяются методы теории экстремальных значений»[23]. Наша цель - использовать математические методы прогнозирования (в частности, теоретические основы распределения Гумбеля и линейной регрессии) для предсказания пиковых уровней воды в реках, поскольку на основе таких прогнозов осуществляются мероприятия по укреплению берегов. В данном исследовании мы применяем вышеупомянутые методы к рекам Республики

Таджикистан, в частности к рекам Пяндж, Кафирниган и Кызылсу. Следует отметить, что представленные ниже методы могут быть применены ко всем рекам республики.

Как уже отмечалось, применение упомянутых методов основывается на статистических данных. Данное исследование сосредоточено на тех районах, где после распада Советского Союза не были восстановлены станции мониторинга и которые по-прежнему подвержены риску. Одним из таких районов является бассейн реки Пяндж.

Статистические данные были получены со станции мониторинга на реке Пяндж, расположенной в селе Хирманжо (см. табл. 2.6.1).

Таблица 2.6.1. - Статистические данные о максимальных уровнях воды в реке Пяндж (пост Хирманджо)

Год	Максимальный уровень воды (в см)	Потребление воды
1970	536	2137
1971	624	2710
1972	645	2560
1973	708	2059
1974	604	2327
1975	764	2217
1976	526	2056
1977	650	2044
1978	635	2233
1979	531	2239
1980	601	2137
1981	616	2630
1982	628	2102
1983	671	2034
1984	608	1958
1985	536	2152
1986	554	2035
1987	600	3200
1988	633	2106
1989	723	1991
1990	604	2214

Источник: статистические данные гидропоста Хирманжо на реке Пяндж; обработка автора

В качестве первого шага по проверке точности используемой модели мы выбираем достоверные статистические данные, полученные в 1983 году на станции мониторинга на реке Пяндж (кишлак Хирманджо), и формируем прогноз на 1984 год.

Для корректного расчета эмпирической вероятности мы определяем значение $F(x)$ -с использованием метода Вейбулла, выражаемого формулой $p_i=\frac{i}{n+1}$, где p_i-вероятность по Вейбуллу для i-й точки, i-ранг точки данных, а n-общее количество точек данных.

На этом этапе мы представляем результаты проведенного анализа в графическом виде. Синим цветом на диаграмме показан прогнозируемый уровень воды на 1984 год, а красным - график статистических данных (см. рисунок 2.6.2).

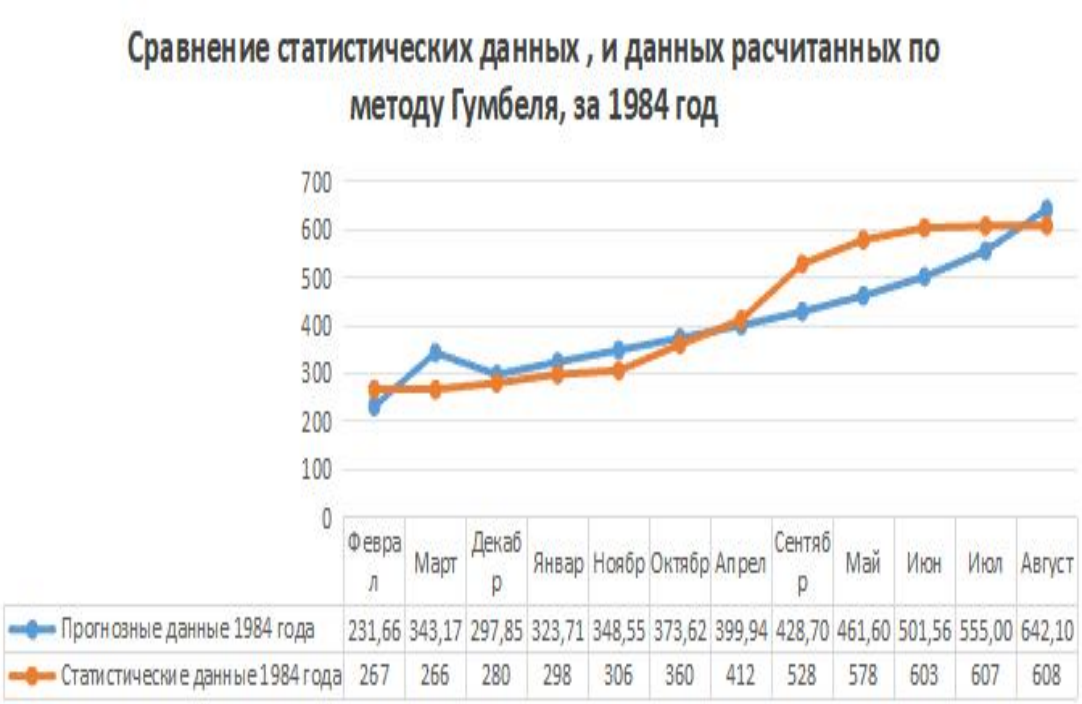


Рисунок 2.6.2. -Сравнение статистических данных и данных, рассчитанных по методу Гумбеля, за 1984 год (расчеты и обработка автора на основе данных гидропоста на реке Пяндж)

Согласно предложенному плану, максимальный уровень воды составляет 6,42 метра. Представляем таблицу полученных значений:

Таблица 2.6.3. - Таблица статистических и прогнозных показателей за 1983 и 1984 годы

Месяцы	Самый высокий уровень воды в месяцах 1983 года	Прогнозируемые максимальные уровни воды по месяцам 1984 года	Самый высокий уровень воды в месяцах 1984 года	Значения *p*
Февраль	252	231,6620181	267	0,076923077
Март	257	343,1701755	266	0,153846154
Декабрь	258	297,8575695	280	0,230769231
Январь	262	323,7113337	298	0,307692308
Ноябрь	282	348,5575462	306	0,384615385
Октябрь	335	373,621531	360	0,461538462
Апрель	400	399,9443834	412	0,538461538
Сентябрь	512	428,7079279	528	0,615384615
Май	514	461,6014944	578	0,692307692
Июнь	570	501,5672107	603	0,769230769
Июль	625	555,0065601	607	0,846153846
Август	671	**642,1066397**	**608**	0,923076923

Источник: расчеты автора на основе данных гидропоста из реки Пяндж на основе метода Гумбеля

В таблице 2.6.3 показано, что максимальный уровень воды в 1984 году составил 6,08 м, тогда как прогнозируемый максимальный уровень на этот год равнялся 6,42 м. Максимальный уровень воды является определяющим фактором при выборе мер по укреплению берегов. Для сравнения результатов и оценки степени их близости используется корреляционный анализ. Фактические данные представлены в следующей таблице:

Таблица 2.6.4 - Статистические и прогнозные данные за 1984 год. Сводная таблица

Февраль	Март	Декабрь	Январь	Ноябрь	Октябрь	Апрель	Сентябрь	Май	Июнь	Июль	Август
Статистические данные за 1984 год (максимальный уровень воды за каждый месяц)											
267	266	280	298	306	360	412	528	578	603	607	608
Данные, спрогнозированные с использованием метода Гумбеля в 1984 году (максимальный уровень воды за каждый месяц)											
231,7	343,2	297,9	323,7	348,6	373,6	399,9	428,7	461,6	501,6	555,0	642,1

Источник: расчеты автора на основе данных таблицы 2.6.3 и метода регрессии [21].

«Для определения параметров a и b в уравнении (2.6.4) методом выбранных точек мы - как отмечалось ранее - подставляем координаты двух точек, приведенных в таблице 2.6.2 для начального (февраль) и конечного (август) моментов времени: (267; 231,662) и (608; 642,11)»[21]. В результате получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} 267a+b=231,662, \\ 608a+b=642,11. \end{cases}$$

Решая систему методом регрессии, находим параметры a и b: $a\approx1,2037$, $b\approx-89,7396$. На основе найденных параметров мы получили следующее уравнение:

$$y=1,2037x-89,7396.$$

Для построения графика этого линейного уравнения выбираются прогнозируемые значения x:

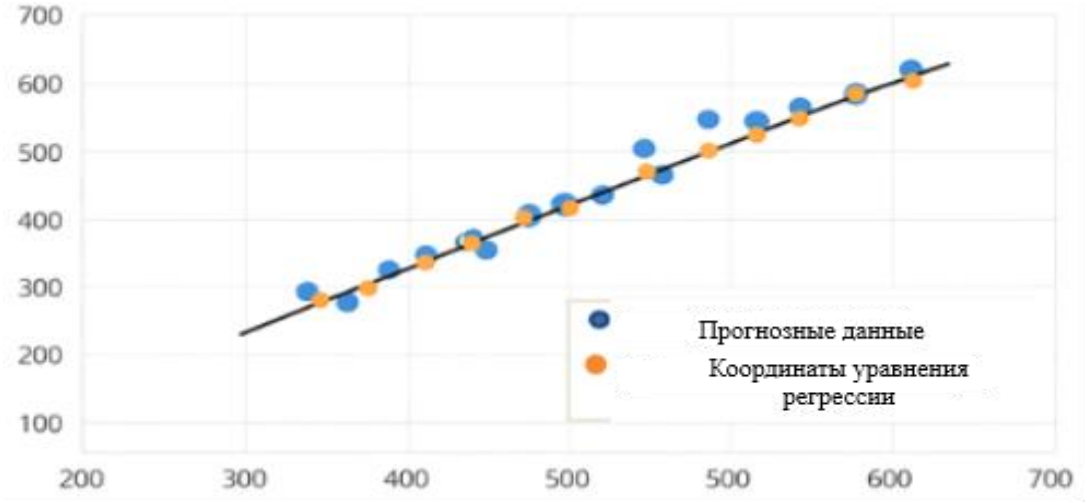


Рисунок 2.6.3. -Сравнение статистических и прогнозных данных, полученных с использованием метода Гумбеля, за 1984 года (расчеты и обработка автора на основе данных таблицы 2.6.4)

Для проверки точности используемой модели мы применяем следующую формулу:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2},$$

Здесь $\hat{y}_i$ -прогнозируемые значения, рассчитанные по уравнению регрессии $y=1,2037x-89,739$, $\bar{y}$ -среднее значение статистических данных, $\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2$ -ошибка модели, $\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2$-общая вариация данных, а y_i-статистические данные.

Для R^2 справедливы следующие условия:

- Если R^2=1 результаты модели идентичны фактическим результатам;
- Если $R^2 \leq 0{,}5$ результаты модели не соответствуют фактическим результатам;
- Если $R^2 > 0{,}5$ результаты модели близки к фактическим результатам.

Мы обобщаем и представляем расчетные значения в следующей таблице:

Таблица 2.6.5.- Таблица для оценки степени близости полученных результатов

y_i	$\hat{y}_i$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
252	189,1119712	3954,904165	25440,25
257	323,3343402	4400,244696	23870,25
258	268,7915564	116,4576897	23562,25
262	299,9117324	1437,299452	22350,25
282	329,8191184	2286,668081	16770,25
335	359,9886369	624,4319735	5852,25
400	391,6734542	69,33136425	132,25
512	426,2961328	7345,152854	10100,25
514	465,8901188	2314,560674	10506,25
570	513,9968515	3136,352644	25122,25
625	578,3217964	2178,854694	45582,25
671	683,1641622	147,9668425	67340,25
$\bar{y}$=411,5	**$\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2$=28012,22513**		**$\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2$=276629**

Источник: расчеты автора

Таким образом,

$$R^2=1-\frac{28012,22513}{276629}=1-0,101263=0,8987.$$

Отсюда следует, что $R^2=0,8987$. Это означает, что данные, полученные с помощью метода Гумбеля, близки к статистическим данным за 1984 год.

Теперь мы расширяем рамки нашего анализа, составляя прогноз на 10 лет и сопоставляя полученные показатели. В таблице 2.6.6 показано, что максимальный уровень воды, зафиксированный в период с 1970 по 1989 год, составил 7,23 м. Используя статистические данные за 1970–1980 годы и метод Гумбеля, мы прогнозируем уровень воды в реке и сравниваем результаты с фактическими статистическими данными (см. таблицу 2.6.6):

Таблица 2.6.6 - Статистические данные за 1970–1989 гг. и прогнозные данные за 1980–1989 гг.

Год	Максимальный уровень воды (в см)	Год	Фактические данные	Прогнозные данные за 1980-1989 годы
1976	526	1985	536	534,406449
1979	531	1986	554	555,0616184
1970	536	1987	600	571,5049655
1974	604	1980	601	586,6571835
1971	624	1984	608	601,7447833
1978	635	1981	616	617,6656261
1972	645	1982	628	635,4318038
1977	650	1988	633	656,6317278
1973	708	1983	671	684,5904921
1975	764	**1989**	**723**	**729,6653314**

Источник: расчеты автора на основе статистических данных гидропоста Хирманжо на реке Пяндж с использованием метода Гумбеля

Согласно прогнозу, высокий уровень воды достигнет 7,29 метра (см. табл. 2.6.6). Графическое представление полученного результата приведено ниже (см. рисунок 2.6.4).

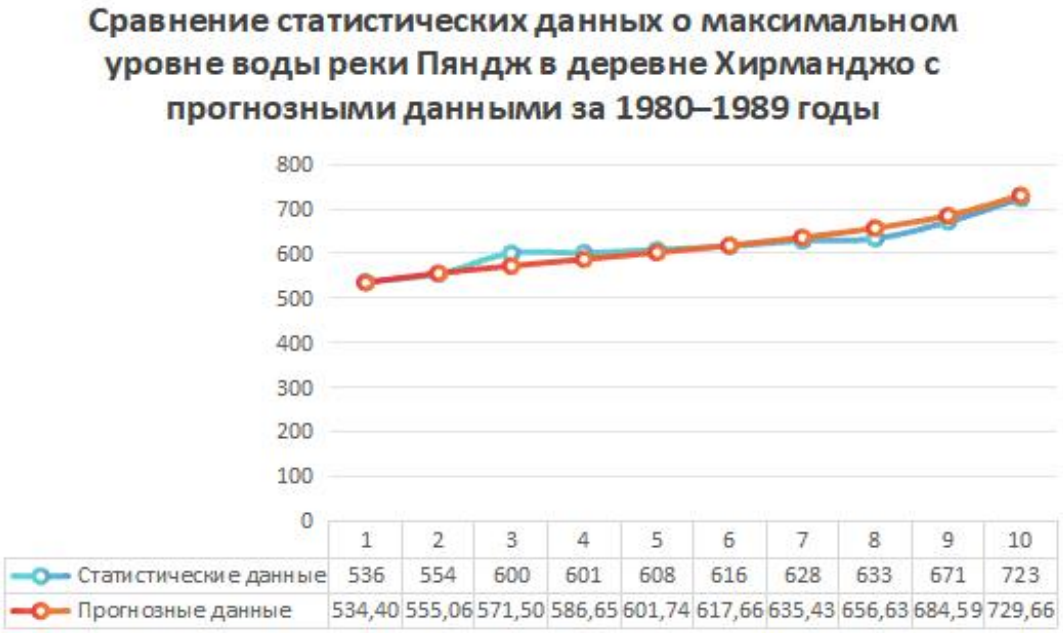


Рисунок 2.6.4. - Сравнение максимальных уровней воды реки Пяндж на основе статистических данных и распределения Гумбеля (расчеты и обработка автора на основе таблицы 2.6.6.)

Эксперименты показали, что метод Гумбеля дает хорошие результаты и применяется для определения максимальных уровней воды в реках.

На следующем этапе мы планируем использовать данные о высоких уровнях воды за 20 лет, представленные в таблице 2.6.1, для прогнозирования максимальных уровней воды в различные годы:

Таблица 2.6.7 - Прогнозируемый уровень воды на 2026-2050 годы

Год	2026	2027	2029	2034	2040	2050
Прогнозируемый уровень воды (в см)	819	821	825	834	843	856

Источник: Прогнозы и расчеты автора с использованием метода Гумбеля

В главе 3 (параграфы 3.1–3.3) диссертации рассматриваются структура, функциональные возможности и реализация программного комплекса, разработанного в рамках данного исследования. Созданное программное обеспечение позволяет прогнозировать экстремальные уровни и расходы воды; на основе этих прогнозов оно рассчитывает потребность в строительных материалах и оценивает стоимость дамбы в зависимости от выбранного метода укрепления берега. Результаты, полученные в данной главе, представлены в работах «об одном алгоритме автоматизации и берегоукрепительных работ дамб реки Кызылсу Восейского района»[1-А], «численный расчёт берегозащитная дамба на левом берегу реки Кафарниган Кубодиёнский района» [2-А, 8-А], «прогнозирование расхода материалов для берегоукрепительных сооружений»[10-А] и «комплекс программ для автоматизации гидравлических расчетов гидротехнических сооружений и определения объемов расхода материалов»[11-А].

Разработанная программа состоит из двух частей:

1. Прогнозирование уровня воды;
2. Расчет расхода материалов для укрепления берегов.

Программа разработана в среде Windows Forms (C#).

Главное окно программы содержит пять пунктов меню: «Главное меню», «Новые данные», «Расход воды в реке», «Динамика уровня воды в реке» и «Прогнозирование уровня воды в реке». В главном окне также представлены основные команды, касающиеся методов укрепления берегов (см. рисунок 3.1.1):



Рисунок 3.1.1. - Главное окно программы (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Первая часть программы, выполняющая прогнозирование уровня воды, основана на формулах из главы 2 и проверенных тестах. Блок-схема этой части программы представлена ниже:

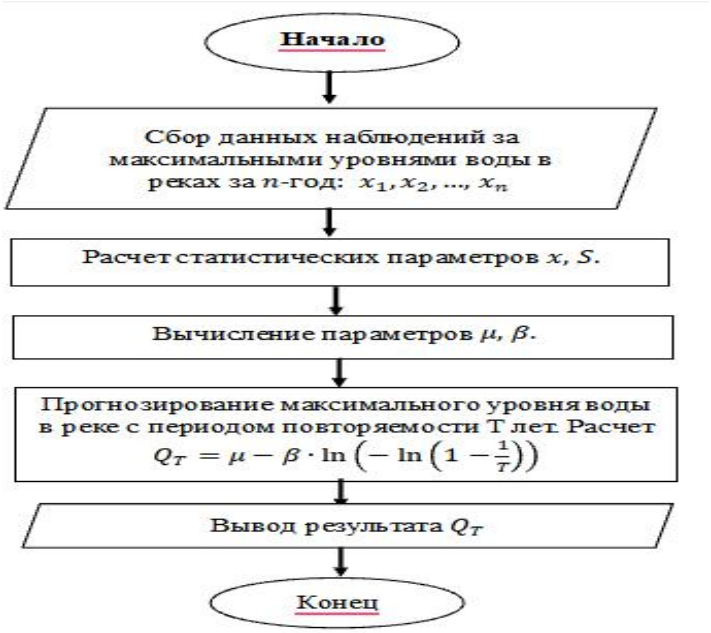


Рисунок 3.1.2. - Блок-схема алгоритма прогнозирования экстремальных уровней воды в реке с использованием модели Гумбеля (разработанно автором**)**

В этой части программы можно спрогнозировать уровень воды в реке на определенный период. Например, на основе статистических данных по реке Пяндж мы составляем следующие прогнозы:

- используя статистические данные из таблицы 2.6.1 за период с 1970 по 1990 год, мы прогнозируем максимальный уровень воды в реке Пяндж на 2026 год (см. рисунок 3.1.3):

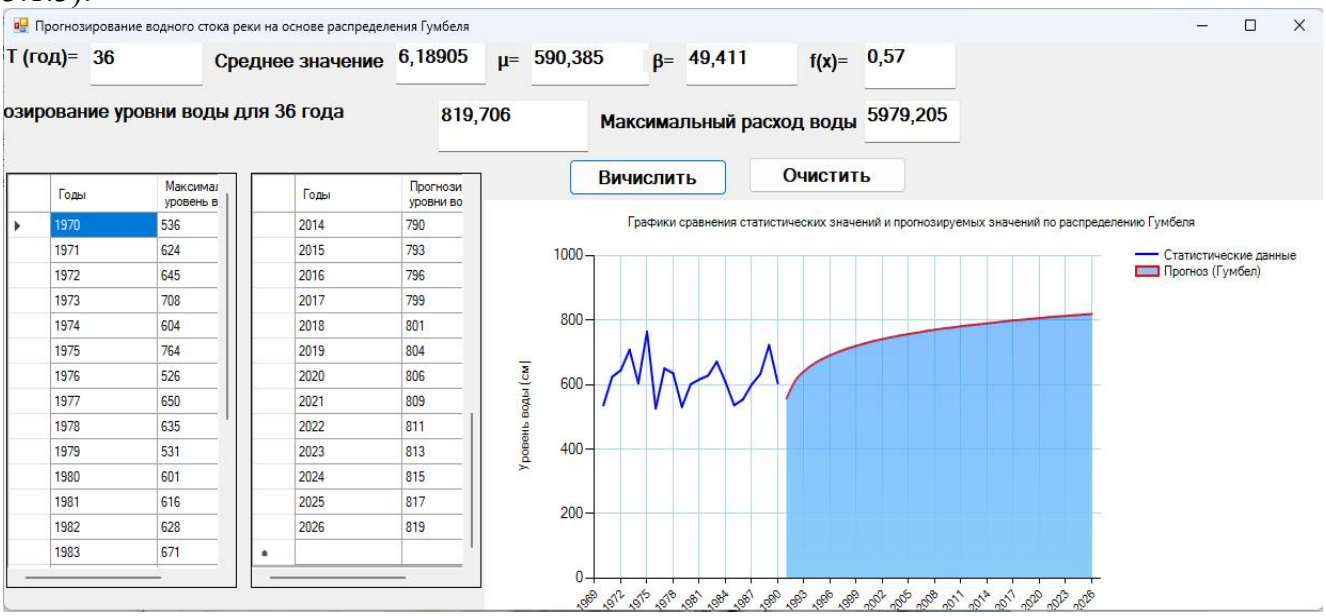


Рисунок 3.1.3. - Результат прогноза уровня воды в реке на 2026 год (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Согласно распределению Гумбеля, максимальный уровень воды в реке Пяндж в 2026 году достигнет 8,19 м, а максимальный расход воды составит 5979,205 м³/с.

- на ближайшие четыре года - вплоть до 2030 года - мы планируем спрогнозировать максимальный уровень воды в реке Пяндж (см. рисунок 3.1.4):

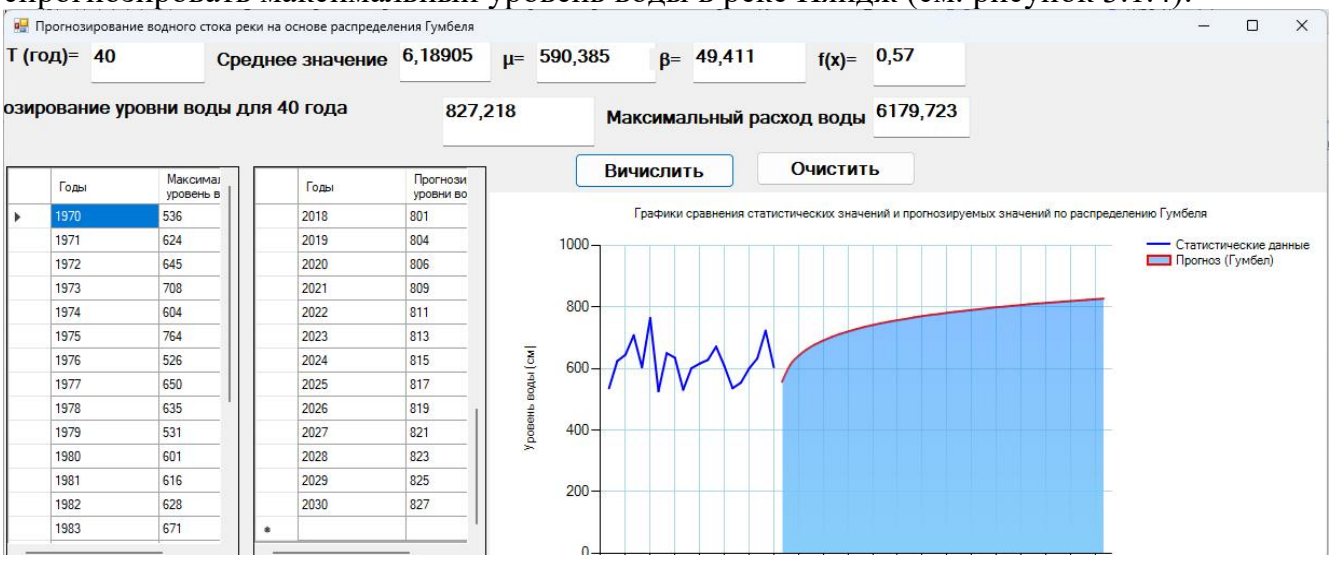


Рисунок 3.1.4. - Прогноз уровней воды в реках на 50-летний период (1990–2040 гг.) (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

В период 2026–2030 годов прогнозируется, что максимальный уровень воды в реке Пяндж достигнет 8,27 м, а максимальный расход воды составит 6179,723 м³/с.

Второй этап программы предусматривает расчет необходимого количества материалов для укрепления берегов. На этом этапе, с учетом прогнозных данных и

выбранного метода укрепления, определяются требуемый объем материалов и общие затраты. Структура данного этапа программы представлена на следующей схеме:

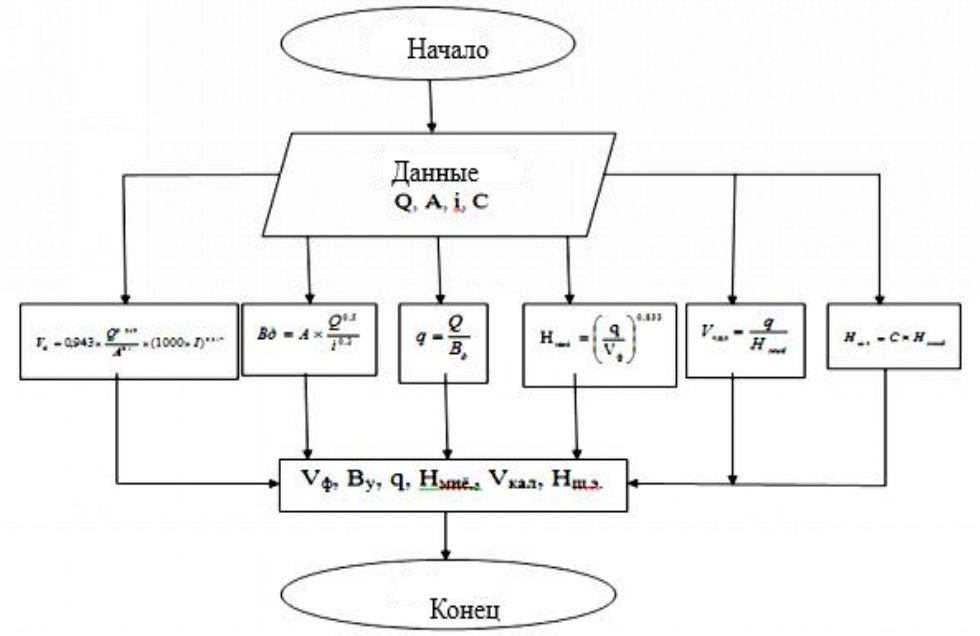


Рисунок 3.1.5. - Блок-схема расчета потребности в материалах для укрепления берегов
(разработка автора на основе гидравлического расчета [4-А])

Представленная на рисунке 3.1.5 блок-схема разработана на основе основных формул для гидравлических расчетов речных русел, приведенных в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 - Формулы для гидравлических расчетов

Перечень индикаторов потока	Вычисляемые формулы
Руслоформирующая скорость, м/с.	$V_ф = 0,817 \quad \frac{Q^{0.10}}{A^{0.2}} \quad (1000 \quad i)^{0,307}$
Стабильная ширина русла реки (Гостунский), м	$By = A \quad \frac{Q^{0,5}}{i^{0,2}}$
Воздействие воды на 1 м²	$q = \frac{Q}{B_y}$
Средняя глубина потока воды, м	$H_{миё.} = \frac{q}{V_ф}^{0,833}$
Максимальная скорость воды, м/с.	$V_{\max} = \frac{q}{H_{миё.}}$
Потенциальная глубина размыва, м	$H_{ш.э.} = C \quad H_{миё.}$

Источник: вычисляемые формулы из [1-А]

Стоит отметить, что для расчета потребности в материалах при проведении работ по укреплению берегов рек теперь используется новый алгоритм. В качестве примеров можно привести реки Пяндж и Кызылсу в Восейском районе Хатлонской области. До внедрения этого нового программного комплекса расчеты выполнялись преимущественно с помощью обычного калькулятора, и этот процесс занимал от 10 до 15 дней. С помощью этого специально разработанного программного обеспечения задачу можно выполнить за 5–10 минут. Стоит отметить, что подобные инновационные программы необходимы проектировщикам и инженерам для прогнозирования

потребностей в ресурсах. Данное программное обеспечение уже используется в двух организациях: проектном институте ГУП «Таджикгипроводхоз» и Управлении водных ресурсов бассейна реки Пяндж.

Вторая часть программы выполняет гидравлические расчеты и определяет потребность в материалах для укрепления берегов; она включает следующие функции:

- Дамба с облицовкой бетонными плитами;
- Габионная дамба;
- Канал;
- Водопропускная труба;
- Расчет стоимости проектирования дамбы/насыпи;
- Расчет стоимости проектирования канала;
- Расчет стоимости проектирования отстойника;
- Расчет стоимости проектирования водопропускной трубы;
- Итерационная модель потенциального размыва.

Порядок работы с программой одинаков для всех разделов.

Второй раздел программы выполняет гидравлические расчеты и определяет расход материалов для сооружений по укреплению берегов.

Рассмотрим раздел с облицовкой бетонными плитами. На рисунке 3.1.6 показан интерфейс соответствующего модуля программы. Этот модуль предназначен для выполнения гидравлических расчетов и оценки потребности в материалах для дамбы. В данном методе дамба укрепляется бетонными плитами:

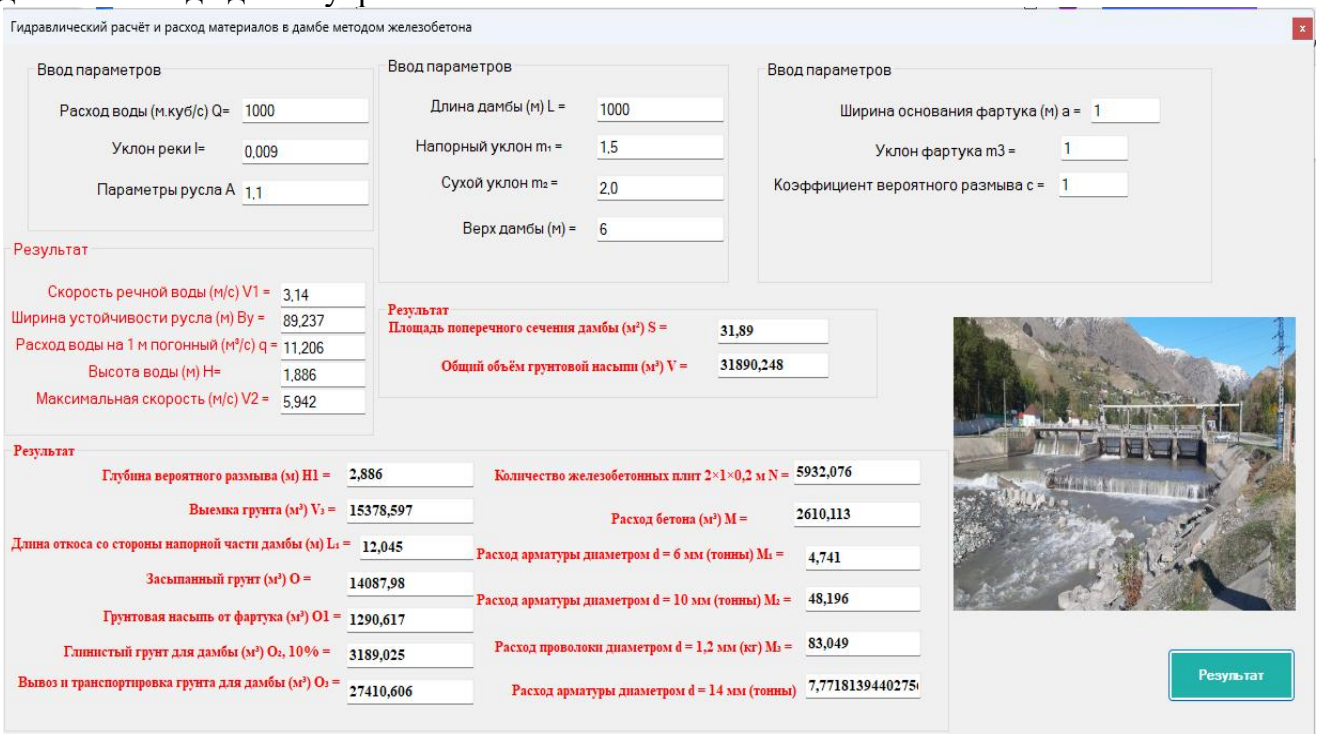


Рисунок 3.1.6. - Интерфейс для выполнения гидравлических расчетов и оценки расхода материалов (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Данный модуль программы выполняет следующие функции:

a. Определяет расход воды и скорость течения реки;
b. Определяет уклон и ширину реки;
c. Определяет параметры русла и уровень воды;
d. Определяет площадь поперечного сечения плотины;
e. Рассчитывает общий объем земляных работ;
f. Рассчитывает глубину размыва;

g. Рассчитывает объемы погрузки и транспортировки грунта для плотины.

Этот раздел программы также определяет параметры бетона и арматуры, включая:

a. Количество железобетонных плит;
b. Расход бетона;
c. Расход арматуры диаметром d=6 мм (в тоннах);
d. Расход арматуры диаметром d=10 мм (в тоннах);
e. Расход арматуры диаметром d=14 мм (в тоннах);
f. Расход проволоки диаметром d=1,2 мм (в килограммах).

Рассмотрим раздел, посвященный габионной укреплению дамбы. На рисунке 3.1.7 представлен интерфейс этой части программы. Данный модуль предназначен для выполнения гидравлических расчетов и определения потребности в материалах для дамбы. В рамках этого метода дамба укрепляется с помощью габионов:

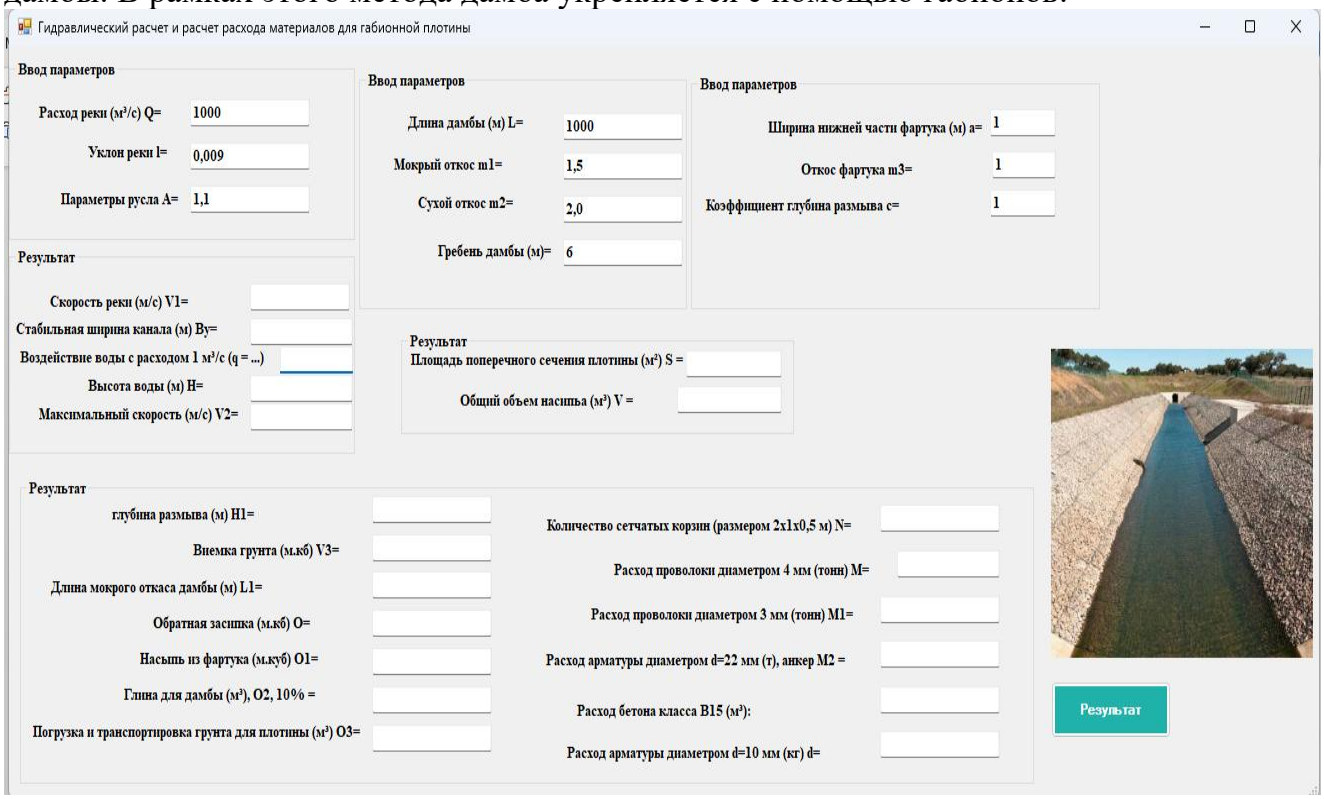


Рисунок 3.1.7. – Окно для выполнения гидравлического расчета и определения расхода материалов (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Данная часть программы выполняет расчет следующих параметров:

a. Скорость течения реки (м/с);
b. Ширина устойчивого русла (м);
c. Сила воздействия воды на 1 м³ (м·кг/с);
d. Глубина воды (м);
e. Максимальная скорость (м/с);
f. Площадь поперечного сечения плотины (м²);
g. Общий объем размыва (м³);
h. Потенциальная глубина размыва (м);
i. Объем выемки грунта (м³);
j. Длина низового откоса плотины (м);
k. Ширина гребня (м);
l. Объем размыва у водобойной плиты (м³);
m. Объем глины/грунта для плотины (м³);

n. Объем погрузки и выемки грунта для плотины (м³);
o. Количество габионов (размером 2×1×0,5 м);
p. Расход проволоки диаметром 4 мм (т);
q. Расход проволоки диаметром 3 мм (т);
r. Расход арматуры (d=22 мм) (т);
s. Расход бетона класса В15 (м³);
t. Расход арматуры (d=10 мм) (кг);
Рассмотрим раздел программы, посвященный расчету стоимости проектирования канала. Этот модуль предназначен для выполнения гидравлических расчетов и определения объемов расхода материалов для канала (см. рисунок 3.1.8):

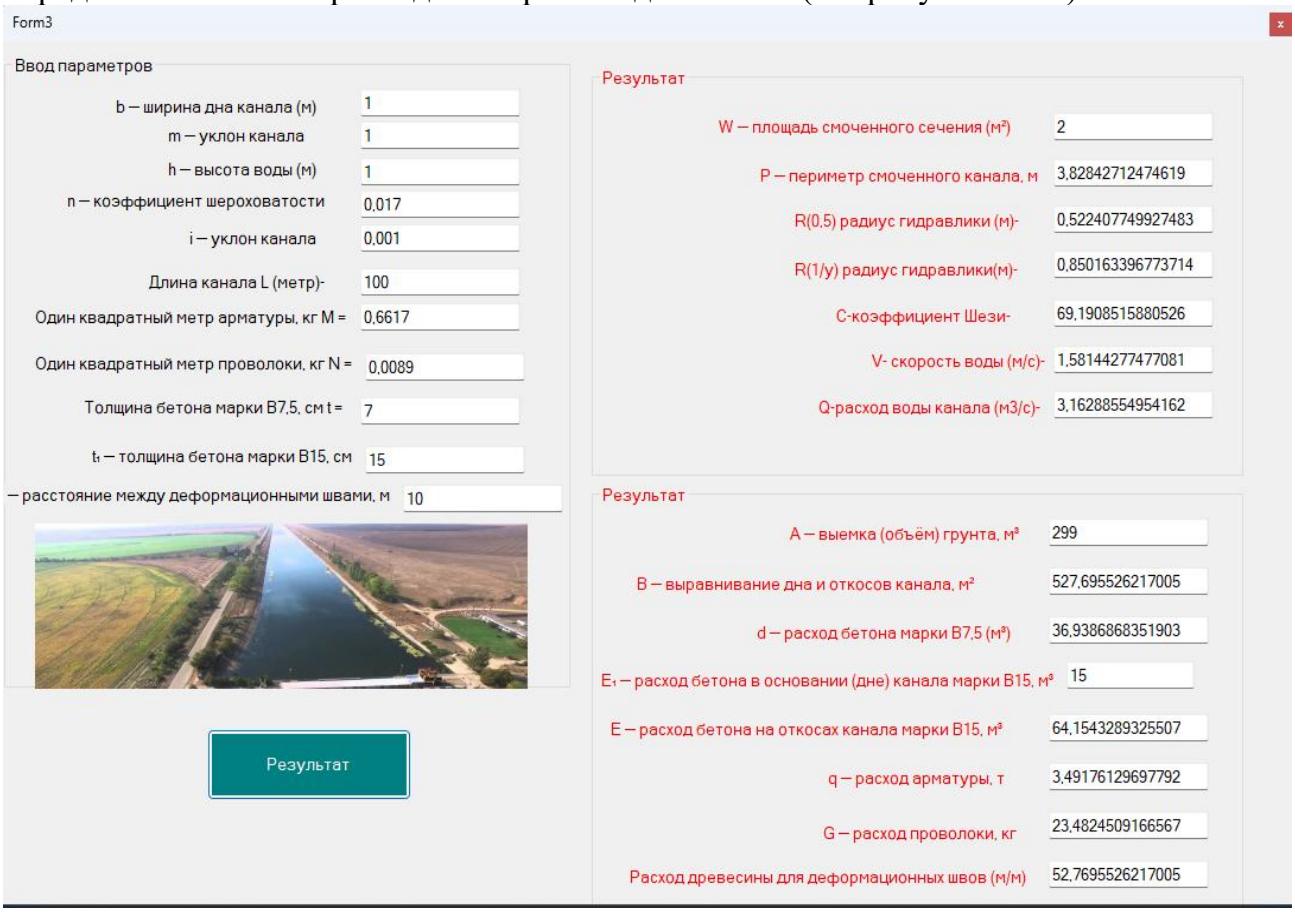


Рисунок 3.1.8. – Гидравлический расчет и определение потребности в материалах для канала (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

В данном разделе получены следующие результаты:
a. Рассчитан объем земляных работ;
b. Выполнено выравнивание дна и откосов канала;
c. Рассчитан расход бетона класса В7.5 (м³);
d. Рассчитан расход бетона класса В15 для дна канала (м³);
e. Рассчитан расход бетона класса В15 для откосов канала (м³);
f. Рассчитан расход арматуры (т);
g. Рассчитан расход проволоки (кг);
h. Рассчитан расход пиломатериалов для опалубки (м/м).

Следующее окно предназначено для расчета земляных работ и укладки труб (см. рисунок 3.1.9):

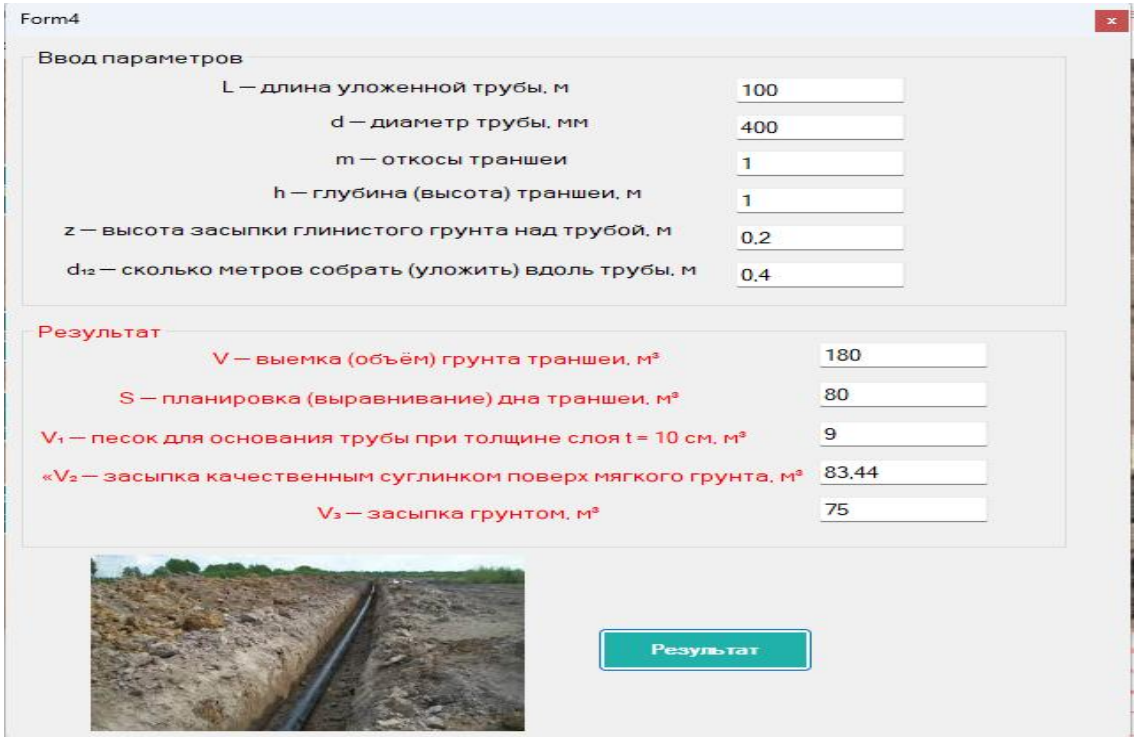


Рисунок 3.1.9. – Окно для расчета земляных работ и укладки трубопроводов (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Еще один раздел программы предназначен для расчета сметной стоимости проектирования плотины (см. рисунок 3.1.10). В этом разделе получаются следующие результаты:

a. Рассчитывается общая стоимость (в сомони);

b.Рассчитывается стоимость укрепления откоса дамбы на участке протяженностью 100 метров;

c. Определяется стоимость укрепления оставшегося участка откоса плотины.

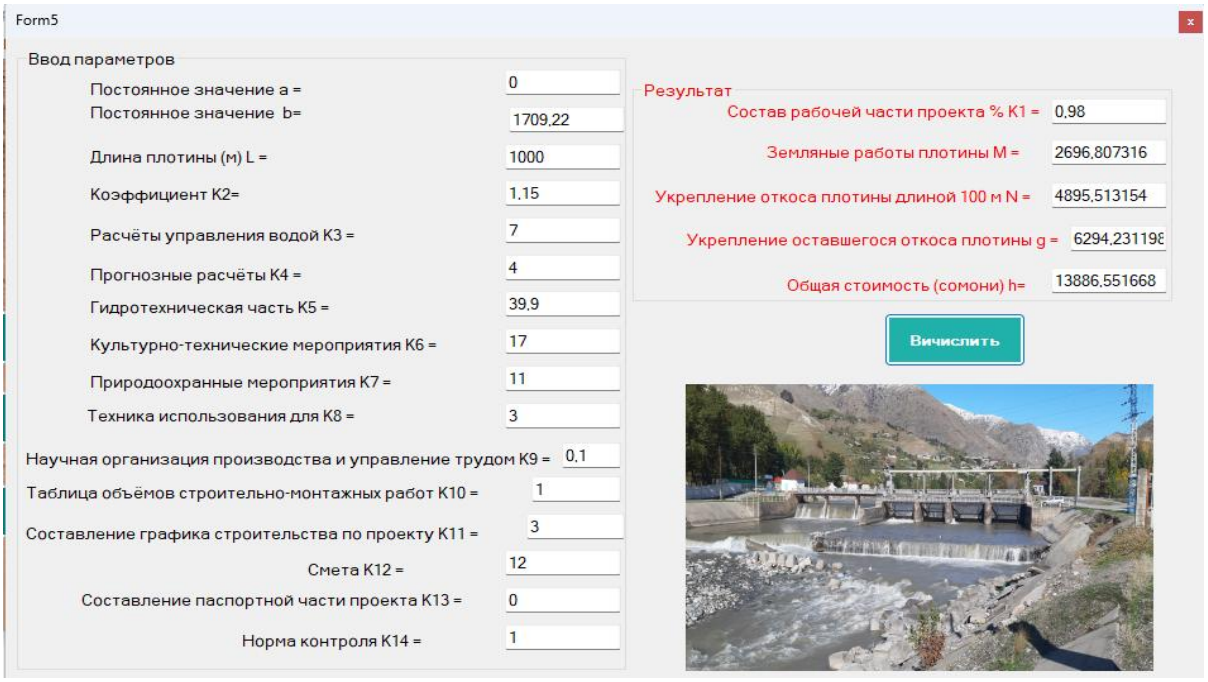


Рисунок 3.1.10. – Расчет проектных параметров плотины (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Еще одна функция программы предназначена для расчета проектной стоимости отстойника (см. рисунок 3.1.11):

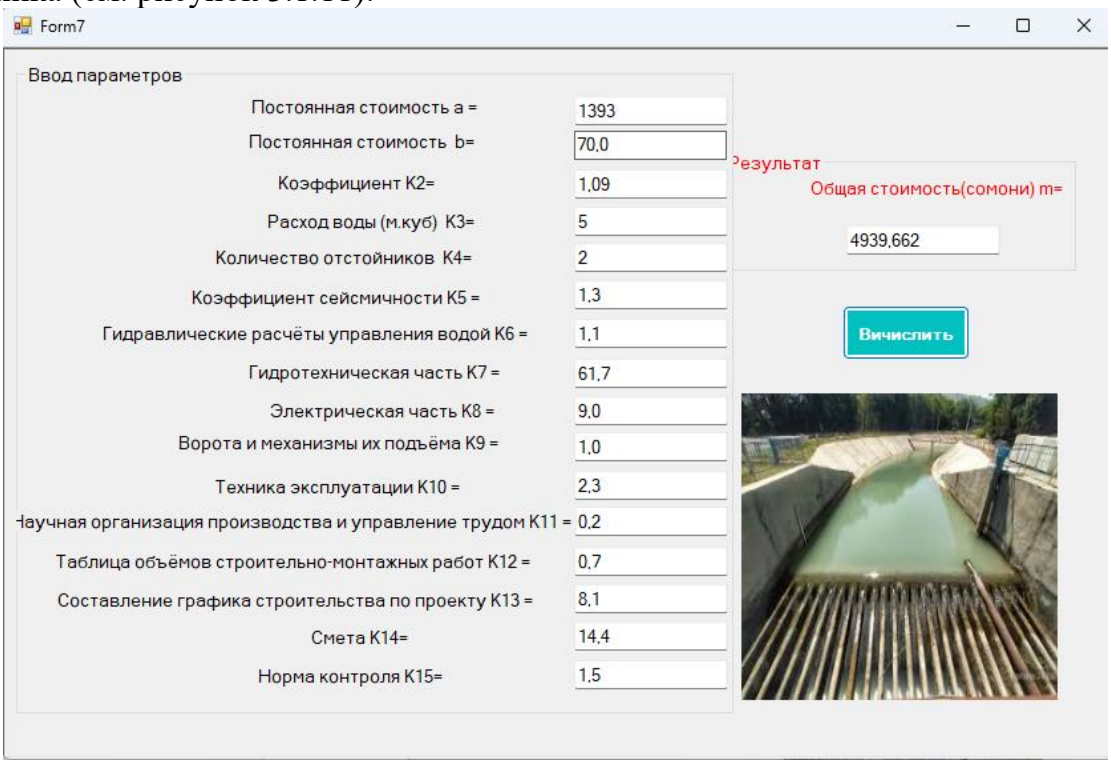


Рисунок 3.1.11. – Окно расчета проектной сметной стоимости отстойника (компьютерная программа, разработанная автором [11-А])

Следующее окно предназначено для расчета сметной стоимости проектирования водопропускной трубы (см. рисунок 3.1.12):

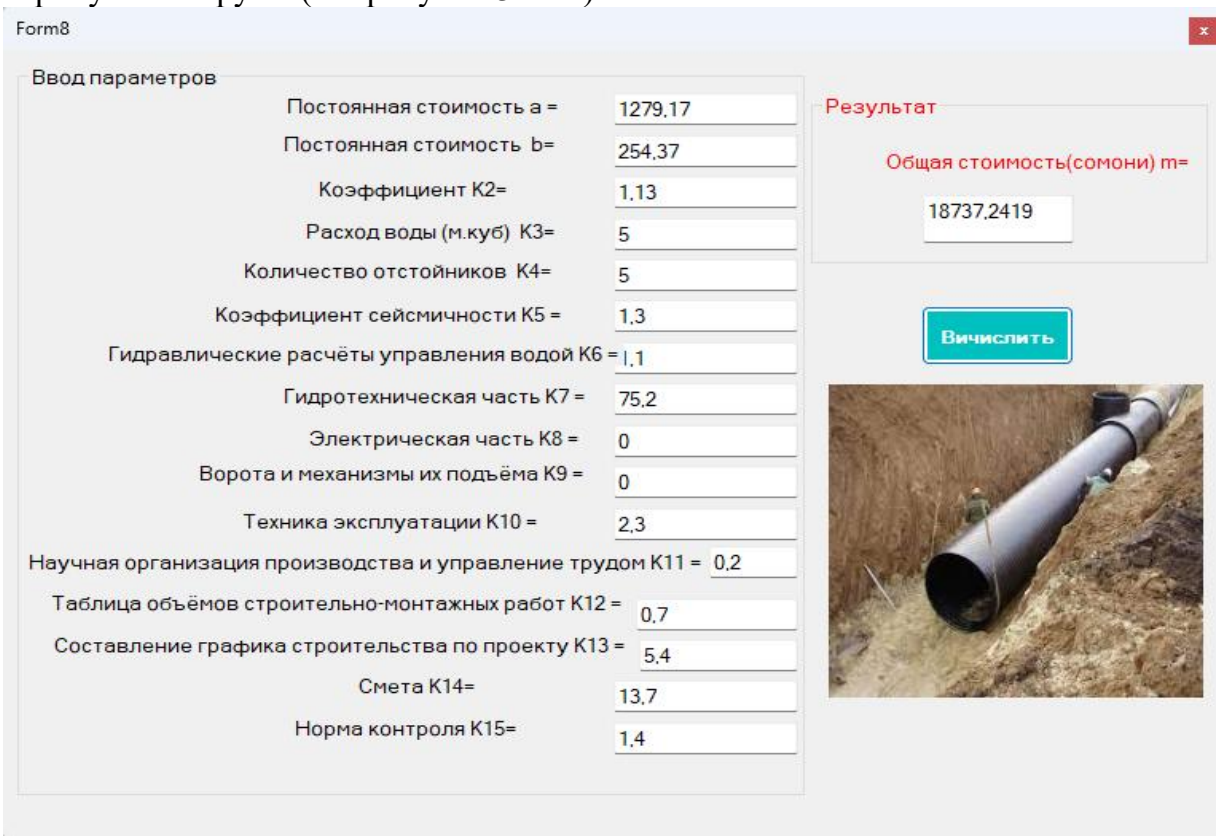


Рисунок 3.1.12. – Окно расчета проектной сметной стоимости дорожной водопропускной трубы (программа, разработанная автором [11-А])

Программа позволяет осуществлять прямой ввод статистических данных.

На основе статистических и прогнозных значений проектные параметры плотины на реке Пяндж (вблизи кишлака Хирманжо) определены следующим образом:

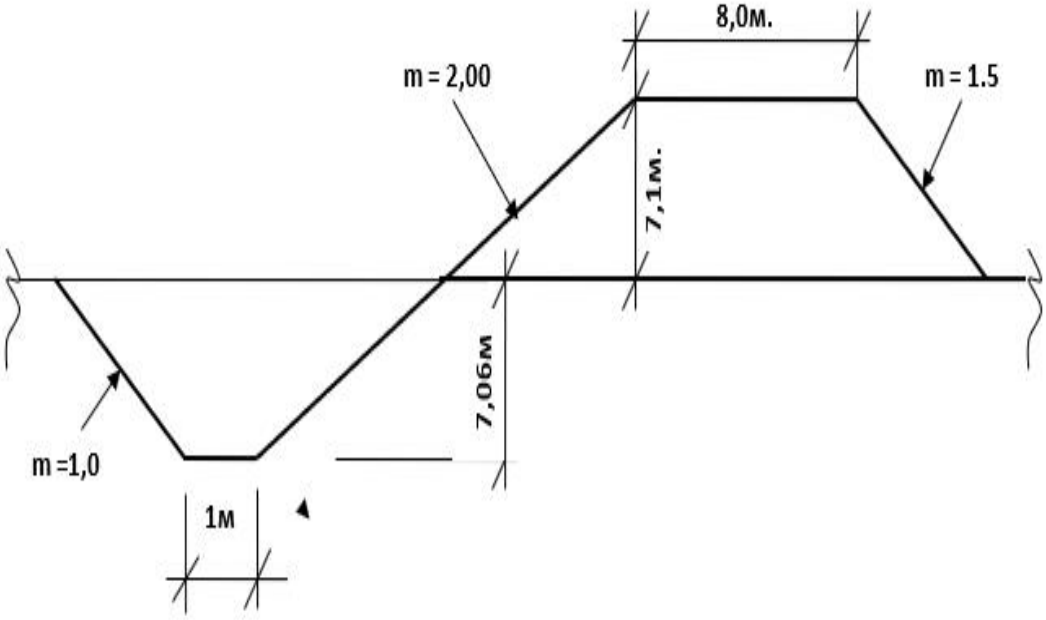


Рисунок 3.1.2. - Проектные параметры плотины (расчеты и обработка выполнены автором с использованием разработанной программы [11-А])

Гидравлические расчеты речного потока выполняются с использованием разработанной программы «Комплекс программ для автоматизации гидравлических расчетов гидротехнических сооружений и определения объемов расхода материалов»[11-А]. «Для стабилизации вышеупомянутой плотины используются следующая таблица» [6]

Таблица 3.1.3. - Используемые материалы

Перечень видов работ	**Единица измерения**	**Количество**
Объем грунта для канала	$м^3$	130493
Грунт для обратной засыпки	$м^3$	126468
Глинистый грунт для плотины	$м^3$	19574
Погрузка и транспортировка грунта	$м^3$	172142
Железобетонные плиты (2 × 1 × 0,2 м)	шт	19006
Расход бетона	$м^3$	8363
А) Арматурный стержень (d=6 мм)	тонна	15,2
В) Арматурный стержень (d=10 мм)	тонна	154,4
С) Арматурный стержень (d=14 мм) для монтажных петель	тонна	23,6
Вязальная проволока (d=1,2 мм)	тонна	266,1

ВЫВОДЫ

Результаты диссертационного исследования представляют собой новое комплексное решение актуальной проблемы, включающее прогнозирование

экстремальных гидрологических условий (пиковых уровней воды и максимальных расходов), расчет потребности в строительных материалах, оценку сопутствующих затрат, а также метод усиления плотины. В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты:

- ✓ с использованием языка программирования C# разработан новый программный комплекс для прогнозирования экстремальных уровней воды в реках, расчета потребности в строительных материалах и определения сопутствующих затрат [11-А];
- ✓ разработка алгоритма автоматизации расчета расхода материалов для работ по укреплению берегов рек Кызылсу и Кафирниган, а также решений на основе имеющихся источников [1-А, 2-А, 4-А, 6-А, 8-А, 11-А];
- ✓ разработка алгоритма прогнозирования экстремальных гидрологических условий на реке Пяндж и анализ вопросов прогнозирования на основе имеющихся источников [6-А, 7-А, 10-А];
- ✓ анализ прогностических моделей для экстремальных уровней воды в реках и их применение [5-А, 12-А];
- ✓ выбор метода берегозащиты и стабилизации берега реки Кофарнихон на основе разработанной программы [3-А, 9-А, 11-А].

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты, полученные в диссертации, имеют практическую значимость. Они могут быть использованы для прогнозирования экстремальных гидрологических условий - таких как пиковые и минимальные уровни воды, а также высокие или низкие расходы воды, - и для автоматизации расчета материалов для укрепления берегов на всех гидротехнических сооружениях республики. Кроме того, эти результаты могут найти применение в органах мелиорации. На основе разработанного программного комплекса возможно проведение специализированного учебного курса для студентов.

Разработанные алгоритмы позволяют эффективно использовать водные ресурсы страны. Методы прогностического моделирования дают возможность создавать надежные берегоукрепительные сооружения - например, укрепления берегов рек и каналов, рассчитанные на многовековую эксплуатацию.

Эти результаты могут быть также использованы другими предприятиями и организациями, непосредственно занимающимися управлением водными ресурсами и строительством гидротехнических сооружений, в том числе проектами по укреплению берегов рек и каналов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Абрамовиц, М.* Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами [Текст] / М.Абрамовиц, И. Стиган.М.: Наука, 1979.-832 с.

[2] *Алперин, И.Е.* Укрепление берегов судоходных каналов, рек и водохранилищ [Текст]/ И.Е.Алперин, Л.С.Быков, В.Б. Гуревич. -М.: Транспорт, 1973. -216 с.

[3] *Алтунин, В.С.* Защитные покрытия оросительных каналов [Текст]/ В.С. Алтунин, В.А. Бородин, *В.Г.* Ганчиков, Ю.М. Косиченко. -М.: -1987.-160 с.

[4] *Алтунин, С.Т.* Защита берегов от размыва [Текст]/С.Т. Алтунин. Ташкент, 1939. -274 с.

[5] *Алтунин, С.Т.* Регулирование русел: [учебное пособие для гидромелиоративных институтов и факультетов] [Текст] / С. Т. Алтунин. – Изд. 2-е. – Москва: Сельхозиздат, 1962. – 351, [1] с.: ил., схем., табл. – (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений): 0.82.

[6] *Артамонов,* К.Ф. Регулировочные сооружения и работы на реках в предгорных районах [Текст]/ К.Ф. Артамонов. – Фрунзе, 1957. – 321 с.

[7] *Ахмедов, Х.*М. Эрозия почв Таджикистана и методы борьбы с ней[Текст]/ Х.М.Ахмедов // Автореф. дисс. докт.с.-х.н. Душанбе. 1996. -28 с.

[8] *Бальзанников, М.И.* Инновационные решения гидротехнических сооружений конкурсных выпускных работ [Текст]/М.И.Бальзанников, С.В.Евдокимов, А.А.Михасек // Научное обозрение. 2014. № 5. -С. 92-100.

[9] *Бальзанников, М.И.* Обеспечение защиты городских территорий от затопления паводковыми водами [Текст]/ М.И.Бальзанников, В.В.Кругликов, А.А.Михасек // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 11. С. 61-64.

[10] Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025(аз 30 декабри соли 2015, № 791).

[11] *Виноградов, Ю. Б.* Математическое моделирование в гидрологии [Текст]/ Ю. Б Виноградов, Т. А. Виноградова – М.: Академия, 2010. – 304 с.

[12] *Гайдукова, Е.В.* Гидрологические прогнозы [Текст]/ Е.В. Гайдукова, Н.В. Викторова. СПб.: РГГМУ, 2021. – 92 с.

[13] *Комилиён, Ф.С.* Мушкилоти амсиласозии математикӣ ва компютерии экоситемаҳои махзанҳои обӣ дар Тоҷикистон ва арзёбии динамикаи захираҳои биологии онҳо [Матн]/ Ф.С. Комилиён // Паёми ДМТ. Бахши илмҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва ҷамъиятӣ. Душанбе, 2023. Саҳ.98-119.

[14] *Комилов, О.К.* Планово-высотное регулирование русел предгорных и долинных участков рек [Текст]/ О.К.Комилов, Д.Д.Абдуллов // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. 2022. № 2. С. 92-96.

[15] *Курбанов, С.О.* Теоретические основы и экологические проблемы регулирования русел рек, каналов и водохозяйственного строительства на Юге России [Текст] / С. О. Курбанов, А. А. Созаев // Юг России: экология, развитие. -2008. -№1. -С. 99-104.

[16] *Наботов Ф.С.* Становление и развитие водохозяйственной системы и освоение новых земель Кулябского региона Хатлонской области Республики Таджикистан (20-е - 80-е гг. xx в.)[Текст] / Ф.С. Наботов //Диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук. Таджикский национальный университет. 2018

[17] *Пулатов, Я.Э.* Интегрированное управление водными ресурсами Таджикистана [Текст]/Я.Э. Пулатов, Я.П. Барбара, Ш.Я. Пулатов //Водные ресурсы, энергетика и экология. 2023. Т. 3. № 1. С. 14-24.

[18] *Саттаров, М.А.* О поливе и растекании бугров грунтовых вод в слабонеоднородных по вертикали пластах [Текст]/ М.А. Саттаров // В сборнике: Роль информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии Республики Таджикистан. Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 282-287.

[19] *Чебанова, Е.Ф.* Прогноз деформации русла реки при выполнении противопаводковых мероприятий [Текст]/ Е. Ф. Чебанова // В сб.:Научное обеспечение агропромышленного комплекса – сб. ст. По матер. 72-й науч.-практ. конф. преподавателей по итогам нир за 2016г.-Отв. за вып. А. Г. Кощаев, 2017. – 215 с.

[20] *Шарофиддинов, С.С.* Гидрологическое прогнозирование с использованием модели modsnow в бассейне реки Яхсу [Текст]/ С.С.Шарофиддинов, А.А.Гулахмадов // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2023.№ 2(191). С. 91

[21] *Шерматов, Н.* Асосҳои таҳлили регрессионӣ [Матн]/ Н.Шерматов, Р.Н. Одинаев, Қ.С. Шакарбеков. Душанбе -2019. -66 саҳ.

[22] *Malakar, K.* Flood Frequency Analysis Using Gumbel's Method: A Case Study of Lower Godavari River Division, India [Text]/ K. Malakar //. J. Sci. Comput. 2020, 2, 33-51.

[23] *Onen, F.* Prediction of Flood Frequency Factor for Gumbel Distribution Using Regression and GEP Model [Text] / F. Onen; T. Bagatur // Arabian J. Sci. Eng. 2017, 42, 3895-3906.

Список научных публикаций соискателя ученой степени

а) Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан:

[1-А]. Фатхуллоев Н.И. Об одном алгоритме автоматизации и берегоукрепительных работ дамб реки Кызылсу Восейского района [Текст]/ Н. И. Фатхуллоев, М.К. Арабов//Вестник Таджикского национального университета.Серия естественных наук.-Душанбе:ТНУ, 2020.-№4.-Стр. 87-93.

[2-А]. Фатхуллоев Н.И. Численный расчёт берегозащитная дамба на левом берегу реки Кафарниган Кабадианского [Текст] / Н. И. Фатхуллоев // Вестник Бохтарского

государственного университета. Серия естественных наук. -Бохтар:БГУ, 2021. - Стр. 69-74.

[3-А]. Фатхуллоев Н.И. Модели математикии устувории соҳилмустаҳкамкунӣи дарёи Кофарниҳони ноҳияи Қубодиён [Текст] / Н. И. Фатхуллоев // Паёми ДМТ. Бахши илмҳои табий. 2022. - № 4. - Саҳ. 64-73.

[4-А]. Фатҳуллоев Н.И. Истифодаи модели математики ва маълумотҳои геоэкологӣ барои оптимизасиякунонии масрафи корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ (дар мисоли дарёи Қизилсу) [Текст] / Н. И. Фатхуллоев // Журнали илм ва иноватсияи ДМТ. Бахши илмхои геологӣ ва техникӣ 2023. - №1. -Саҳ. 177- 181.

[5-А]. Фатҳуллоев Н.И. Математическая модель прогнозирования экстремальных гидрологических характеристик на основе регрессионного анализа и теории условных логнормальных распределений [Текст] / Н.И. Фатхуллоев, И.Дж. Нуров, М.К. Арабов // Журнали илм ва инноватсияи ДМТ. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ 2026. - №1. - Саҳ. 177- 194.

[6-А]. Фатҳуллоев Н.И. Пешгӯӣ намудани сатҳи оби дарёи Панҷ дар асоси маълумотҳои оморӣ бо истифода аз моделҳои математикӣ ва мошинӣ [Текст]/ Н.И. Фатҳуллоев, Н.И. Нуров // Маҷаллаи Фурӯғи илм. Бахши илмҳои табиӣ-риёзӣ 2026. - №2(10). -Саҳ. 100-115.

б) Статьи и тезисы в публикациях конференций:

[7-А]. Фатҳуллоев Н.И. Математическое моделирование автоматизации динамики берегоукрепительных работ на участке (6-ой заставы) реки Пяндж Республики Таджикистан [Текст] /Н. И. Фатхуллоев // Материалы междунар. научно-практической конф., посвященной 70-ой годовщине со дня образования ТНУ.-Душанбе:ТНУ, 2018.- Стр. 116-120.

[8-А]. Фатхуллоев Н.И. Численный расчёт берегозащитная дамба на левом берегу реки Кафарниган Кабадианского района [Текст] /Н.И.Фатхуллоев// Материалы междун. научно-технической конф.-Вологда 2021.-Стр.215-219.

[9-А]. Фатҳуллоев Н.И. Модели математикии худкорсозии корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ дар ҷанубӣ Тоҷикистон [Текст] /Н. И. Фатҳуллоев, И.Ҷ. Нуров// Маводи конференсияи илмӣ-амалии байналмилалӣ дар мавзӯи «Комплексный анализ и его приложения» бахшида «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» , 75 – солагии Корманди шоистаи Тоҷикистон, узви вобастаи АМИТ, доктори илмҳои физикаю-математика, профессор И.Қ. Қурбонов ва 70 солагии доктори илмҳои физикаю- математика, профессор Ҷ.С. Сафаров ш. Бохтар 19 ноябри 2022. -Саҳ. 208- 210.

[10-А].Фатҳуллоев Н.И. Пешгӯи намудани масрафи масолеҳ дар иншоотҳои соҳилмустаҳкамкунӣ [Текст] /Н. И. Фатҳуллоев, И.Ҷ. Нуров// Маводи конференсияи Ҷумҳуриявии илмӣ-амалӣ дар мавзӯи «Тадбиқи технологияҳои иттилоотӣ ва коммуникатсионӣ дар саноатикунонии кишвар» ш. Душанбе 5-декабри соли 2022. -Саҳ. 132-136.

в) Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ на объект интеллектуальной собственности:

[11-А]. Фатҳуллоев Н.И. Шаҳодатнома. Дастаи барномаҳо оиди автоматизатсиякунонии ҳисоби гидравликии иншоотҳои гидротехникӣ ва муайян кардани миқдори масрафи масолеҳ [Текст] / Н.И. Фатҳуллоев, М.Қ. Арабов // Шаҳодатнома дар бораи бақайдгирии расмии барномаи компютерӣ дар шуъбаи ҳуқуқ ва ҳифзи ҳуқуқи муаллифи Вазорати фарҳанги Ҷумҳурии Тоҷикистон (№97, 15.07.2020с.).

[12-А]. Фатҳуллоев Н.И. Шаҳодатнома. ML pipeline PRO Suite [Текст] / Н.И. Фатҳуллоев, М.К. Арабов // Шаҳодатнома дар бораи бақайдгирии расмии барномаи компютерӣ дар хадамоти федералӣ оид ба моликияти зеҳнии Федератсияи Русия (№2026617263, 06.03.2026с.).

Шарҳи мухтасари
диссертатсияи Абдуллозода Нарзулло Исҳоқ дар мавзуи «Пешгӯӣ намудани ҳодисаҳои экстремалии гидрологӣ ва интихоби усулҳои соҳилмустаҳкамкунӣ бо истифода аз моделҳои математикӣ», барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 1.2.8. Моделсозии математикӣ, методҳои ададӣ ва комплекси барномаҳо

Вожаҳои калидӣ: модели математикӣ, барномасозӣ, соҳилмустаҳкамкунӣ, усули Гумбел, регрессияи хаттӣ, ҳисоби гидравликӣ, бурриши кундалангӣ, соҳилмустаҳкамнамоии садд, сатҳи об, қиматҳои экстремалӣ.

Мақсади таҳқиқот. Мақсади асосии таҳқиқоти рисолаи диссертатсионӣ пешгӯӣ намудани сатҳи максималии оби дарёҳо, масрафи максималӣ, интихоби усули соҳилмустаҳкамкунӣ ва худкорсозии ҳисоби масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ, сохтани буриши кундалангии минтақа ва амалӣ намудани он дар намуди маҷмааи барномаи компютерӣ мебошад.

Усулҳои таҳқиқ. Барои ҳалли мақсаду вазифаҳои дар тадқиқот гузошташуда аз методҳои таҳлили оморӣ, ҳисобҳои таҷрибавӣ, назарияи маҷмуъҳо, таҳлили системавӣ, амсиласозии математикӣ ва компютерӣ, барномасозии ба объект нигаронидашуда барои таҳияи воситаҳои барномавӣ ва коркарди манбаи додаҳои релятсионӣ истифода шудааст.

Навгонии илмии таҳқиқот. Дар рисолаи диссертатсионӣ натиҷаҳои асосии зерин ба даст оварда шудаанд:истифодаи амсилаҳои математикӣ дар пешгӯӣ намудани сатҳи оби дарё, ҳисоби гидравликии оби дарё пешниҳод (ҳисоб) карда шуд, бурриши кундалангии экосистема (минтақа) сохта шуд, комплекси нави барномаҳо, ки барои пешгӯӣ намудани сатҳи баландтарни об, масрафи максималӣ ва ҳисоб кардани масрафи масолеҳи соҳилмустаҳкамкунӣ мусоидат менамояд, тартиб дода шудаанд, таъмин намудани устуворияти иншооти соҳилмустаҳкамкунӣ.

Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии таҳқиқот. Аҳамияти назариявии таҳқиқот дар истифода ва асосноккунии модели Гумбел, ки бо истифода аз маълумотҳои оморӣ барои пешгӯӣ намудани сатҳи баландтарини оби дарё истифода гардидааст, ифода меёбад. Натиҷаҳои бадастомада имконият медиҳанд, ки сатҳи максималии оби дарё барои солҳои оянд пешгӯӣ карда шуда, дар асоси он масрафи масолеҳи сохтмонӣ барои корҳои соҳилмустаҳкамкунӣ ҳисоб карда шавад. Пешгӯии дуруст ва бо мавқеъи сатҳи об барои ҳимояи инфрасохтор, муҳофизати аҳолӣ ва идоракунии захираҳои обӣ мусоидат мекунад. Бо такя ба ин модел меъёрҳои муҳандисӣ барои сохтмони садд, пулҳо ва дигар иншоотҳои гидротехникӣ асоснок карда мешаванд.

Аҳамияти илмию амалии кор аз он иборат аст, ки натиҷаҳои назариявӣ бо формулаҳои ҳисобӣ ва алгоритмҳои сохташуда барои дар амалия татбиқ намудан имконият медиҳад. Дар асоси натиҷаҳои ба даст омада дар забони барномасозии C# муҷтамаи барномаҳо сохта шудаанд, ки дар асоси сатҳи пешгӯикардашудаи оби дарё ва вобаста аз усули соҳилмустаҳкунӣ масрафи масолеҳи сохтмонӣ ҳисоб карда мешавад.

Усулҳо ва алгоритмҳои таҳиякардашуда метавонанд дар тамоми дарёҳои ҷумҳурӣ, ки ниёз ба соҳилмустаҳкамнамоӣ доранд ва ё сатҳи обро мехоҳанд барои солҳои оянда пешгӯӣ намоянд, истифода гарданд.

АННОТАЦИЯ

диссертации Абдуллозоды Нарзулло Исхока на тему «Прогнозирование экстремальных гидрологических явлений и выбор методов укрепления берегов с использованием математических моделей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.8. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Ключевые слова: математическая модель, программирование, берегоукрепление, метод Гумбеля, линейная регрессия, гидравлический расчет, поперечное сечение, берегоукрепление дамбы, уровень воды, экстремальные значения.

Цель исследования. Основной целью диссертационного исследования является прогнозирование максимальных уровней и расходов воды в реках, выбор метода берегозащиты, автоматизация расчета необходимых для берегозащиты материалов, построение профилей поперечных сечений участка и реализация этих процессов с помощью комплекса компьютерных программ.

Методы исследования. Для решения поставленных целей и задач исследования использовались следующие методы: статистический анализ, экспериментальные расчеты, теория множеств, системный анализ, математическое и компьютерное моделирование, а также объектно-ориентированное программирование для разработки программного обеспечения и обработки реляционных баз данных.

Научная новизна исследования. В диссертации получены следующие основные результаты: применение математических моделей для прогнозирования уровней воды в реках, разработка метода гидравлического расчета речного потока, построение профиля поперечного сечения экосистемы (зоны), разработка нового программного комплекса, предназначенного для прогнозирования пиковых уровней воды и максимальных расходов, а также для расчета необходимого количества материалов для укрепления берегов, обеспечение устойчивости берегоукрепительных сооружений.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования. Теоретическая значимость исследования заключается в применении и апробации модели Гумбеля, использующей статистические данные для прогнозирования пиковых уровней воды в реках. Полученные результаты позволяют прогнозировать максимальные уровни воды на будущие периоды, что дает возможность рассчитать потребность в строительных материалах для проведения работ по укреплению берегов. Точное и надежное прогнозирование уровня воды способствует защите объектов инфраструктуры и населения, а также эффективному управлению водными ресурсами. На основе данной модели разрабатываются инженерные нормативы для строительства плотин, мостов и других гидротехнических сооружений.

Научно-практическая значимость работы заключается в том, что полученные теоретические результаты включающие расчетные формулы и разработанные алгоритмы допускают практическое применение. На их основе был создан программный комплекс на языке C#, позволяющий рассчитывать расход строительных материалов с учетом прогнозируемых уровней воды в реке и применяемого метода укрепления берега.

Разработанные методы и алгоритмы могут быть применены ко всем рекам республики, требующим укрепления берегов или прогнозирования уровня воды на предстоящие годы.

ANNOTATION

of the dissertation by Abdullozoda Narzullo Iskhok on the topic «Forecasting Extreme Hydrological Events and Selecting Methods of Bank Protection Using Mathematical Models», submitted for the degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 1.2.8. Mathematical Modeling, Numerical Methods, and Software Complexes

Keywords: mathematical model, programming, bank protection, Gumbel method, linear regression, hydraulic calculation, cross-section, bank protection, water level, extreme values.

Research Objective. The main objective of the dissertation research is to forecast maximum water levels and discharges in rivers, select appropriate methods of bank protection, automate the calculation of materials required for bank protection, construct profiles of cross-sections of the study area, and implement these processes using a suite of computer programs.

Research Methods. To achieve the stated goals and objectives, the following methods were used: statistical analysis, experimental calculations, set theory, systems analysis, mathematical and computer modeling, as well as object-oriented programming for software development and relational database processing.

Scientific Novelty of the Research. The dissertation presents the following main results: application of mathematical models for forecasting river water levels; development of a method for hydraulic calculation of river flow; construction of cross-sectional profiles of the ecosystem (zone); creation of a new software package designed for forecasting peak water levels and maximum discharges, as well as for calculating the required amount of materials for bank reinforcement; and ensuring the stability of bank protection structures.

Theoretical and Scientific-Practical Significance of the Research. The theoretical significance of the study lies in the application and validation of the Gumbel model, which uses statistical data to forecast peak river water levels. The results obtained enable forecasting maximum water levels for future periods, enabling the calculation of construction material requirements for bank stabilization. Accurate and reliable water level forecasting contributes to the protection of infrastructure and populations, as well as to the effective management of water resources. This model is being used to develop engineering standards for the construction of dams, bridges, and other hydraulic structures.

The scientific and practical significance of the work lies in the fact that the obtained theoretical results, including calculation formulas and developed algorithms, allow for practical application. Based on these results, a C# software package was developed for calculating construction material consumption based on forecasted river water levels and the bank stabilization method used.

The developed methods and algorithms can be applied to all rivers in the republic requiring bank stabilization or water level forecasting for future years.