И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Б. Ельцин атындагы Кыргыз-Орус Славян университети

Д 01.25.711 Диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда

УДК 532.546

Токтогулова Айчурек Шеркуловна

КЫРГЫЗСТАНДА СЕЛ АГЫМЫНАН КОРГОНУУНУН ЖАНА ДАРЫЯЛАРДАГЫ МУЗ ТЫГЫНДАРЫН ЖОК КЫЛУУНУН ЫКМАЛАРЫН ЖАНА ТҮЗҮЛҮШТӨРҮН ИШТЕП ЧЫГУУ

01.02.05 – Суюктуктардын, газдардын жана плазмалардын механикасы

Физика-математика илимдеринин кандидаты илимий
даражасын алууга арналган диссертациянын

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т Ы

Бишкек – 2025

Диссертация И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин Маалыматтык технологиялар институтунда аткарылган.

Илимий жетекчиси:	**Кабаева Гүльнара Джамалбековна** физика-математика илимдеринин доктору, профессор, И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекетти техникалык университетинин Маалыматык технологиялар институтунун директору
Расмий оппоненттери:	физика-математика илимдеринин доктору, профессор
	физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент
Жетектөөчү мекеме:	

Диссертацияны коргоо 2025-жылдын “__” ____________саат ___дө И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинде илимдердин доктору (кандидаты) илимий даражасын алуу үчүн диссертацияларды коргоо боюнча Д 01.25.711 диссертациялык кеңешинин отурумунда болот. Дареги: 720044, Кыргыз Республикасы, Бишкек ш., Ч. Айтматов пр., 66, кичи актовый зал (МАЗ, 1/257).

Диссертация менен И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин китепканасынан таанышууга болот. И.Раззакова. Автореферат боюнча рецензияңызды мөөр менен күбөлөндүрүлгөн кол коюу менен эки нускада төмөнкү дарекке жөнөтүңүз: 720044, Бишкек шаары, Ч.Айтматов проспектиси, 66, Диссертациялык кеңеш 01.25.711.

Диссертацияны коргоонун онлайн трансляциясынын идентификациялык коду ________________________

Автореферат 2025-жылдын "__" ___________ таратылып берилди.

Д 01.25.711 Диссертациялык кеңешинин
илимий катчысы, физика-математика
илимдеринин кандидаты, доцент Ж.Ж. Доталиева

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Кыргызстанда төмөнкү табигый жана техногендик кубулуштар кеңири таралган: дарыялардын тыгындары жана музылайлары бар сел агындары, бул жалпыга белгилүү жана коркунучтуу кубулуш – суу ташкынына алып келет.

Акыркы жылдарда Кыргызстандын климатына мүнөздүү болгон кескин жылуу фонунда кышкы мезгилде калың кардан кийин пайда болуп, дарыяларда муз тыгындары пайда болгон мындай көрүнүштөргө күбө болуудабыз.

Бул көрүнүштүн ачык мисалдары 2012-2013 жана 2017-2018-жылдардын кышында болуп, 2022-2023-жылдардын кышында Ала-Арча дарыяда, суу бөлүштүргүч система (СБС) Бишкектеги Скрябин көчөсүндө, айрыкча көпүрөлөрдүн астында жана бир катар аймактарда кайталанган. Бул физикалык процесстер музылай камтыган селдердин кесепеттерине алып келет.

КР Өзгөчө кырдаалдар министрлигинин эсеби боюнча дарыянын жээгинде жайгашкан СБС менен Ала-Арча дарыясында, биринчи топтогу тыгын пайда кылуучу тоскоолдуктарды билдирет. Кайталануучу кубулуштардын кесепеттерин жоюу жана дарыя жээгинде коркунучтун алдын алуу менен дарыянын жээгинде коркунучту күтүп, узак убакыт бою нөөмөттө турган техникасы бар адамдардын күнү-түнү дарыянын аркы жагында кам көрүүсү алда канча кымбатка турганы анык. коргоо чараларына чыгымдар.

Диссертациянын темасынын артыкчылыктуу илимий багыттар, негизги илимий программалар (долбоорлор), билим берүү жана илимий мекемелер тарабынан жүргүзүлүп жаткан ири илимий долбоорлор, мамлекеттик жана эл аралык программалар менен байланышы. Тема 2040-жылга чейин Кыргыз Республикасынын Жарандык коргонуунун мамлекеттик тутумун өнүктүрүү жана табигый кырсыктардын коркунучун азайтуу стратегиясы менен түз байланышта. Иш өз ыктыяры менен аткарылды.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери. **Изилдөөнүн максаты** – музылай камтыган селдердин динамикасынын математикалык моделин, тыгындардан коргоонун ыкмаларын жана каражаттарын иштеп чыгуу.

Белгиленген максат диссертацияда төмөнкү **милдеттерди** чечүү аркылуу ишке ашты:

1. Бул багыттагы теориялык жана эксперименталдык изилдөө ыкмаларын жана илимий эмгектерди талдоо.

2. Музылайы бар селдин эки фазалуу агым түрүндөгү кыймылын чагылдырган механикалык-математикалык моделди иштеп чыгуу.

3. Музылай камтыган селдин динамикасынын формулировкаланган моделинин сандык чечими.

4. Изилдеп жаткан кубулуштардын кесепеттеринен коргоо боюнча практикалык сунуштарды иштеп чыгуу.

Иштин илимий жаңылыгы төмөнкүдөй:

1. Ала-Арча дарыясынын нугунун мисалында музылай камтыган селдин пайда болуу процесси изилденген.

2. Биринчи жолу эки фазалуу математикалык модел сунушталды, мында суу ташуучу суюк фаза, ал эми музылай катуу фаза болуп саналат, ал музылай камтыган селдин динамикасын сүрөттөйт.

3. Агым боюнча корголгон объекттен булганган заттарды алып салуу үчүн орнотулган чектөөлөрдү колдонуу менен музылай камтыган сел тилинин кыймылын баштапкы контролдоонун жаңы ыкмасы сунушталат.

4. Дарыяларда муз тыгындарын пайда кылуудан жана чөкмөлөр менен музылай бар селден коргоо маселесин чечүүгө мүмкүндүк берүүчү приборлор иштелип чыкты, алар үчүн ойлоп табууларга патенттер алынган.

Алынган натыйжалардын практикалык мааниси.

1. Эки фазалуу музылайлуу селдин математикалык модели алынды, анын чечилиши гидротехникалык курулушта (ГТК) чөкпөөнү болтурбоо боюнча практикалык натыйжаларды алууга мүмкүндүк берет.

2. Музылай камтыган селдердин пайда болушун жана агымын изилдөөнүн натыйжалары 2019-жылы “Сел агындыларынан коргоо үчүн түзүлүш” ойлоп табуусу үчүн № 2040 патент алууга мүмкүндүк берди.

3. Дарыяларда муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөө үчүн дарыянын нугунда муздун тыгынынын бүтүндөй көлөмүнүн кыймылсыздыгын камсыз кылуу менен муздун астынан сууну буруу ыкмасы жана прибору сунушталат. Бул үчүн 2019-жылы “Дарыяларда муз тыгындарынын алдын алуу үчүн курулма” ойлоп табуусу үчүн № 2041 патент алынган.

4. Дарыянын нугун бойлой жогорку зонадан музылай камтыган стихиялуу селди жоюу максатында 2021-жылы “Дарыялардагы тыгындардын пайда болушун алдын алуу үчүн гидротехникалык курулмалар” ойлоп табуусуна № 2250 патент алынган.

5. Кыргыз Республикасынын Өзгөчө кырдаалдар министрлигине Ала-Арча дарыясында муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөөчү гидротехникалык курулушту ишке ашыруу боюнча сунуштама иштелип чыкты жана суу бөлүштүрүүчү түзүлүштү модернизациялоо долбоору иштелип чыкты. жана долбоор ишке ашырылгандан кийин гидротехникалык курулушта муз тыгындары азайтыла турган участок.

Коргоо үчүн коюлган диссертациянын негизги жоболору:

1. Музылай камтыган селдин динамикасынын эки фазалуу математикалык моделин иштеп чыгуу.

2. Музылайы бар селдин эки фазалуу моделинин сандык чыгарылышы.

3. Дарыясынын кооптуу тилкелеринде музылай камтыган селдердин тосулуп калуусун алдын алуу максатында Ала-Арча дарыясынын нугун модернизациялоо.

4. Ала-Арча дарыясында тыгындын пайда болушуна жол бербөөчү ГТКны ишке ашыруу боюнча сунуштар.

Изденүүчүнүн жеке салымы. Диссертация автор тарабынан жүргүзүлгөн өз алдынча изилдөөнүн натыйжасы болуп саналат. Автордун жеке салымы коюлган максатка жетүү үчүн ыкмаларды тандоодон, изилдөөлөрдү жүргүзүүдөн, алынган натыйжаларды талдоодон жана корутундуларды түзүүдөн турат.

Иштин жыйынтыктарынын апробациясы. Бул диссертацияны изилдөөнүн жүрүшүндө алынган натыйжалар төмөнкү эл аралык жана улуттук конференцияларда жана семинарларда баяндалган. Диссертациялык иштин негизги жоболору жарыяланды жана билдирилди: бир эмгек РИНЦ журналында Россия Илимдер академиясынын академиги С.В. Яковлева (Москва, 15-март, 2021-жыл); 2019-жылдын 22-майынан 24-майына чейин Азербайжандын Баку шаарында өткөн "Табигый жана технологиялык тобокелдиктерди минималдаштыруудагы инновациялар" аттуу Биринчи Евразиялык конференциянын алкагында бир иш сунушталды; бир баяндамасы "Тезисттер жыйнагында" жарыяланды, окумуштуу-педагог, физика-математика илимдеринин доктору, профессор, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын мүчө-корреспонденти Р.М. Султаналиеванын 70 жылдыгына арналган "Илимдеги жана билим берүүнүн актуалдуу маселелери жана инновациялары" аттуу эл аралык илимий конференцияда баяндамасы, (Бишкек, 2023).

Жыйынтыктарды басмада жарыялоо. Диссертациялык иш боюнча изилдөөнүн негизги жыйынтыктары 7 илимий макалада, анын ичинде 3 Кыргыз Республикасынын ойлоп табуучулук патентинде жарыяланган.

Диссертаци**янын структурасы жана көлөмү**. Диссертация кириш сөздөн, 4 бөлүмдөн, корутундудан, пайдаланылган адабияттардын тизмесинен турат, машинкада басылган тексттин 121 бетинде баяндалат, 1 таблица, 6 график, 38 сүрөт, 94 аталыштагы адабияттардын тизмесин жана 5 тиркемени камтыйт.

Диссертациянын кыскача мазмуну

Киришүүдө теманын актуалдуулугун негиздеп, изилдөөнүн максаттарын жана милдеттерин формулировкалап, иштин илимий жаңылыгын жана практикалык мааниси көрсөтүлгөн.

Биринчи глава дарыялардагы сел агымдарын жана муз тыгындарын изилдөөнүн маселелери жана методдору боюнча адабияттарды кароого арналган.

Бул кубулуштарды М.П. Псарев, Н.Л. Белов, В.А.Бузин, Р.В.Донченко, Проскуряков, В.П. Берденников, А.Н. Чижов, В.Ф. Перов, К.А. Михайлов, Т.Х. Ахмедов, В.К. Дебольск, А.Т. Ильясов, Б.И. Бийбосунов, Г.И. Логинов, А.И. Бийбосунов, К.Ч. Кожогулов, И.А. Абдурасулов жана башка илимпоздор изилдешкен.

Бул диссертациянын темасына тиешелүү илимий адабияттарды талдоодо негизги басым дарыядагы муз тыгындары сыяктуу жетишээрлик мезгилдүү табигый катастрофалык кубулуштарга бурулган. Табигый байкоолор аркылуу изилденген Ала-Арча дарыясында жана аларды моделдештирүү үчүн тиешелүү теориялык математикалык методдор иштелип чыккан.

Тактап айтканда, дарыянын көп жылдык талаа байкоолорунун натый-жасында Ала-Арча жана Аламүдүн дарыяларынын Бишкек шаарынын чегинде дарыяда муз тоңгондугу аныкталды. Аламүдүн дарыясында табылган жок, муздун тыгынынан негизги тыгындар Ала-Арча дарыясында жайгашкан. Дарыяда муз тыгынынын жоктугунун себептери. Аламүдүн дарыясынын нугу терең, түбү кууш болгондугу менен түшүндүрүлөт. Ал эми дарыянын нугундагы суулар кышында муздун астында агат.

Адабияттарды карап чыгуу Россиянын терең суулуу дарыяларында муз тыгындарынан коргоо маселеси суунун жогорку агымы боюнча муздун жылып кетишин жана музылай агымын буруу жолу менен гана чечилерин көрсөтүп турат. Ошентип, муздак күзүндө суунун бетинен интенсивдүү жылуулук берүүдөн тышкары, агымдын ылдамдыгы аз болгондуктан, тоңуу негизинен жер үстүндөгү муз тыгындары жок болот. Салыштырмалуу жылуу күзүндө, тескерисинче, мындай агымдар муз тыгындарын пайда кылуу үчүн жагымдуу шарттарга ээ, анткени, адатта, катуу жаан-чачындар жана кардын эриши суунун агымынын ылдамдыгын жогорулатууга алып келет. Терең суулуу дарыяларда жылуулук берүүнүн аз интенсивдүүлүгү менен негизинен суу ичиндеги муздар суунун бетинде пайда болот жана ошол эле учурда тоңуу мезгили узакка созулат, бул суу ичиндеги муздун чоң көлөмүнүн топтолушуна шарт түзөт.

Адабияттарды кароодо талдоого алынган иштер терең суулуу дарыялар үчүн каралып, муз катмарлары ачылып, жумушта каралган дарыялар үчүн туура келбейт ар кандай ыкмалар менен жарылып, андан кийин баткак жана муздун жылышына байкоо жүргүзүлөрү жөнүндө кеңири түшүнүк берилди. Анда Ала-Арча дарысында кыштын катаал мезгилинде тыгындар агын

жолдогу тыгын түзүүчү материалдарды алып салуу жана агын суу аркылуу агып өткөн сууда тыгылып калган жабууну бошотуу менен гана жоюлат.

Экинчи бөлүмдө изилдөөнүн методологиясы жана ыкмалары берилип, изилдөөнүн объекти жана предмети мүнөздөлөт.

Изилдөөнүн объектиси болуп Ала-Арча дарыясынын нугундагы музылайлуу суунун агымы саналат. Кышында төмөнкү температурада мындай суунун агымы музылайлардын пайда болушуна алып келет, алардын тоңушу суу бөлүштүрүүчү түзүлүштөрдүн тыгынына алып келет.

Изилдөөнүн методологиясы дарыянын нугундагы суунун агымынын физикалык процесстерин изилдөөдөн турат. Чыныгы суюктуктун агымын белгилөө деп эсептесе болот Ала-Арча дарыясында музылай пайда болгонго чейин, бул агымды изилденүүчү дарыянын нугундагы суунун агымынын математикалык модели катары формулировкалоого мүмкүндүк берет. Ал берилген температурада эки өлчөмдүү координаттар системасында суюктуктун кыймылынын дифференциалдык теңдемелерин чыгарууга негизделген.

Музылай камтыган агым боюнча музылай камтыган селдин динамикасынын теңдемелери Навье-Стокс теңдемесинин системасына негизделиши керек. $p; \upsilon_x; \upsilon_y; \upsilon_z$, төрт параметрин аныктоо үчүн төртүнчү теңдеме керек. Төртүнчү теңдеме – суюктуктун агымынын үзгүлтүксүздүгүнүн дифференциалдык теңдемеси, тиешелүү координат окторунун багыты боюнча ылдамдыктардын проекцияларынын өзгөрүүлөрүнүн суммасы нөлгө барабар экендигин эске алуу менен бир катар өзгөртүүлөрдөн кийин алынган, б.а. :

$$\frac{\partial \upsilon_x}{\partial x} + \frac{\partial \upsilon_y}{\partial y} + \frac{\partial \upsilon_z}{\partial z} = 0.$$

Бул дарыянын жогорку нугунан келген суунун көлөмү суу бөлүштүрүүчү түзүлүш аркылуу агып чыккан суунун көлөмүнө барабар экендигин билдирет жана биз дарыядагы суунун агымынын каалаган бөлүгүндөгү агымдын ылдамдыгынын туруктуулугуна теңдеме алабыз, б.а. суунун агымынын үзгүлтүксүздүгүнүн теңдемеси:

$$\upsilon_1 S_1 = \upsilon_2 S_2 = \upsilon S = Q = const.$$

Үчүнчү бөлүмдө музылай камтыган селдердин динамикасынын негизги теңдемелеринин чыгарылыштары каралган. Иште суюктук жана катуу бөлүкчө түрүндөгү үзгүлтүксүз орто механикасынын модели каралат, алар үзгүлтүксүздүк касиетине ээ, тактап айтканда, массанын бөлүштүрүлүшү жана жеңил кыймылдуулугу. Мындай касиеттерди негиз кылып алып, биз суюктуктун динамикасынын негизги теңдемелерин, ошондой эле илешкектүү суюктуктун динамикасын изилдөөдө ар кандай божомолдор жана

жөнөкөйлөштүрүүлөр боюнча аларды колдонуунун физикалык аймактарын түзөбүз.

Каралып жаткан суюктуктун басымы p, тыгыздыгы ρ, температурасы T ортосундагы байланышты белгилеген абалдын теңдемеси жалпысынан $p = F(\rho,T)$ түрүндө жазылат, мында T – берилген чекиттеги абсолюттук температура.

Декарттык координаттардагы үзгүлтүксүздүк теңдемеси түргө ээ

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\frac{\partial(\rho u)}{\partial x}+\frac{\partial(\rho v)}{\partial y}+\frac{\partial(\rho w)}{\partial z}=0 \qquad (1)$$

Илешкек кысылбаган суюктуктун кыймыл теңдемеси түргө ээ

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}\right)=F_x-\frac{\partial p}{\partial x}+\mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right)$$

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}\right)=F_y-\frac{\partial p}{\partial y}+\mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right) \qquad (2)$$

$$\rho\left(\frac{\partial w}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}\right)=F_z-\frac{\partial p}{\partial z}+\mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right)$$

Суюк фазасы суу жана катуу фазасы музылай болгон эки фазалуу агымдын жалпак абалы үчүн көрсөтүлгөн теңдемелерди төмөнкүчө жазууга болот:

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\frac{\partial(\rho(u_{ж}+u_{т}))}{\partial x}+\frac{\partial(\rho(v_{ж}+v_{т}))}{\partial y}=0 \qquad (3)$$

$$\rho\left(\frac{\partial(u_{ж}+u_{т})}{\partial t}+(u_{ж}+u_{т})\frac{\partial(u_{ж}+u_{т})}{\partial x}+(v_{ж}+v_{т})\frac{\partial(v_{ж}+v_{т})}{\partial y}\right)=$$

$$=F_x-\frac{\partial p}{\partial x}+\mu\left(\frac{\partial^2(u_{ж}+u_{т})}{\partial x^2}+\frac{\partial^2(v_{ж}+v_{т})}{\partial y^2}\right) \qquad (4)$$

$$\rho\left(\frac{\partial(v_{ж}+v_{т})}{\partial t}+(u_{ж}+u_{т})\frac{\partial(u_{ж}+u_{т})}{\partial x}+(v_{ж}+v_{т})\frac{\partial(v_{ж}+v_{т})}{\partial y}\right)=$$

$$=F_y-\frac{\partial p}{\partial y}+\mu\left(\frac{\partial^2 u(u_{ж}+u_{т})}{\partial x^2}+\frac{\partial^2(v_{ж}+v_{т})}{\partial y^2}\right)$$

Ошентип, эки өлчөмдүү формулировкадагы илешкектүү кысылбаган суюктуктун кыймылы үчүн теңдемелер системасы түзүлөт: үзгүлтүксүздүк теңдемелери жана илешкек кысылбаган суюктуктун кыймыл теңдемелери.

Массалык күчтөр берилген деп эсептелсе, анда төрт белгисиз *u, v, w, z* чоңдуктар калат жана аларды аныктоо үчүн төрт теңдемебиз бар. Бирок

белгилей кетүүчү нерсе, бүгүнкү күнгө чейин чоң математикалык кыйынчылыктардан улам Навье-Стокс теңдемелеринин толук түрдө бир да жалпы чыгарылышы алынган эмес, б.а. илешкектүүлүгүн эске алган бардык конвективдик терминдерди сактоо менен. Бирок, ошол эле учурда, кээ бир жеке чечимдер бар. Мисалы, түтүктөгү ламинардык агым үчүн же чектик катмардагы агымдар үчүн, бул конкреттүү чечимдер эксперименталдык натыйжаларга ушунчалык шайкеш келет, ошондуктан Навье-Стокс теңдемелеринин жалпы колдонулушуна шектенүү кыйын.

Кандайдыр бир конкреттүү маселе үчүн чектик катмар теориясынын теңдемелеринин системасын чечүүдө берилген маселенин баштапкы жана чектик шарттарын эске алуу зарыл. Алгачкы шарттар илешкектүү суюктук үчүн идеалдуу суюктуктагыдай эле түзүлөт. Алар кыймыл туруксуз болсо, анда убакыттын белгилүү бир көз ирмеминде баштапкы катары алынган ылдамдык, басым, температура жана тыгыздык координаталардын функциялары катары көрсөтүлөт. Идеалдуу суюктуктан олуттуу айырмачылыктар чек ара шарттарын түзүүдө пайда болот. Идеалдуу суюктук теориясында суюктук кандайдыр бир чектүү салыштырмалуу ылдамдык менен агымдуу дененин бети боюнча жылат деп болжолдонот. Эгерде катуу телону илешкектүү суюктук тегерете айланып агып жүрсө, анда азыркы көз караштар жана эксперименталдык маалыматтар боюнча суюк бөлүкчөлөр телонун бетине жабышат, демек, ылдамдык векторлорунун нормалдуу гана эмес, тангенциалдык компоненттери да жабышат, суюктук менен телонун бетиндеги чекиттерде ылдамдыктар бирдей болушу керек.

Диссертацияда музылайды камтыган туташкан типтеги сел агымдары каралат. Анда суюк жана катуу бөлүкчөлөрдүн (музылай) ылдамдыгы иш жүзүндө бирдей деп болжолдонот. Башкача айтканда, гетерогендүү эки фазалуу системаларда музылай камтыган селдер ламинардуу агым катары, суюк жана катуу фазалар бирдей ылдамдыкта кыймылдашат.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0.$$

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}\right) = F_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) \quad (5)$$

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}\right) = F_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$$

Музылайы бар селдин кыймылынын негизги дифференциалдык теңдемелерин алуу үчүн процесстин эки өлчөмдүү моделинин эки фазалуу агымдарын изилдөөдө колдонулган төмөнкүдөй божомолдорго токтолобуз:

1. Орточо эки ылдамдыкта, б.а. селдин ар бир чекитинде эки ылдамдык бар - суюктуктун ылдамдыгы жана селдин ылдамдыгы. Мында бөлүкчөлөрдүн жыйындысы бирдик көлөмдөгү бөлүкчөлөрдүн сандык концентрациясынын жана бир бөлүкчөнүн массасынын көбөйтүлүшүнө барабар шарттуу бөлүкчөлөрдүн тыгыздыгы менен бүткүл көлөмгө үзгүлтүксүз таралган деп эсептелет.

2. Агым эки өлчөмдүү жана туруктуу эмес.

3. Бөлүкчөлөр бирдей өлчөмдө жана бири-бири менен өз ара аракеттенишпейт.

4. Басым суюктук тарабынан гана түзүлөт бөлүкчөлөрдүн таасири эсепке алынбайт;

5. Суюктуктун массасынын агымы жана агым боюнча бөлүкчөлөрдүн массалык агымынын ылдамдыгы туруктуу.

6. Илешкек күчтөр музылай суюктук менен өз ара аракеттенгенде гана пайда болот.

Бул божомолдордон тышкары, биз селдин эки фазалуу агымы катмардын тереңдиги өлчөмдөргө салыштырмалуу бир топ аз болгон эркин бети бар гравитациялык талаада музылай камтыган массивдин кыймылы катары моделделет деп эсептейбиз. Агымдын тереңдиги каналдын туурасы жана узундугуна салыштырмалуу кыйла кичине деп эсептейбиз. Бул учурда агым каналдагы эки өлчөмдүү агым катары каралат. Каналдын кесилиши ыктыярдуу формага ээ жана анын узундугу боюнча өзгөрүшү мүмкүн. Андан кийин, музылай камтыган селдин эки өлчөмдүү эки фазалуу агымы үчүн төмөнкү теңдемелер сакталат.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} = A_1 R_1 u^n$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} = A_2 R_2 v^n \qquad (6)$$

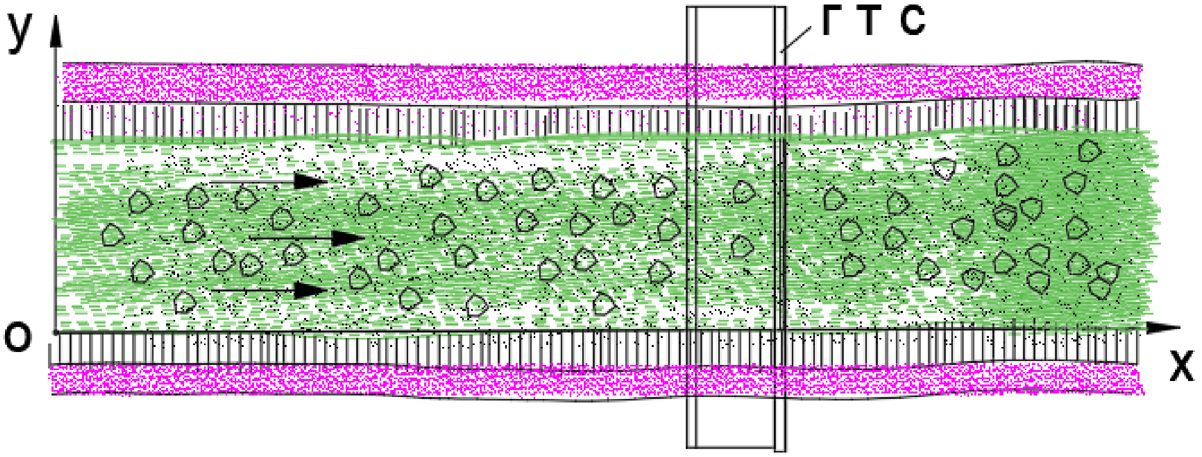
Мында u – ылдамдыктардын узунунан түзүүчү компоненти, v – ылдамдыктардын туурасынан кеткен компоненти, тиешелүү баштапкы жана чектик шарттары менен:

$$u(0,t) = u_1$$
$$v(0,t) = v_1$$
$$u(x,0) = 0 \qquad (7)$$

$$v(y,0) = 0.$$

Бул учурда «сыноо» болуп саналган үзгүлтүксүздүк теңдемеси изилдененүүчү процесстин физикалык-математикалык моделинин тууралыгын камсыздайт.

Бул жерде A_1, R_1, A_2, R_2 маанилери (туруктуулар) берилген. A_1 жана A_2, агымдын мүнөздөмөсүнө таасир этүүчү агым коэффициенттери, суунун тоңуу чекитиндеги кыймылдагы жаан-чачындын интенсивдүүлүгүн көрсөтөт, R_1u^n, R_2v^n каршылык күчтөр. Атап айтканда, n = 1 үчүн алсыз каршылык бар, n = 2 үчүн күчтүү каршылык бар. Координата октору x каналдын боюнда, y каналдын боюнда тургандай сызылган (3.1-сүрөт).



3.1-сүрөт. музылай камтыган сел агымдын тилкесинин схемасы

Дифференциалдык теңдемелер системасынын өзгөрүлмө маанилери өлчөмсүз чоңдуктарга чейин төмөндөтүлөт, андан кийин алар сел жүрүүчү максималдуу аралык экенин эске алып, кыскартылган аралык деп атоого болот. Анда кыскартылган аралык же өлчөмсүз көз карандысыз өзгөрмө болот

1. $\widetilde{X} = \frac{X}{L}$ бул маани 0дөн 1ге чейин өзгөрөт, L - максималдуу аралык;
2. $\widetilde{Y} = \frac{Y}{L}$ бул маани 0дөн 1ге чейин өзгөрөт, L - максималдуу аралык;
3. $\widetilde{t} = \frac{t}{T}$, мында T - максималдуу убакыт.

Практикалык конвергенцияны камсыз кылуу $\widetilde{X}, \widetilde{Y}$ жана $\widetilde{t}$ бирдиктен алда канча аз деп кабыл алынат. Керектүү өзгөрмөлөр - узунунан ылдамдык U, туурасынан кеткен ылдамдык V. Өлчөмсүз түрдө ал $\widetilde{U} = \frac{U}{U_{max}}$, $\widetilde{V} = \frac{V}{V_{max}}$ болот.

Натыйжадагы теңдемелердин системасы n = 1 үчүн тиешелүү баштапкы жана чектик шарттары менен чектүү айырмачылыктар ыкмасы менен чечилет.

Теңдемелер системасын сандык түрдө чечүү үчүн айырма торчосун киргизебиз: $x_k = x_0 + k\,\Delta x$, $y_j = y_0 + j\,\Delta y$, $t_i = t_0 + i\Delta t$, мында Δx, Δy, Δt мейкиндик

жана убактылуу кадамдар (i = 1, 2, …, M, k = 1, 2, …, N), туундуларды алардын айырмачылык мамилелери менен алмаштырып, айырмачылык теңдемелердин системасын алабыз.

$$\frac{U_{i+1,k}-U_{i,k}}{\Delta t}+U_{i,k}\frac{U_{i+1,k}-U_{i,k}}{\Delta x}+V_{i,k}\frac{U_{i,k+1}-U_{i,k}}{\Delta y}=F_1$$

$$\frac{V_{i+1,k}-V_{i,k}}{\Delta t}+U_{i,k}\frac{V_{i+1,k}-V_{i,k}}{\Delta x}+V_{i,k}\frac{V_{i+1,k}-V_{i,k}}{\Delta y}=F_2 \qquad (8)$$

Мында F_1 жана F_2 туруктуу маанилер – бул жаан-чачындын интенсивдүүлүгү, илешкектүүлүк коэффициенти жана каршылык күчү. Керектүү өзгөрмөлөрдүн маанилерин аныктоо үчүн *U, V*, бул акыркы айырма теңдемелеринин системасынан биз төмөнкү кайталануучу формулаларды алабыз:

$$U_{i+1,k}=(F_1-((U_{i,k+1}-U_{i,k})\cdot U_{i,k}+F_1(V_{i,k+1}-V_{i,k}))/\Delta x)\cdot\Delta t+U_{i+1,k}$$

$$V_{i+1,k}=(\mathrm{F}_2-((\mathrm{U}_{i,k+1}-U_{i,k})\cdot V_{i,k}+F_2(V_{i,k+1}-V_{i,k}))/\Delta y)\cdot\Delta t+V_{i+1,k} \qquad (9)$$

где i = 1, 2, …, M–1,   k = 1, 2, …, N–1.

Бул теңдемелердин системасынан (9) i = 0 жана k = 0 үчүн $U_{1,1}$, $V_{1,1}$ функцияларынын маанилерин ырааттуу түрдө табабыз.

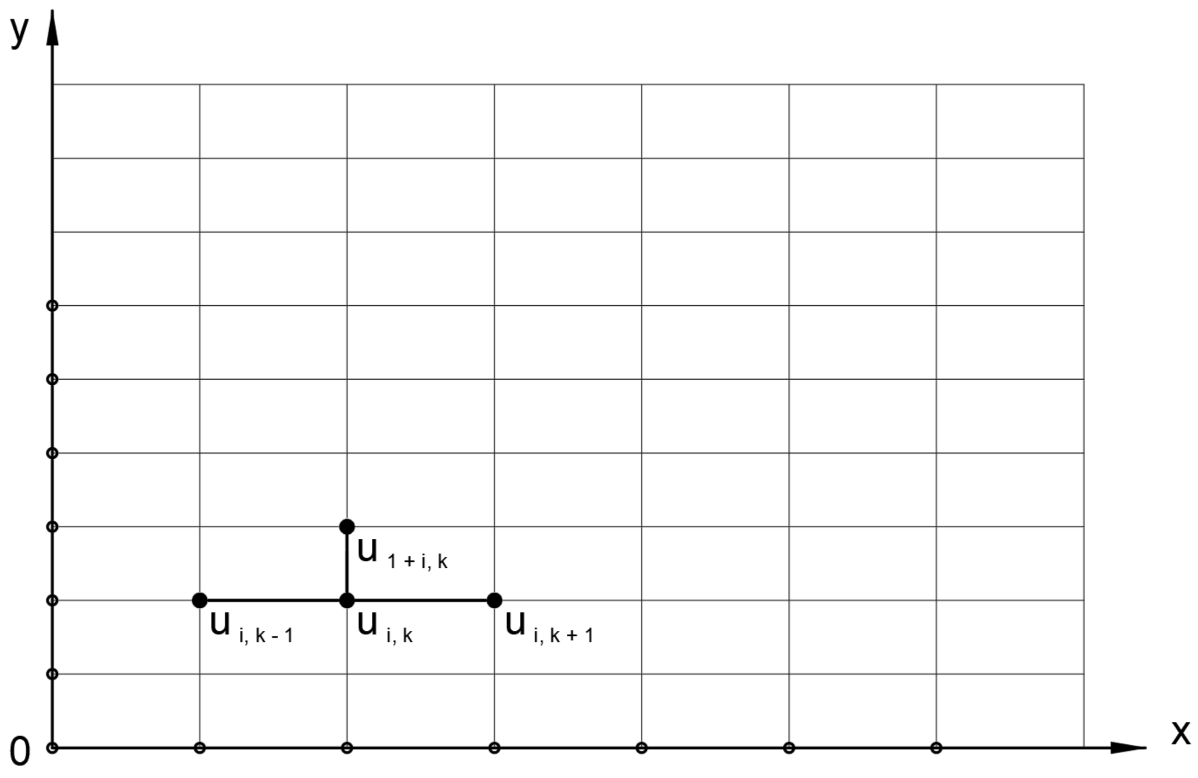
$$\mathrm{U}_{1,1}=(\mathrm{F}_1-((\mathrm{U}_{0,2}-\mathrm{U}_{0,1})\cdot\mathrm{U}_{0,1}+\mathrm{F}_1(\mathrm{V}_{0,2}-\mathrm{V}_{0,1}))/\Delta\mathrm{x})\cdot\Delta\mathrm{t}+\mathrm{U}_{0,1}$$

$$\mathrm{V}_{1,1}=\mathrm{F}_1\text{-}((\mathrm{U}_{i,k+1}-\mathrm{U}_{0,1})\cdot\mathrm{V}_{0,1}+\mathrm{F}_2(\mathrm{V}_{0,2}-\mathrm{V}_{0,1}))/\Delta\mathrm{y})\cdot\Delta\mathrm{t}+\mathrm{V}_{0,1} \qquad (10)$$

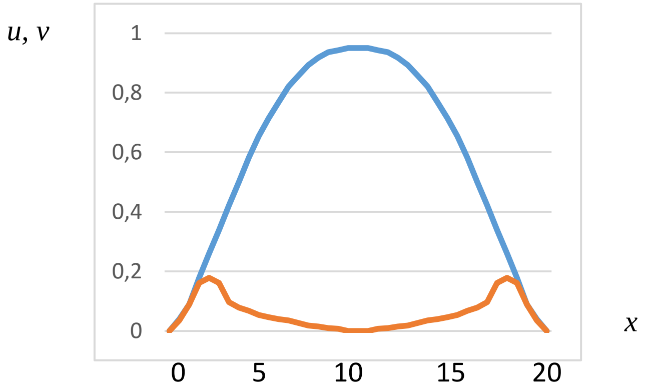
Бул учурда $U_{j,0}$, $U_{0,j}$, $V_{j,0}$ $V_{0,j}$, функцияларынын маанилери аныкталат, мында j= 0,1,…,N баштапкы чек ара шарттарынан.

$U_{1,1}$ жана $V_{1,1}$ функцияларынын табылган маанилеринин негизинде индекстердин төмөнкү маанилери менен жана ырааттуу түрдө биз тор түйүндөрүндө изделген функциялардын калган бардык маанилерин табабыз. Мисалы, төрт чекиттүү шаблон ылдамдыктын узунунан түзүүчү бөлүгү үчүн жана мурунку түйүндөн кийинки түйүнгө өтүү үчүн колдонулат.

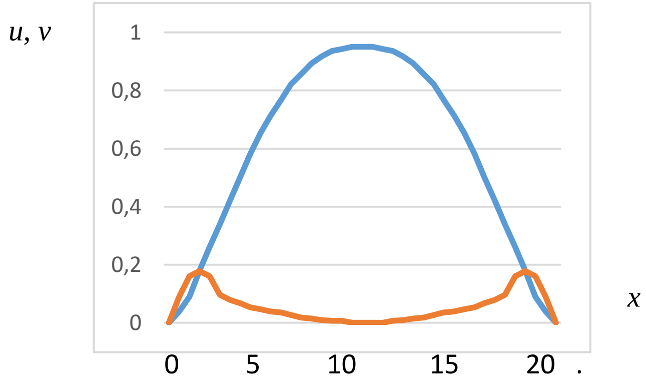
Селдин кыймылынын моделинин эффективдүүлүгүн баалоо жана моделдин параметрлерин аныктоо максатында бир катар сандык эсептөөлөр жүргүзүлүп, анын жыйынтыгы боюнча ылдамдыктын узунунан жана туурасынан түзүлүшү боюнча өзгөрүүлөрдүн графиктери түзүлдү. Эсептөөлөрдүн тактыгы O(i,k) $\leq$ 1 колдонулган чектүү айырмачылык методдорунун белгилүү катасы (погрешность) менен аныкталат.



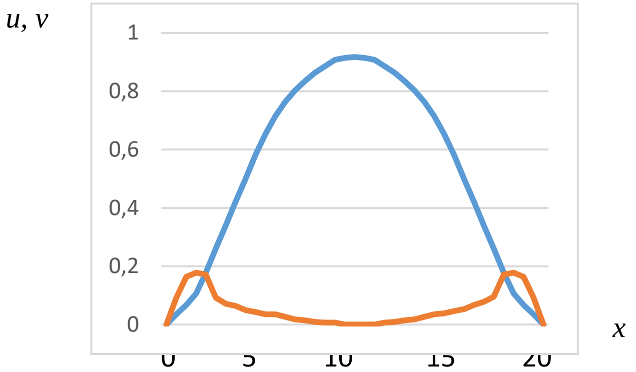
3.2-сүрөт. Төрт чекиттүү шаблон



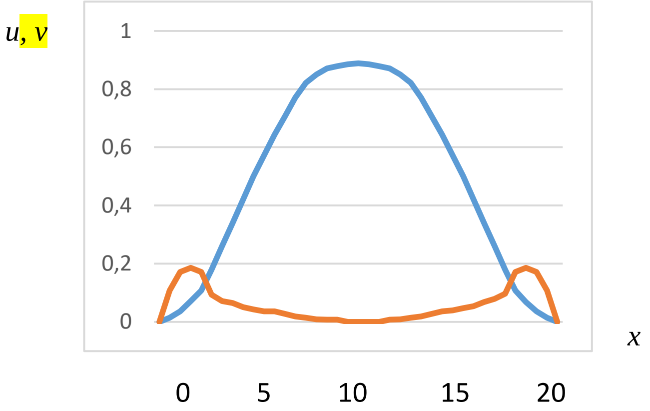
3.3-сүрөт. Убакыттын t = 12 саат моментиндеги ылдамдыктын профилдери



3.4-сүрөт. Убакыттын t = 24 саат моментиндеги ылдамдыктын профилдери



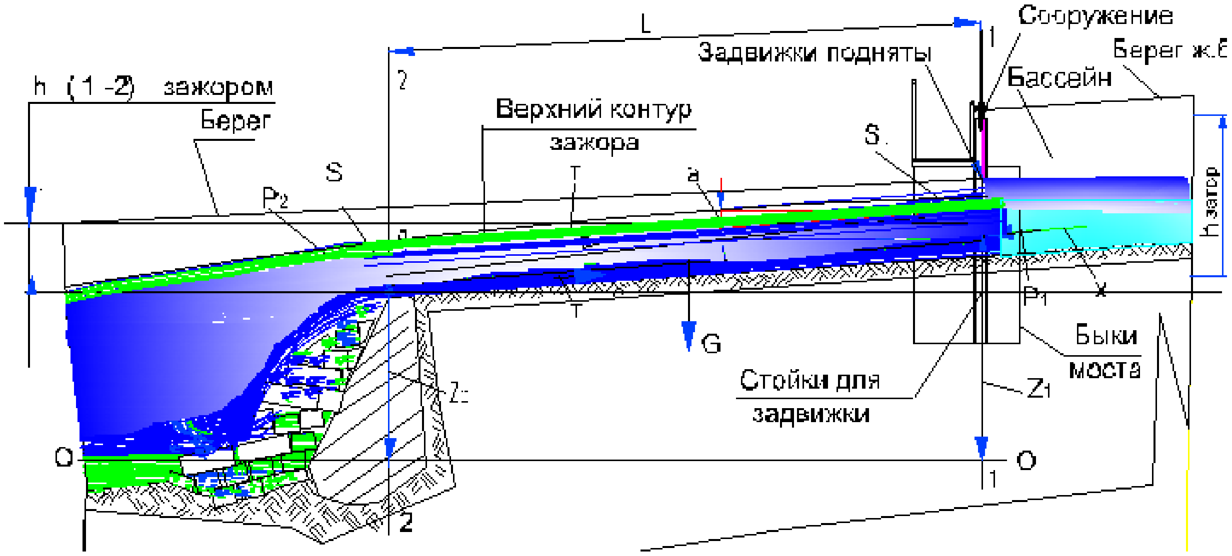
3.5-сүрөт. Убакыттын t = 36 саат моментиндеги ылдамдыктын профилдери



3.6-сүрөт. Убакыттын t = 48 саат моментиндеги ылдамдыктын профилдери в

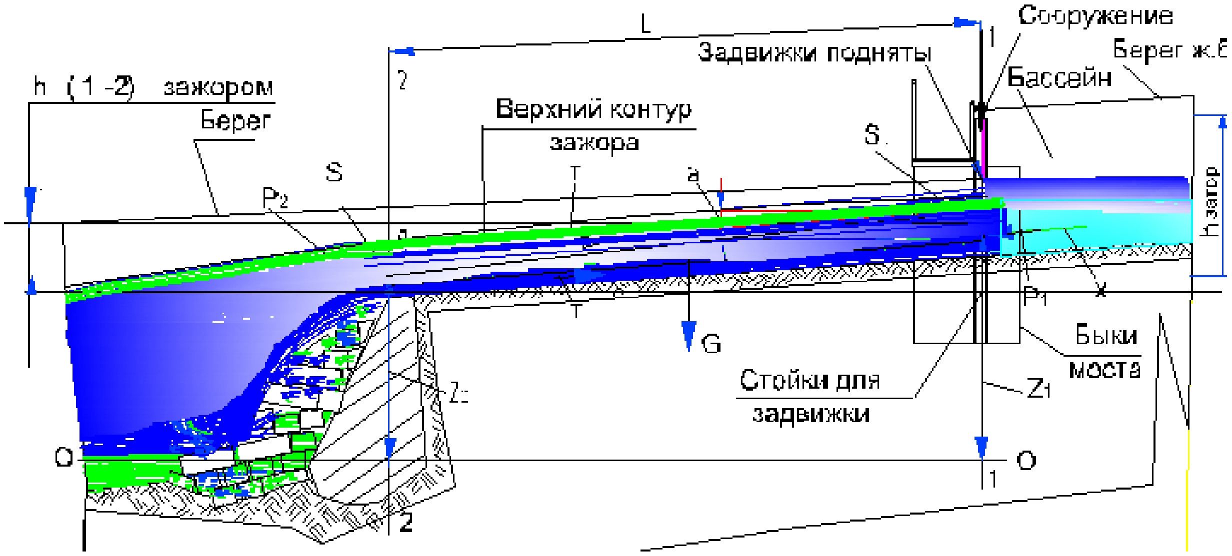
Абсцисса огу каналдын туурасын, ал эми ордината огу ылдамдыктын узунунан (көк сызык) жана туурасынан кеткен компонентин (кызгылт сары сызык) көрсөтөт. Сандык эсептөөлөрдүн алынган натыйжалары экспер-именталдык маалыматтар менен канааттандырарлык дал келет.

Төртүнчү главада Ала-Арча дарыясында муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөөчү гидротехникалык курулушту ишке ашыруу боюнча сунуштар баяндалат жана суу бөлүштүрүүчү түзүлүштү модернизациялоо долбоору жана долбоор ишке ашырылгандан кийин төмөн температуралык шарттарда, муз тыгыны пайда болбойт. 4.1-сүрөттө. Ала-Арча дарыясынын жээгинен батыштан чыгышты караган абалы, тыгын пайда болгонго чейинки агымы үзүлгөн.



4.1-сүрөт. Ала-Арча дарыясынын нугун бойлой узунунан кесилген участоктун схемасы. СБС тен музылайды камтыган агымдын шаркыратмасына чейин (абанын температурасы - 17 ˚С ашпаганда); структуранын босогосу тыгын менен тосулганга чейин.

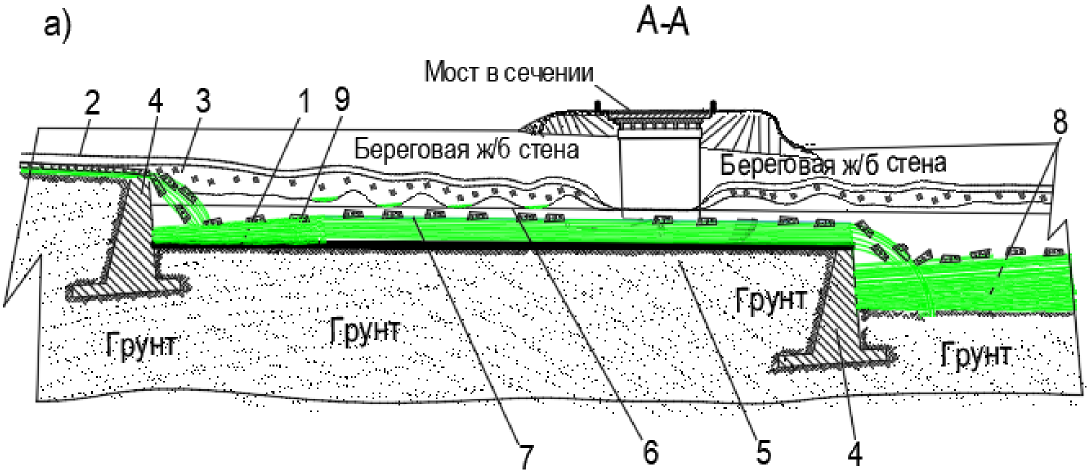
4.2-сүрөттө Ала-Арча дарыясынын абалы, ошондой эле батыштан чыгышка карай каралат, СБСтин көтөрүлгөн клапандарынын астындагы тоскучтардын бардык 8 бирдигин тосуу менен тыгын пайда болгондон кийин үзгүлтүксүз агымы бар.



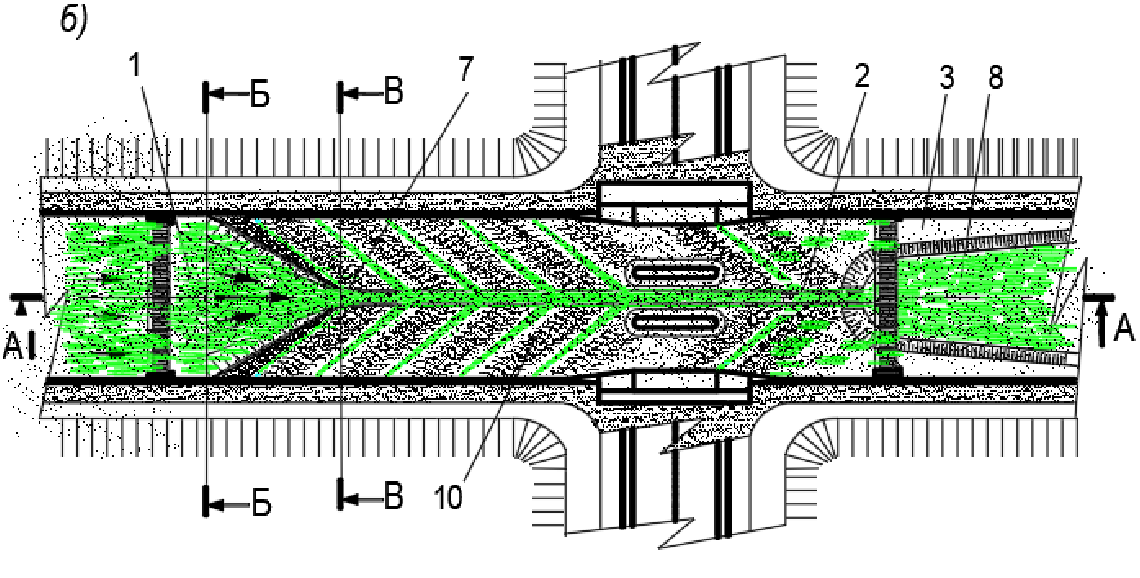
4.2-сүрөт..Участоктун макети батыштан чыгышты карай, Ала-Арча дарыясынын нугунун боюндагы узунунан кеткен тилкеде СБСтен тыгыны бар конструкцияга чейинки бөлүгүндө, конструкциянын алдында бассейн пайда болгон (абанын температурасы - 17 - 21 ˚С дарыядан жогору)

4.3-сүрөттө көпүрөлөрдүн астындагы гидротехникалык курулуш катары иштелип чыккан дарыяларда муз тыгындарынын пайда болушунан коргоочу

каражаттар, чыгыштан батышка карай каралган, а) – А-А огу боюнча узунунан кесилиши, сүрөттө көрсөтүлгөн. 4.3, б), ГТКнын көрүнүшү.



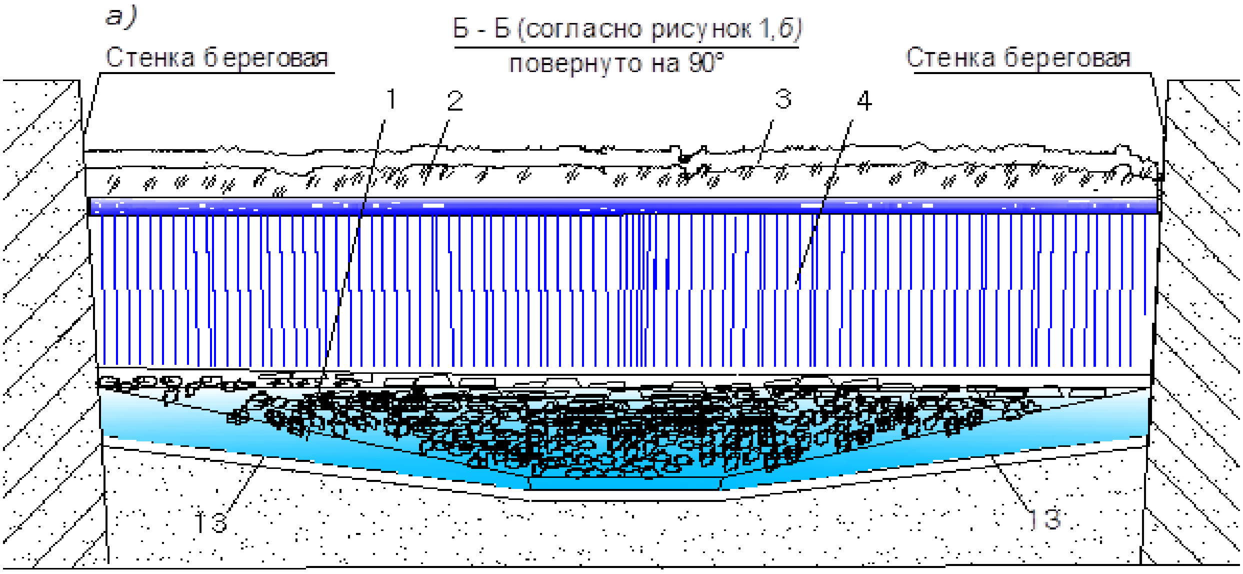
4.3-сүрөт. а). - дарыяларда муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөөчү көпүрөлөрдүн астындагы ГТК: диаграммада жашыл түс суунун агымын билдирет: 1 - жогорку бассейн; 2 – дарыянын нугунун үстүнкү тепкичиндеги муз катмары; 3 – муздун үстүндөгү кар катмары; 4 – дарыянын нугундагы үстүнкү тепкичти бөлүү; 5 – дарыянын нугунун ортосундагы 6-каналдын түбү; 7 – темир-бетон каналы; 8 – төмөнкү бассейн

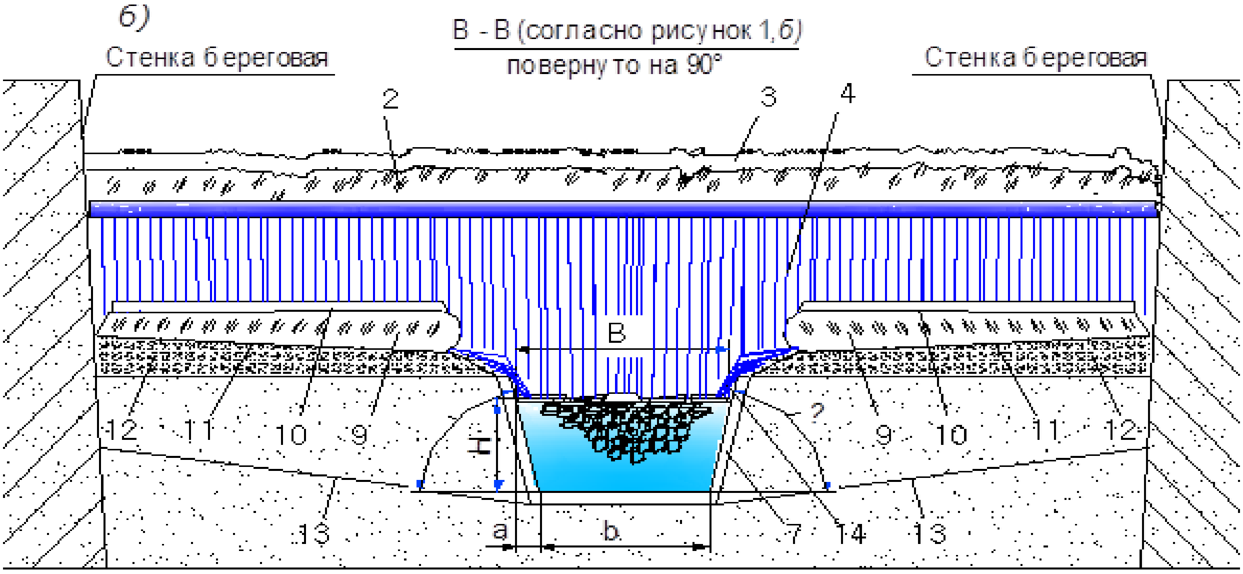


4.3-сүрөт. б). - дарыяларда муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөөчү көпүрөлөрдүн астындагы ГТК: диаграммада жашыл түс суунун агымын билдирет: 1 - жогорку бассейн; 2 – дарыянын нугунун үстүнкү тепкичиндеги муз катмары; 3 – муздун үстүндөгү кар катмары; 4 – дарыянын нугундагы үстүнкү тепкичти бөлүү; 5 – дарыянын нугунун ортосундагы 6-каналдын түбү; 7 – темир-бетон каналы; 8 – төмөнкү бассейн

Дарыяны муз тыгындарынан коргоонун ыкмасынын жана түзүлүшүнүн маңызы дарыянын нугунун боюндагы муздун бетинде, дарыяларда, негизинен дарыяларда муз тыгындары дайыма пайда болгон зонада пайда болгон муздун жана кар катмарынын бүтүндүгүн сактоо болуп саналат. Көпүрө, гидро-техникалык курулушта жана башка жерлерде мурда муз тыгындары пайда

болгон аймакта дарыянын нугунун деңгээлинен ылдый казылган терең түбү бар каналга төшөлгөн арыктар аркылуу сууну көпүрөнүн астынан жана муздун астынан буруу жолу менен ишке ашырылат. 4.4, а) жана б) сүрөтттөрдө музылайык коргоочу гидротехникалык түзүлүштүн кесилиштерин көрсөтүлгөн.





4.4-сүрөт. Коргоочу гидротехникалык түзүлүштүн кесилиштери,
сүрөткө музылайык. 4.3, б):

а) – 1-бассейндин В-Б боюндагы кесилиши (4.3. а жана б-сүрөт), 1-бассейнге жогорудан түшкөн музылай камтыган агымдын жана майдаланган муздун мол агып кириши учурунда (4.3, б-сүрөттү караңыз); б – 7-темир-бетон каналынын участогунун долбоордук параметрлери менен 1-бассейн менен кошулган жериндеги 7-темир-бетон каналынын В-Б боюндагы кесилиши, суу астында калган жана ташылган чөкмөлөр; 1 - үстүнкү бассейн; 2 - дарыянын нугунун үстүнкү тепкичиндеги чоң муз катмарлары же муз тыгындары; 3 - муз катмарынын үстүндөгү кар катмары 2; 4 - муздун астындагы суу катмарынан шаркыратма агымынын сүрөтү (көк сызыктар) менен жогорку тепкичтин дарыянын нугуна бөлүнүшү 2; 5 - траншеянын түбү 6; 7 - учу-учун салынган же опалубкадагы темир-бетон эритмеси менен

траншеяга куюлган темир-бетон каналы; 9 - муздун топтолушу, кар 10 траншеянын жээктеринде; 11 - 6 траншеянын жээгине параллель жаткан 12 тыгыздалган жээктердин толкундуу беттери (4.3, б-сүрөттү караңыз); 13 - бассейндин түбү 1, (сүрөт 4.3. б); 14- 7- темир-бетон каналына капталдан кирген муз тыгынынын астынан агып жаткан суунун көрүнүшү.

Дарыялардагы тыгындардын пайда болушунан коргоо каражаттары ыкманын иштөө принциптери [2, 5, 6] жарыяланган эмгектерде баяндалган. Иштин жыйынтыгы Кыргыз Республикасынын Өзгөчө кырдаалдар министрлигине билдирилип, ишке ашыруу сертификаттары алынды.

Корутундуда диссертациянын негизги жыйынтыктары келтирилген:

1. Сунуш кылынган эки фазалуу механикалык-математикалык модель Ала-Арча дарыясынын нугу боюнча агымдын мисалында музылай камтыган селдин динамикасын жетишээрлик объективдүү сүрөттөйт, мында суу алып жүрүүчү фаза катары, ал эми музылай тартылган фазасынын ролун аткарат..

2. Музылай камтыган селдин ылдамдыктарынын узунунан жана туурасынан түзүүчү компоненттеринин механикалык-математикалык моделин чечүүнүн сандык натыйжалары алынды. Агымды бойлото жана боюндагы ылдамдык профилдеринин маанилери эксперименталдык маалыматтар менен канааттандырарлык түрдө шайкеш келет.

3. Дарыяларда муз тыгындарынын пайда болушунан жана дарыянын жогорку зонасынан түшкөн чөкмөлөр менен музылайдан турган селден коргоо маселесин чечүүгө мүмкүндүк берүүчү приборлор иштелип чыкты, ойлоп табууларга № 2141 «Дарыяларда муз тыгындарынын алдын алуу үчүн курулма” 2019-ж. жана № 2250 “Дарыялардагы тыгындардын пайда болушун алдын алуу үчүн гидротехникалык курулмалар” 2021-ж.

4. Ала-Арча дарыясында муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөө үчүн суу бөлүштүрүүчү түзүлүштү жана дарыянын түбүн конструкциядан жогору турган биринчи тепкичтен шаркыратмага чейин модернизациялоо сунушталды.

5. Музылай камтыган агым боюнча корголгон объектиден булганган затты алып салуу үчүн орнотулган чектөөлөрдү колдонуу менен музылай камтыган сел тилинин кыймылын баштапкы контролдоонун жаңы ыкмасы сунушталат, ага патент «Сел агындыларынан коргоо үчүн түзүлүш» 2019-жылы № 2140 менен алынган.

Жарыяланган эмгектердин тизмеси.

1. **Токтогулова А.Ш**. Сел агындыларынан коргоо үчүн түзүлүш [Текст] / КР УИАнын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту (KG). Т.Жумаев, К.Ч. Кожогулов, А.К. Орозбекова; А.Ш. Токтогулова // Кыргызпатент ПАТЕНТ № 2140. 2019. Бюлл. № 4.

2. **Токтогулова А.Ш**. Дарыяларда муз тыгындарынын алдын алуу үчүн курулма [Текст] / Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту (KG) Т.Жумаев, К.Ч. Кожогулов, Г.Д.Кабаева, А.Ш.Токтогулова, А.К.Орозобекова // Кыргызпатент № 2141. 2019 Bull. № 4.

3. **Токтогулова А.Ш**. Дарыялардагы тыгындардын пайда болушун алдын алуу үчүн гидротехникалык курулмалар [Текст] / Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту (KG) Т.Жумаев, К.Ч. Кожогулов, Г.Д.Кабаева; А.Ш. Токтогулова // Кыргызпатент ПАТЕНТ № 2250. 2021 Bull. 6/1.

4. **Токтогулова А.Ш**. Кыргызстандын дарыяларында муз тыгындарынын пайда болушуна жол бербөө үчүн гидротехникалык курулуш. [Текст] / А.Ш. Токтогулова, И.А. Абдурасулов, Т.З. Масалбеков. // Россия Илимдер академиясынын академиги С.В.нын элесине арналган XVI Эл аралык илимий-техникалык конференция. Яковлева (Москва, 15-март, 2021-жыл). – С.220-233.

5. **Токтогулова А.Ш**. Бишкек шаарынын чегинде Ала-Арча жана Аламүдүн дарыяларында тыгындардын жана муз тыгындарынын пайда болушуна каршы күрөшүүнүн ыкмалары. [Текст] / А.Ш. Токтогулова // Кыргызстандын ЖОЖдорунун жаңылыктары. №6 2021 – С.12-17.

6. **Токтогулова А.Ш**. Дарыялардагы муз тыгындары менен селдин пайда болушунун жана муз тыгындарынын жалпы өзгөчөлүктөрү, изилдөө жана күрөшүү ыкмалары [Текст] / А.Ш. Токтогулова // КРСУ Жарчысы 2022. Т. 22. № 12. – С. 131-135.

7. **Токтогулова А.Ш**. Гидротехникалык курулуштун эксперименталдык модели боюнча дарыя сууларынын агымынын режимдерин изилдөө методикасы [Текст] / А.Ш.Токтогулова, Т.Жумаев // КРСУ жарчысы. 2023. Т.№4. – С.131-136.

8. **Токтогулова А.Ш**. Гидротехникалык түзүлүштөгү физикалык процессти математикалык моделдөө [Текст] / А.Ш. Токтогулова, Г.Ж. Кабаева, Т.Жумаев // КРСУ жарчысы. 2023. Т. 23 № 4. – С. 137-152.

9. **Токтогулова А.Ш**. Ала-Арча дарыясында сфералык музылайдын пайда болушун математикалык моделдөө [Текст] / А.Ш.Токтогулова, Г.Д. Кабаева, Т.Жумаев // КРСУ жарчысы. 2023. Т. 23. № 8. – Б.106-110.

10. **Токтогулова А.Ш**. Ала-Арча дарыясынын нугунун тилкесиндеги суу түзүмү менен шаркыратманын ортосунда «тыгындын башы менен тулкусунун» пайда болуу процессин изилдөө [Текст] / А.Ш. Токтогулова, Г.Ж. Кабаева, Т.Жумаев // КРСУ жарчысы. 2023. Т. 23 № 8. – С. 111-118.

ТОКТОГУЛОВА АЙЧҮРЕК ШЕРКУЛОВНАНЫН

01.02.05. «Суюктуктардын, газдардын жана плазмалардын механикасы» адистиги боюнча физика-математика илимдеринин кандидаты деген илимий даражасын изденип алуу үчүн «Кыргызстанда сел агымынан коргонуунун жана дарыялардагы муз тыгындарын жок кылуунун ыкмаларын жана түзүлүштөрүн иштеп чыгуу» аттуу темадагы диссертациясынын

КЫСКАЧА КОРУТУНДУСУ

Негизги сөздөр: Музылай, музылай камтыган сел, селдин “тили”, агындын “өзөгү”, тыгындар, курулуштар, муз тыгыны, борпоң муз, “тыгындын башы жана тулкусу”, казылган канал, жээк, лоток.

Изилдөөнүн объектиси: Ала-Арча дарыясынын нугунда кышында музылайлуу суу төмөн температурада агат. Дарыянын нугунда тоңгон материалдардын суу менен сфералык музылай түрүндө пайда болушу жана алардын кийин тоңушу Бишкек шаарындагы суу бөлүштүрүүчү түзүлүштүн жана автожол көпүрөсүнүн астындагы тоңгон тыгынга алып келет.

Изилдөөнүн предмети: Кышкы климаттык шарттарда каналдардагы музылай агымынын динамикасын, ошондой эле суу бөлүштүрүүчү түзүлүштөрдөгү бөгөттөрдүн пайда болуу процесстерин математикалык моделдөө.

Изилдөө методдору: Татаал процесстерди математикалык моделдөө методдору, айрым туундулуу дифференциалдык теңдемелерди чыгаруунун сандык ыкмалары, ошондой эле гидротехникалык курулуштарды камтыган каналдар боюнча жеринде байкоолорду жана изилдөөлөрдү жүргүзүү методдору.

Изилдөөнүн максаты – музылай камтыган селдердин динамикасынын математикалык моделин, тыгындардан коргоонун ыкмаларын жана каражаттарын иштеп чыгуу.

Диссертацияда белгиленген максат төмөнкү **маселелерди** чечүү аркылуу жетишилди:

1. Бул багыттагы теориялык жана эксперименталдык изилдөө ыкмаларын жана илимий эмгектерди талдоо.

2. Музылайы бар селдин эки фазалуу агым түрүндөгү кыймылын чагылдырган механикалык-математикалык моделди иштеп чыгуу.

3. Музылайды камтыган селдин динамикасынын моделинин сандык чыгаруу.

4. Изилденип жаткан кубулуштардын кесепеттеринен коргоо боюнча практикалык сунуштарды иштеп чыгуу.

Иштин илимий жаңылыгы төмөнкүдөй:

1. Ала-Арча дарыясынын нугунун мисалында музылай камтыган селдин пайда болуу процесси изилденген.

2. Биринчи жолу эки фазалуу математикалык модели сунушталды, мында суу ташуучу суюк фаза, ал эми музылай катуу фаза болуп саналат, ал музылай камтыган селдин динамикасын сүрөттөйт.

3. Түзүлгөн агым боюнча корголгон объектиден булганган заттарды алып салуу үчүн орнотулган чектөөлөрдү колдонуу менен музылай камтыган сел тилинин кыймылын баштапкы контролдоонун жаңы ыкмасы сунушталат.

4. Дарыяларда муз тыгындарын пайда кылуудан жана чөкмөлөр менен музылай бар селден коргоо маселесин чечүүгө мүмкүндүк берүүчү приборлор иштелип чыкты, алар үчүн ойлоп табууларга патенттер алынган.

Колдонуу чөйрөсү: Изилдөөнүн натыйжалары музылай камтыган сел агындыларын андан ары изилдөө үчүн жана гидротехникалык курулмаларды курууда бөгөт коюунун алдын алуу үчүн пайдаланылышы мүмкүн.

РЕЗЮМЕ

диссертационной работы Токтогулова Айчурек Шеркуловны на тему: «Разработка способов и устройств защиты от селевых потоков и заторов льда на реках Кыргызстана» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы»

Ключевые слова: Шуга, шугасодержащие селевые потоки, «язык» селевого потока, «ядро» потока, заборы, сооружение, затор льда, зажор, «голова и тело затора», вырытый канал, берег, лоток.

Объект исследования: Шугасодержащий поток воды русле реки Ала-Арча зимой при низкой температуре. Формирования в русле зажорных материалов в виде шаровидной шуги с водой и дальнейшее их замерзание их приводят к зажорной закупорке водораспределительного сооружения и под мостом автомагистрали в г. Бишкек.

Предмет исследования: Математическое моделирование динамики шугасодержащего потока в каналах в зимних климатических условиях, а также процессов образования заторов на водораспределительных сооружениях.

Методы исследования: Методы математического моделирования сложных процессов, численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных, а также натурные наблюдения и исследования на каналах, содержащих гидротехнические сооружения.

Цель исследования заключается в разработке математической модели динамики шугасодержащих селевых потоков, методов и средств защиты от заторов.

Поставленная цель достигнута решением в диссертации следующих задач:

1. Анализ теоретических и экспериментальных методов исследований и научных работ в этой области.

2. Разработка механико-математической модели, представляющей движение шугасодержащего селевого потока, в виде двухфазного течения.

3. Численное решение сформулированной модели динамики шугасодержащего селевого потока.

4. Разработка практических рекомендаций по защите от последствий исследуемых явлений.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Исследован процесс формирования шугасодержащего селевого потока на примере русла р. Ала-Арча.

2. Впервые предложена двухфазная математическая модель, где в виде несущей жидкой фазы является вода, твердой фазой является шуга, которая описывает динамику шугасодержащего селевого потока.

3. Предложен новый метод начального управления движением так называемого языка шугасодержащего селевого потока с помощью установленных ограничителей отвода мутной субстанции от защищаемого объекта по течению вдоль потока сформированной.

4. Разработаны устройства, позволяющие решить задачу защиты от формирования заторов льда на реках и шугасодержащих селевых потоков с наносами, на которые получены патенты на изобретения.

Область применения: Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшего исследования шугасодержащих селевых потоков и при строительстве гидротехнических сооружений для предотвращения заторов.

SUMMARY

dissertation work Toktogulova Aichurek Sherkulovna on the topic: "Development of methods and devices for protection against mudflows and ice jams on the rivers of Kyrgyzstan" for the degree of candidate of physical and mathematical sciences, specialty 01.02.05. "Mechanics of liquids, gases and plasmas"

Key words: sludge, sludge-containing mudflows, mudflow “tongue”, flow “core”, fences, ice jam, jam, “head and body of jam”, dug channel, bank, chute.

Object of study: A sludge-containing water flow in the Ala-Archa riverbed in winter at low temperatures. Formations of sludge-containing materials in the riverbed in the form of spherical sludge with water and their subsequent freezing lead to sludge blockage of the water distribution structure and under the highway bridge in Bishkek.

Subject of research: Mathematical modeling of the dynamics of sludge-containing flow in canals under winter climatic conditions, as well as processes of blockage formation at water distribution structures.

Research methods: Methods of mathematical modeling of complex processes, numerical methods for solving partial differential equations, as well as field observations and studies on channels containing hydraulic engineering structures.

The aim of the study is to develop a mathematical model of the dynamics of sludge-containing mudflows, methods and means of protection against jams.

The stated goal is achieved by solving the following **tasks** in the dissertation:

1. Analysis of theoretical and experimental research methods and scientific works in this area.

2. Development of a mechanical-mathematical model representing the movement of a sludge-containing mudflow in the form of a two-phase flow, where fluid phase is water, solid phase is sludge.

3. Numerical solution of the formulated model of the dynamics of a sludge-containing mudflow.

4. Development of practical recommendations for protection against the consequences of the phenomena under study.

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

1. The process of formation of sludge-containing mudflow using the Ala-Archa river bed as an example was studied.

2. A two-phase mathematical model was proposed for the first time, where water is the carrier liquid phase, and sludge is the solid phase, which describes the dynamics of sludge-containing mudflow.

3. A new method is proposed for the initial control of the movement of the so-called tongue of a sludge-containing mudflow using installed limiters for the removal of turbid substance from the protected object along the flow formed.

4. Devices have been developed that make it possible to solve the problem of protection against the formation of ice jams on rivers and mudflows containing sludge with sediments, for which patents for inventions have been received.

Application area: The results of the study can be used for further study of sludge-containing mudflows and in the construction of hydraulic structures to prevent blockages.