

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ**

**АВТОМАТИКА ЖАНА МААЛЫМАТТЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНСТИТУТУ**

**Б.Н. ЕЛЬЦИН АТЫНДАГЫ
КЫРГЫЗ-ОРУС СЛАВЯН УНИВЕРСИТЕТИ**

Диссертациялык кеңеш Д.05.16.532

Кол жазма укугунда
УДК 631.6 (575.2)

АСКАЛИЕВА ГҮЛЗАДА ОРОЗОБАЕВНА

**АЧЫК АКАН СУУЛАРДЫН КЛАССЫНДА РЕЖИМДИК ПАРАМЕТРЛЕРДИ
ИДЕНТИФИКАЦИЯЛООНУН АЛГОРИТМДЕРИН ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА
МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ**

Адистиги 05.13.18 – «Математикалык моделдөө, сандык ыкмалар жана
программалар комплекси»

Техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук
даражасын алуу үчүн жазылган диссертациянын

АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек – 2018

**Жумуш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын
автоматика жана маалыматтык технологиялар институтунда аткарылган**

Илимий жетекчиси:

Техника илимдеринин доктору, а.и.к.
Пресняков Константин Александрович
(КР УИА АжМТИ)

Расмий оппоненттер:

техника илимдеринин доктору, профессор
Абдылдаев Мукаш Юнусалиевич
(И. Арабаев ат. КМУ)

физика-математика илимдеринин кандидаты
Дуйшоков Кайратбек Дуйшович
(И.Раззаков ат. КМТУ)

Жетектөөчү уюм:

Кыргыз ирригация илимий-изилдөө
институту (К.И. Скрябин атындагы КУАУ)
720005 Бишкек ш., к. Медерова, 68.

Диссертация 2018 жылдын «25» майында саат 11:00 Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Автоматика жана маалыматтык технологиялар институтунун жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Орус Славян университетинин алдындагы **Д.05.16.532** диссертациялык кеңешинин отурумунда жакталат. Дареги: 720071, Бишкек ш., Чүй проспекти, 265, ауд. 118

Диссертация менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын китепканасында жана www.iait.kg сайтында таанышса болот. E-mail: gulsaat@mail.ru

Автореферат жарык көрдү_____

Диссертациялык кеңештин
Окумуштуу катчысы к.ф-м.н.

Керимкулова Г.К.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу суу магистралындагы алыш суулары бир топ сандагы агынды жана жарым-жарты калкыган агындыларды агызгандыгында турат. Гидротехникалык курулуштардын жана алардын элементтеринин сакталышы жана жумушчу абалда кармоо суроолору, жер иштетүүдө агротехникалык шарттарды сактоо, сугатка механизацияланган жолдорду колдонуу, жер кыртышынын түшүм берүүчү катмарын таза кармоо жана экологиялык шарттарды сактоо бул областагы илимий негизделген долбоорлук чечимдерди кабыл алуу жана иштеп чыгуу үчүн моделдүү жана идентификациялоо алгоритмдерин жана үлгүлөрүн иштеп чыгуунун зарылдыгын аныктайт.

Республикадагы бир топ изилденген аккан суулардын бар болгону, аларга автоматташтырылган суу бөлүштүрүү тутумунда гидротехникалык курулуштарду долбоорлоо, жана жыйынтыгында, дал келтирүүчүлүк талдоо жана долбоорлук чечимдерди кабыл алуу зарылдыгы коюлган көйгөйдүн актуалдуулугун аныктайт.

Бул диссертациялык иш КР УИАавтоматика жана маалыматтык технологиялар институтундагы **ИИИ** «Экотехносферадагы антропогендик-техногендик процесстердин акыбалын аралыктан мониторингдөө тутумун иштеп чыгуу» (мамлекеттик каттоо №0005695) жана «Бөлүштүрүлгөн объектилер үчүн маалыматтарды кайра иштеп чыгуунун компьютердик тутумун жана маалыматтык камсыздоо ыкмаларын иштеп чыгуу» (мамлекеттик каттоо №0007139) долбоорлорунун алкагында аткарылган.

Изилдөөнүн негизги маселеси: изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсүн иштеп чыгуу, бул аталган сууларды пайдалануунун технологиялык режимдерин негиздеп тандоо жана бекитүү үчүн агындылуу суу агымдарынын диффузиялык жана гравитациялык теориялары аркылуу аталган параметрлердин өлчөнгөн (же адабияттан алынган) маанилерин идентификациялоого мүмкүндүк берет.

Илимий изилдөөнүн максаты – изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун алгоритмдерин жана үлгүсүн ишке ашыруунун негизинде сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун сапатын жогорулатуу.

Коюлган максатка жетүү үчүн төмөнкү **маселелерди** чыгаруу зарыл:

1. аты бирдей болгон алгоритмдердин теориялык фундаменти катары изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсүн иштеп чыгуу;
2. көрсөтүлгөн үлгүнүн жана алгоритмдердин негизинде изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерине адаттан тышкары идентификация жүргүзүү, бул айтылган үлгүнү ишке ашырууга жана айтылган суулардын иштөө режимдерин аныктоого мүмкүндүк берет;
3. суунун турбуленттик агымынын диссипативдик зонасынын чегин аныктоого мүмкүндүк берген турбуленттик суу агымынын ламинардык чектик катмарынын салыштырмалуу калыңдыгын жана суу агымынын динамикалык ылдамдыгынын көзөмөлдөө чекитин тургузуу;
4. турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин вертикалдык координатадан көз карандылыгын изилдөө, ал анын энергияны жоготуудан көз карандылыгынын жаңы фактысын тургузууга мүмкүндүк берет;
5. турбуленттиктин туура кесилиш масштабы менен аралашуу жолунун узундугунун ортосундагы жаңы байланышты табуу.

Изилдөөнүн практикалык көйгөйлөрү:

1. үлгүнү жана алгоритмдерди ишке ашырууга мүмкүндүк берүүчү изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсүнүн жана алгоритмдеринин структуралык блок - схемаларын иштеп чыгуу;

2. Кыргызстандагы орто жана кичи дарыялар шарты үчүн суунун салыштырмалуу булганычынын көрсөткүчтүү профилинин колдонуу чегин аныктоо;

3. Суунун ылдамдыгы жана булганышы үчүн Ю.А. Ибад-Заденин катыштарын компактуу түргө келтирүү;

4. Адаттан тышкары идентификация жүргүзүү учурунда колдонуу үчүн Ю.А. Ибад-Заде, Доу Го-жень, К.Загустин, Карман, Тэйлор-1, Тэйлор-2 профилдеринин негизинде суунун орточо ылдамдыгын аныктоо формулаларын тургузуу;

5. Кээ бир суу агымдарынын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоо жүргүзүү, идентификацияланган объектилердин визиттик карточкаларын тургузуу;

6. Илимий изилдөөнүн жыйынтыктарын суу агымдарынын мүнөздөмөлөрүн эмпирикалык идентификациялоо жана сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун сапатын жогорулатуу аймактарында колдонууга практикалык сунуштарду иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн аймагы болуп натурдук объектилерде агындыларды агызуучу суу агымы эсептелет. Натурдук объектилер: Кыргызстандын ачык аккан суулары (Тору-Айгыр дарыясынын куйма каналы, Аспара дарыясынын айланма каналы ж.б.), башка географиялык региондон (Теджен дарыясы, Аулата створу).

Изилдөөнүн предмети болуп ачык аккан суулардагы агындыларды агызуучу суу агымынын параметрлери эсептелет

Изилдөөнүн ыкмалары: коюлган көйгөйдүн аймагында теоретикалык жана эмпирикалык (адабияттан алынган) берилиштерди салыштырма талдоо. Математикалык статистиканын ыкмалары (эң кичине квадраттар ыкмасы, корреляциялык талдоо ыкмасы), Гаусс и Пирсон бөлүштүрүүлөрү жана практикалык гидравликанын жоболору («ылдамдык-аянт» ыкмасы, күзгүлүк чагылдыруу ыкмасы), математикалык, компьютердик и физикалык моделдөө ыкмалары.

Диссертациялык иштин **илимий жаңылыгы** иштелип чыкан изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсүнүн жана алгоритмдеринин структураларында камтылган, булар эсептөө катыштары жана формулалары, үлгүнүн чектөөлөрү жана алгоритмдери менен бир комплексте аталган үлгүнү жана алгоритмди түзүшөт. Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн илимий жаңылыгы Кыргыз Республикасынын 31.12.2013 ж. №1598 «Сууну жарым-жарты калкыган агындылардан гидроавтоматтык тазалоо жолу» патенти жана патентке берилган «Суунун үстүңкү ылдамдыгын аныктоо жолу» арызы (арыз №20170131.1 01.12.2017ж.) менен тастыкталат

Иштин практикалык маанилүүлүгү экспериментти теория менен салыштыруудан сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун сапатын жогорулатуу боюнча практикалык сунуштарды иштеп чыгууга өткөндүгү менен аныкталат. Алынган жыйынтыктардын практикалык маанилүүлүгү суунун үстүңкү ылдамдыгын аныктоонун оригиналдык алгоритмдерин жана сууну жарым-жарты калкыган агындылардан гидроавтоматтык тазалоонун алгоритмдерин иштеп чыгуусунда камтылган.

Диссертациянын коргоого коюлган негизги жоболору:

➤ агындыларды агызуучу суу агымдарынын диффузиялык жана гравитациялык теорияларынын кээ бир жоболорунун негизинде иштелип чыккан изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсү жана алгоритмдери, ошондой эле изотроптук турбуленттик үлгүлөр;

➤ ламинардык чектик катмардын салыштырмалуу калыңдыгынын (бааланып) тургузулушу, анын чегинде механикалык энергиянын жылуулукка диссипациясы ишке ашат;

➤ табылган турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин максимумунун $\tilde{\epsilon}_{\text{макс}}$ энергиянын сарталышынан көз карандылыгы: алыштын түбүнүн быдыры канчалык жогору болсо (энергия көп коройт), $\tilde{\epsilon}_{\text{макс}}$ тын мааниси ошончо кичине жана тескерисинче;

➤ суунун борбордук бөлүгүдөгү аралашуу жолунун (жана турбуленттиктин туура кескен масштабтарынын) максимумунун табылган фактысы, айткандай көрсөтүлгөн мүнөздөмөлөрдүн максималдуу маанилери да энергиянын сарталышынан көз каранды;

➤ сунушталган реалдуу суу агымдарынын турбуленттик аралашуусунун схематикалык картинасы, айткандай, аталган аралашуу турбуленттик чектик катмардан башталып, суунун борбордук зонасында абдан интенсивдүү өнүгөт (бул жерде турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин, аралашуу жолунун салыштырмалуу узундугунун жана турбуленттиктин туура кескен масштабтарынын максималдуу маанилери байкалат), жана агымдын орточо ылдамдыгын байкоо чекити табылат, ал суунун үстүңкү катмарына жакын бүтөт;

➤ Тору-Айгыр д. КК, Аспара д. АК жана Теджен д. Аулата створуна жүргүзүлгөн режимдик параметрлерди адаттан тышкары идентификациялоо, анын жыйынтыгында агындыларды агызуучу сууларды аталган шарттарда жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун зарылдыгы аныкталды;

➤ иштелип чыккан сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун даражасын көтөрүүгө карата практикалык сунуштар.

Изденүүчүнүн өздүк салымы. Диссертациялык иште алынган жана илимий жаңылыкка ээ жыйынтыктарды илимий жетекчинин жетегинде автор өзү алган. К.ф.-м.н. Керимкулова Г.К. менен чогуу эмгектерде авторлордун салымы: үлгүнү иштеп чыгууда: 50/50%; алгоритмдерди иштеп чыгууда 60 % – Г.О. Аскалиевага, 40 % – Г.К. Керимкуловага таандык.

Жыйынтыктардын ишке ашуусу. Диссертациялык иште алынган негизги жыйынтыктар Кыргыз-Орус Славян университетине ишке киргизилген жана окуу процессинде колдонулуп жатат (Кыргыз Республикасы, Бишкек ш.).

Иштин жыйынтыктарынын сыноосу. Диссертациялык иштин негизги жоболору IX жана X «Илимдин фундаменталдык жана колдонмо көйгөйлөрү» Эл аралык симпозиумунда (Москва ш.: РИА, 2014-2015 жж.), эл аралык, республикалык илимий-практикалык конференцияларда: «Азыркы дүйнөдө табигый жана математикалык илимдер» (Новосибирск ш., 2016-2017 жж.) жана «Колдонмо математика жана механика: көйгөйлөр и перспективалар» (Бишкек ш., И. Раззаков ат. КМТУ) окулган жана талкууланган.

Басылмалар. Диссертациянын негизги мазмуну жана диссертациялык иште алынган илимий жыйынтыктар 20 жарыкка чыккан иште камтылган: 1 монография, РИА сынын алдында жарык көргөн коллективдүү монографиянын бир главасы, Кыргыз Республикасынын ЖАКынын жана Россия

Федерациясынын ЖАКсынын санагына кирген 16 статья, 1 патент и 1 патентке арыз.

Иштин структурасы жана көлөмү. Диссертация кириш сөздөн, беш баптан, кортундудан, 73 аталышты камтыган колдонулган адабияттын тизмегинен, жана 5 тиркемеден турат; 32 сүрөт, 40 таблица камтыйт. Негизги бөлүк 180 бетте баяндалган.

НЕГИЗГИ БӨЛҮК

Кириш сөздө диссертациялык иштин темасынын актуалдуулугу негизделген, изилдөөнүн максаты, маселелери жана көйгөйлөрү, илимий жаңылыгы, жыйынтыктардын практикалык жана теориялык маанилүүлүгү, ошондой эле коргоого киргизилүүчү негизги жоболор аныкталган.

Биринчи бап обзордук мүнөзгө ээ, изилдөөнүн көйгөйлөрүнүн азыркы абалы сүрөттөлгөзүркү абалы сүрөттөлгөн.

Экинчи бапта изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсүнүн жана алгоритмдеринин структуралары иштелип чыккан. Ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсү агындылуу суу агымдарынын жарым эмпирикалык гравитациялык жана диффузиялык теорияларына, изотроптуу жана локалдык-изотроптуу турбуленттүүлүктүн үлгүлөрүнө негизделген(1-сүрөт).

Адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсү жана алгоритмдери суу ылдамдыгынын жана киргилдигинин жарым эмпирикалык бөлүштүрүүлөрү: В.М. Маккавеевдин, А.В. Караушевдин, М.А. Великановдун, Е.В. Клевцовдун, Доу Го-жендин, Ю.А. Ибад-Заденин, К. Загустиндин, Кармандын, Тэйлор-1 и Тэйлор-2 нин бөлүштүрүүлөрүн колдонуу менен агындыларды агызуучу суу агымдарынын диффузиялык жана гравитациялык теорияларынын кээ бир жоболоруна негизделген.

Диффузиялык теория (В. Шмидттин сүрөттөөсүндө атмосфералык турбуленттик тип боюнча) анча бекем эмес турбуленттик диффузиянын (турбуленттик алмашуу, аралашуу, аралашуусу) коэффициенти түшүнүгүнө негизделген, (1-сүрөт, 1-бөлүк)), ал суу ылдамдыгынын же параболалык же эллиптикалык профилдерин колдонуу менен турактуу болот (В.М. Маккавеев) же агымдын тереңдигине карата өзгөрмөлүү болот (А.В. Караушев).

Сунушталган талдоо каралып жаткан эмпирикалык материалдарга карата айтылган теоретикалык жоболорду колдонуу боюнча үгүнүн жана алгоритмдердин бир катар чектөөлөрүн пайдалануу менен байланышта.

Гравитациялык теория суу ылдамдыгынын логарифмикалык профилин колдонуу менен салмактоо жумушунун концепсиясына жана эки фазалык дисперсид үлгүсүнө негизделген (1-сүрөт, 2-бөлүк)..

Эки фазалык дисперсид үлгүсү катуу (пульсациянын бойлото $\overline{u_s'^2}$) жана вертикалдык $\overline{v_s'^2}$) ылдамдыктарынын орточо квадраттары, корреляциялык моменттин модулунун орточо мааниси $\overline{u_s' \cdot v_s'}$) жана суюк $\overline{u'^2, v'^2, |u' \cdot v'|}$) фазалардын пульсациялык мүнөздөмөлөрүнүн ортосунда байланышты түзүүгө жардам берет.

Изотроптук турбуленттиктин (1-сүрөт, 3-бөлүк) жана локалдык-изотроптук турбуленттиктин (1-сүрөт, 4-бөлүк) үлгүлөрдүн негизги белгилери жана мүнөздөмөлөрү келтирилген.

Аталган теориялар идентификация процессинде колдонулуучу аналитикалык материалдардын айлампасын түзүүгө жардам берет, б.а. талдоону ишке ашырууга зарыл болгон формулаларды жана катыштарды камтыган аналитикалык берилиштер матрицасын жана чектөөлөрдүн жана кошумча шарттардын матрицасын түзүүгө жардам берет.

Үлгүнүн чектөөлөрү айтылган теориялардын касиеттери менен мүнөздөмөлөрүнөн шартталган.



1-сүрөт – Ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификацилоонун үлгүсүнүн структурасы.

1-таблица – Ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациалоонун үлгүсүнүн чектөөлөрү

№/№ п/п	Чектөөнүн белгилениши	Чектөөлөр
1.	O^3	$\sqrt{p} = \sqrt{0,57 + \frac{3,3}{C}} < 1$
2.	$O^{дг}$	$10 < \frac{C}{\sqrt{g}} < 30;$
3.	O^u (чектөөлөрдүн топтому)	К. Загустиндин профили үчүн $\frac{u_*}{u_m} \leq \frac{1}{5 \cdot \arctg\left(\frac{1-\tilde{y}}{\tilde{y}}\right)^{3/2}}.$
		логарифмика үчүн $\frac{u_*}{u_m} = \frac{1}{2,5 \cdot \ln \tilde{y}_r };$
		Тэйлор-2 профили үчүн $\frac{u_*}{u_m} = \frac{1}{4,15 \cdot \left\{ \arcsin \sqrt{1-\tilde{y}_r} - \sqrt{\tilde{y}_r} \cdot \sqrt{1-\tilde{y}_r} \right\}};$
		Ю.А. Ибад-Заде («I»-жакындoo) профили үчүн – жакындатуунун тандоону 5-сүр. (2-бап) мисалындай жүргүзөт
4.	$ДФО_1$ (чектөөлөрдүн топтому)	$Kr^m \leq O_3 / 2 (\leq 15\%)$ изилденген суу агымдары үчүн; $\Delta_{cp} \tilde{u}^{3-p} (д.ч) = \frac{ \Delta \tilde{u}^{3-p}(\tilde{\Delta}) + \Delta \tilde{u}^{3-p}(0,2) }{2}$
5.	O^K (чектөөлөрдүн топтому)	$G_{(cp,i),max} \leq 0,25; C_{max} \leq 38m^{1/2} / c,$
6.	O^B	$\beta_2^{rp} \leq 0,32 \cdot (\bar{u} / u_*)^3,$
7.	$O^{лпм}$ (чектөөлөрдүн топтому)	$i \geq 0,01; m \leq 4; \beta^* \leq 5; \tilde{\Delta} < 0,3; u_m \geq 1 \text{ м/с};$ $\tilde{y}(\tilde{S}_{мин} \neq 0) \geq 0,5$
8.	$ДФО_2$	$\tilde{S}(1) = \begin{cases} \neq 0 \text{ диф.} \\ = 0 \text{ гр.} \end{cases}$
9.	$O^д$ (чектөөлөрдүн кеңейтилген катары)	$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{(cp,i),max}, \varepsilon_{(взм,i),max} &\leq 2,8; \\ G_{(cp,i),max}, G_{(взм,i),max} &\leq 0,25; C_{max} \leq 38m^{1/2} / c \end{aligned} \right\}$
10.	$O^{мдд}$	$W / \bar{u} < (0,62 \dots 6,27) / Fr,$
11.	O_1^r (чектөөлөрдүн кеңейтилген катары)	$\left. \begin{aligned} \beta_1^{rp} &\leq 5 \cdot f^3(\alpha); \beta_2^{rp} \leq 0,32 \cdot (\bar{u} / u_*)^3; \\ \beta_{cp}^{rp} &\leq 2,5 \cdot f^3(\alpha) + 0,16 \cdot \left(\frac{C}{\sqrt{g}} \right)^3; \frac{\bar{u}^3}{W \cdot g \cdot H} \geq 2 \end{aligned} \right\}$
12.	O_2^r	$ \overline{u' \cdot v'} \leq \frac{a \cdot g \cdot H}{4} \cdot \frac{W}{\bar{u}}$
13.	$ДУ^{и-3}$	$\frac{u_d}{u_m} = A_0 + A_1 \cdot \frac{\bar{u}}{u_m} + A_2 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m},$
14.	$ДУ^3$ негиздөөчү z параметрин эсептөөгө тиешелүү	

МАД (1-сүрөт, 5-бөлүк), МассОДУ (1-сүрөт, 6-бөлүк) жана МИД (1-сүрөт, 7-бөлүк) ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациалоонун үлгүсүн ишке киргизүүгө карата сырьё болуп эсептелет.

Ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациалоонун алгоритминин структуралык схемасы (1-сүрөт, 8-бөлүк) бир аталыштагы үлгүнүн борбордук ядросу катары 2-сүрөттө келтирилген.

Структуралык схеманын (2-сүрөт) сол жагында идентификациалоонун ар бир деңгээлинин башталышында керек болгон жерге үлгүнүн чектөөлөрүн текшерүү бөлүктөрүн жайгаштырышат. Натыйжада, идентификация жүргүзүү алдында, анын ар бир деңгээлинде эсептөөнүн ылдамдык профилдерин (ЭЫП), агымдын киргилденишинин профилдерин (АКП) жана тиешелүү эмпирикалык шарттарды (ТЭШ) ылгоону жүргүзүшөт, үлгүнүн көрсөтүлгөн чектөөлөрүн катааттандырбаган ЭЫП, АКП жана ТЭШтерди талдоодон чыгарышат. Схеманын оң жагында (2-сүрөт) – идентификациалоонун ар бир деңгээлинин аякташында алгоритмдин ($O_1 \dots O_5$) чектөөлөрүн канааттандырган жана айтылган чектөөлөргө дал келбеген ЭЫП, АКП жана ТЭШ талдоо бөлүктөрүн жайгаштырышат. Булардын акыркылары андан аркы талдоого катышпай.

Каралган алгоритмдердин структурасы изилденген суу агымдары үчүн толук колдонулат, о.э. жарым-жартылай изилденген суу агымдары үчүн (баштапкы платформа катары) колдонулат (авторлордун салымы: 60 % – Г.О. Аскалиева, 40 % – Г.К. Керимкулова).

Структуранын чегинде маалыматтын жылышы. МАД, МассОДУ, МИД матрицаларынан алынган маалыматтардын негизинде орточо ылдамдыкты эсептөөнү, аны эмпирикалык маанилер менен салыштыруунун жана I фильтр боюнча эсептөөнүн эмпирикадан айырмасы 10% тен ашык эмес болгон ылдамдыктын эсептөө профилдерин жана туура келген эмпирикалык шарттарды тандоону жүргүзөбүз.

Бул этапта тандалып алынган ЭЫП жана ТЭШтерди агымдын тереңдиги боюнча суу ылдамдыгынын салыштырмалуу таралышын эсептөөгө колдонушат, бул профилдерди эмпирикалыктар менен салыштырышат жана II фильтр боюнча эсептелгендердин эксперименттен 20% тен ашпагандары боюнча ЭЫП жана ТЭШтер тандалат.

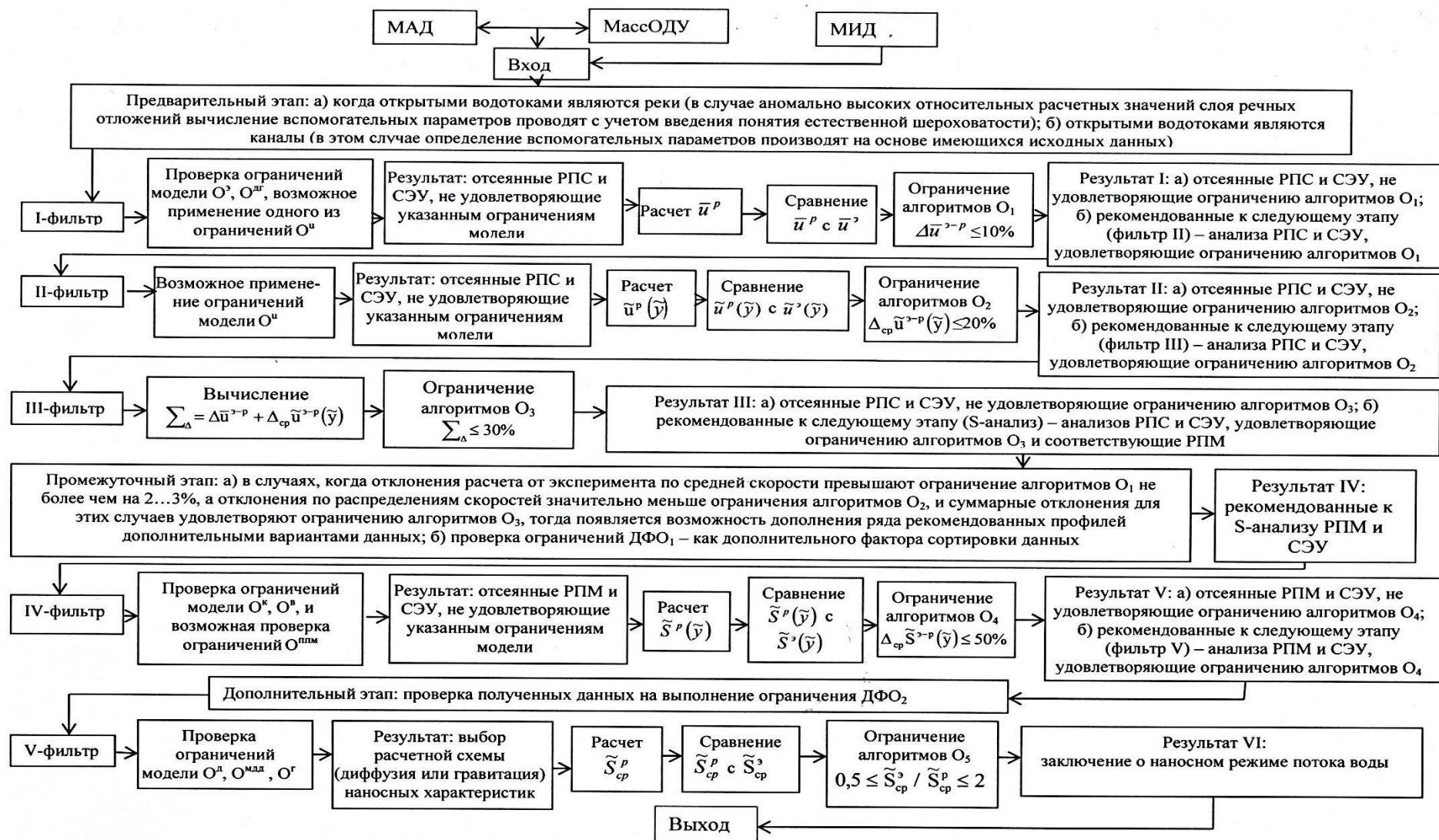
Тандалган ЭЫП жана ТЭШтердин негизинде айырмалардын суммасын $\sum_{\Delta} = \Delta \bar{u}^{3-p} + \Delta_{cp} \tilde{u}^{3-p}(\tilde{y})$ издешет жана III фильтр боюнча айырмалардын суммасы 30% тен ашпаган ЭЫП жана ТЭШтерди тандашат.

Бул этапта тандалып алынган берилиштер (ЭЫП жана ТЭШ) үчүн аларга туура келген агымдын киргилин эсептөөчү профилдерди (АКП) табышат, салыштырмалуу киргилдиктин агымдын тереңдиги боюнча таралышын эсептешет, аларды эмпирикалык менен салыштырышат жана IV фильтрде эсептелген маанилердин эксперименттен айырмасы 50% тен ашпаган АКП жана ТЭШтерди тандашат.

Талдоонун мурунку этабында тандалып алынган АКПлардын диффузиялык же гравитациялык теорияга туура келээрин аныкташат, орточо салыштырмалуу киргилденишти (тиги же бул теория аркылуу) эсептешет, аларды эмпирикалык маанилер менен салыштырышат жана V филтирде орточо салыштырмалуу киргилдеништин мааниси $\tilde{S}_{cp}^3 / \tilde{S}_{cp}^p$ катышынын мааниси 0,5 тен кичине эмес, бирок 2 ден чоң эмес болгондорун тандап алышат.

Каралган маалыматтын жылуусу горизонталдык сызык менен (I...V филттрлери) жүргүзүлөт, ал эми көрсөтүлгөн деңгээлдер ортосундагы өтүүнү тике жүргүзүшөт.

Алгоритмдердин чектөөлөрү, негизинен, гидравликалык изилдөөлөрдө колдонулуучу эмпирикалык ыкмалар жана эксперименттик жабдуулар менен шартталган.



2-Сүрөт – Ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификалоонун алгоритминин структуралык схемасы, бир аталыштагы үлгүнүн борбордук ядросу

Алгоритмдердин схемасы үлгүнүн схемасына МАД, МассОДУ, МИД матрицалар жана 9-бөлүк, компьютердик программалар (1-сүрөт) аркылуу кирет. Үлгүнүлгүнү алгоритмдери жана компьютердик программалары адаттан тышкары идентификациялоонун алгоритмдеринин сруктурасын колдануу менен, МАД, МассОДУ, МИД матрицаларынын негизинде иштелип чыгат жана түзүлөт.

Идентификациялоонун аягында идентифицирленген изилденген ачык аккан суу агымдарынын режимдик параметрлерин идентифицирленген объектилердин визиттик карталары түрүндө (1-сүрөт, 10-бөлүк) алышат.

2.3.бөлүмүндө айтылган үлгүлөр менен алгоритмдерди ишке ашырууда колдонулуучу эсептөө формулалары жана катыштар келтирилген.

Үчүнчү бапта изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун үлгүсүнүн кээ бир жоболору изилденген.

3.1. бөлүмүндө турбуленттик суу агымынын чектик ламинардык катмарынын салыштырмалуу калыңдыгын жана динамикалык ылдамдыктын байкоо чекитин тургузуу маселелери каралган. Коюлган маселе көрсөткүчтүү профилин жана ылдамдыктын Доу Го-жень жана Ю.А. Ибад-Заде («0» жакындаштыруу) бөлүштүргүчтөрүн пайдалануу менен чечилди. Айтылган катыштардын сол жагына \tilde{u}_* динамикалык ылдамдыкты бар деп эсептеп, оң жагында \tilde{y} координатасынын ордуна $\tilde{y}_{\tilde{u}_*}$ ти алабыз. Керек жерде өзгөртүүлөрдү жүргүзүп, алабыз:

$$\text{көрсөткүчтүү профиль} - \tilde{y}_{\tilde{u}_*} = \tilde{u}_*^m; \quad (1)$$

$$\text{Доу Го-жень} - \tilde{u}_* = 1 - \frac{9,8 \cdot (C/\sqrt{g})^{-0,75} \cdot (1 - \tilde{y}_{\tilde{u}_*})^2}{1 \pm [1 + 50 \cdot \tilde{y}_{\tilde{u}_*} \cdot (1 - \tilde{y}_{\tilde{u}_*})^2]^{\frac{1}{2}}}; \quad (2)$$

$$\text{Ю.А. Ибад-Заде («0» жак.)} - \tilde{u}_* = 1 + \left[\frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} - \left(1 - \frac{u_d}{u_m} \right) \right] \cdot (1 - \tilde{y}_{\tilde{u}_*}) - \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} (1 - \tilde{y}_{\tilde{u}_*})^2. \quad (3)$$

Бул учурда (1) катышын изделген координатаны эсептөө үчүн колдонобуз; (2) трансценденттик катышынылгоо ыкмасы менен чыгарабыз; (3) теңдемени квадраттык катары чыгарабыз.

Эсептөө үчүн Тору-Айгыр д. КК нын баштапкы берилиштерин пайдаланабыз.

Эсептөөнүн жыйынтыктары 2-таблицада келтирилген.

2-таблица – $\tilde{y}_{\tilde{u}_*}$ тинтажрыйбалардын саны боюнча орточолонгон маанилери

Режим	Ылдамдык профилдери үчүн $\tilde{y}_{\tilde{u}_*}$ мааниси	
	Көрсөткүчтүү	Ю.А. Ибад-Заде («0» жак.)
ИАВ	$1 \cdot 10^{-3} \dots 6,2 \cdot 10^{-6}$	$\text{ср} = -0,02 \pm 0,02$

2-таблицадан көрүнүп тургандай, ИАВ үчүн Ю.А. Ибад-Заде («0» жак.) ылдамдык профили үчүн тамырдын мааниси терс сан.

Биринчи. Чектик ламинардык катмардын суу ылдамдыгынын (жылмакай капталдар учуру) формуласы быдыр түп үчүн колдонулат деп болжоп, биздин белгилөөдө жазалы:

$$u_\delta = \frac{u_*^2 \cdot \delta}{\nu} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{2H} \right). \quad (4)$$

Экинчи. Мейли, ламинардык катмардын чегинде ылдамдык динамикалыкка барабар болсун, б.а. $u_\delta = u_*$. Анда (4) катышы төмөнкүчө жазылат:

$$1 = \frac{u_* \cdot \delta}{\nu} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{2H}\right). \quad (5)$$

Чектик катмардын өлчөмсүз калыңдыгын киргизебиз $\tilde{\delta} = \delta/H$. Анда

$$1 = \frac{u_* \cdot H}{\nu} \cdot \tilde{\delta} \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \tilde{\delta}\right). \quad (6)$$

(6) формуласын даражалуу функцию катары өзгөртөбүз

$$\tilde{\delta}^2 - 2\tilde{\delta} + \frac{2\nu}{u_* \cdot H} = 0. \quad (7)$$

Үчүнчү. Мейли, $\tilde{\delta} = \tilde{y}_{u_*}$ болсун. Жөнөкөйлүк үчүн $\tilde{y}_{u_*} = \kappa$ белгилөөсүн киргизебиз. Анда

$$\kappa^2 - 2\kappa + \frac{2\nu}{u_* \cdot H} = 0. \quad (8)$$

Бул теңдемеде биринчи мүчөнү карабасак болот. Анда

$$\tilde{\delta} = \frac{\nu}{u_* \cdot H}. \quad (9)$$

Чектик катмардын калыңдыгын балоо (3-таблица) баардык тажрыйбалар үчүн анын чоңдугу 10^{-5} тин тегерегинде экендигин табууга жардам берди. Динамикалык ылдамдыктын байкоо чекитинин координатасы чоңдугунун тартиби боюнча 1, 4...7 тажрыйбалары үчүн (56% ишке ашырылды) ламинардык катмардын калыңдыгы менен дал келет.

3-таблица – (9) формуласы менен ламинардык катмардын калыңдыгын балоо жана аны \tilde{y}_{u_*} координатасы менен салыштыруу

Тажрыйба	H, м	u_* , м/с	$\tilde{\delta}$ фор. (9)	\tilde{y}_{u_*} фор. (1)
1	0,20	0,210	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$
2	0,17	0,196	$3,1 \cdot 10^{-5}$	0,00015
3	0,26	0,236	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$
4	0,23	0,242	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$
5	0,26	0,273	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$
6	0,21	0,251	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$
7	0,19	0,284	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$
{8; 10}	0,14	0,275	$2,7 \cdot 10^{-5}$	0,0011
9	0,15	0,254	$2,8 \cdot 10^{-5}$	0,00022

Бул жерде биздин божомолдор тыкыр эмпирикалык текшерүүгө муктаж экендигин айтуу керек.

2.3. бөлүмдө турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин вертикалдык координатадан көз карандылыгы изилденген.

Биздин белгилөөлөрдү жана турбуленттик диффузиянын коэффициентинин абсолюттук маанисинен анын салыштырмалуу туюнтулушуна өтүүнү эске алуу менен турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициенти үчүн туюнтма төмөнкү түрдө жазылат:

$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{d\tilde{u}/d\tilde{y}}. \quad (10)$$

Суунун салыштырмалуу ылдамдыгынын агымдын тереңдиги боюнча таралыштарын турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентини үчүн формуласы (10) го коюп, алабыз

парабола –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{2 \cdot \frac{m_1 \cdot u_*}{u_m \cdot \sqrt{g}} \cdot (1 - \tilde{y})} = \frac{\sqrt{g}}{2 \cdot m_1}; \quad (11)$$

эллипс –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{p(1 - \tilde{y})} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{\tilde{u}(\tilde{y})}{p}; \quad (12)$$

логарифмика –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{\frac{u_*}{k \cdot u_m} \cdot \frac{1}{\tilde{y}}} = k \cdot \tilde{y} \cdot (1 - \tilde{y}); \quad (13)$$

көрсөткүчтүү –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{\frac{1}{m} \cdot \frac{\tilde{u}(\tilde{y})}{\tilde{y}}} = m \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{\tilde{y} \cdot (1 - \tilde{y})}{\tilde{u}(\tilde{y})}; \quad (14)$$

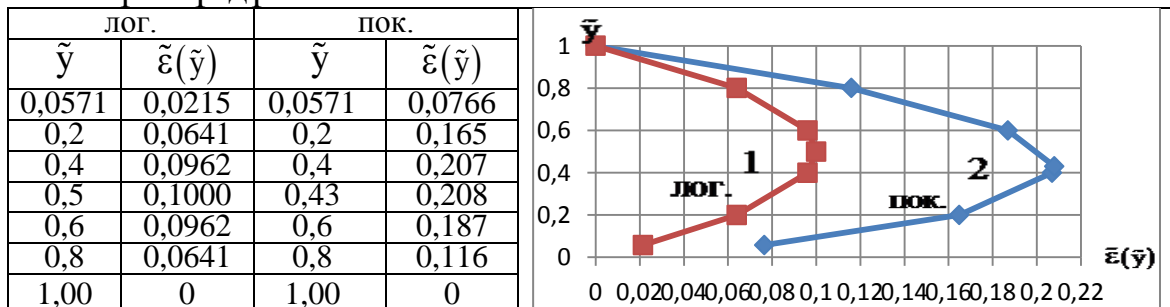
Ю.А. Ибад-Заде, «0» жак. –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{-A_3 + 2 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y})}; \quad (15)$$

Ю.А. Ибад-Заде, «I» жак. –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{-A_4 - 2 \cdot A_5 \cdot (1 - \tilde{y}) + 2,01 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y})^2}; \quad (16)$$

Ю.А. Ибад-Заде, «II» жак. –
$$\tilde{\varepsilon} = \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{1 - \tilde{y}}{-A_6 - 2A_7 \cdot (1 - \tilde{y}) - 3A_8 \cdot (1 - \tilde{y})^2 + 2 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y})^3}. \quad (17)$$

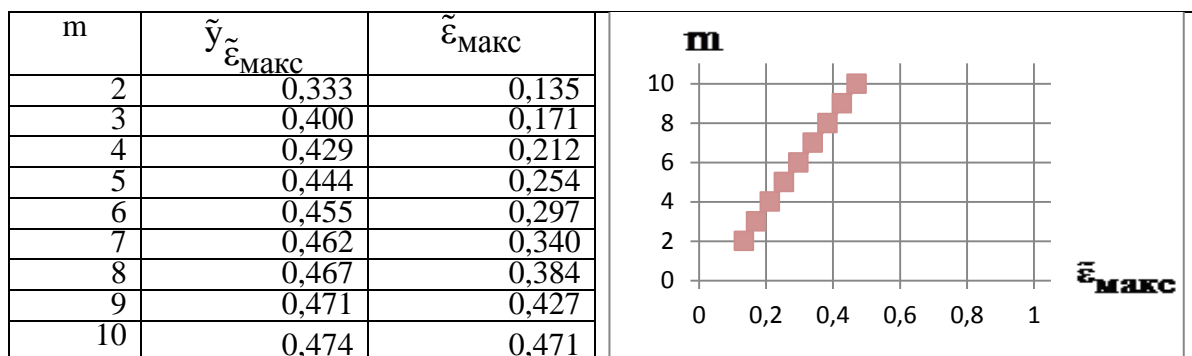
$\tilde{\varepsilon}(\tilde{y})$ маселесин изилдөөдө эллипстик (себеби – $\tilde{\varepsilon}$ коэффициентинин алдын ала маалымдануучу максимуму агымдын үстүндө), Ю.А.Ибад-Заде ылдамдык таралуусу («0» жак., себеби – $\tilde{\varepsilon}$ коэффициентинин максимумунун координатасын аныктоодо координата катышпайт, «I» жак., себеби – $\tilde{\varepsilon}$ максимум координатасы катары эки комплекстик түгөй сан алынды, «II» жак., себеби – $\tilde{\varepsilon}$ коэффициентинин максимумунун координатасы вертикалдык координатанын аныкталуу областынын чегинин тышындагы анык сан болуп эсептелет) ылдамдык профилдери туура келбей тургандыгы аныкталды.

Турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин агымдын тереңдиги боюнча таралышы (13), (14) формулалар аркылуу табылды жана 3-сүрөттө көрсөтүлдү.



3-сүрөт – Турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин агымдын тереңдиги боюнча таралышы, колдонулган учурлар: 1 – логарифмикалык профиль (сыймалак алыш) жана 2 – суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү таралышы.

Тестик эсептөөлөрдүн жыйынтыгында жаңы факт: турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин максималдуу мааниси көрсөткүчтүү көз карандылыктын параметри m ге (же Шези коэффициентине) түз жана алыштын быдырлыгына (же энергиянын сарпталышына) тескери пропорциалуу экендиги табылды (4-сүрөт).



4-сүрөт— Турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин максимумунун $m(C)$ параметринен көз карандылыгы.

3.3. бөлүмүндө турбуленттик туура кесилген масштабы менен аралашуу жолунун узундугунун ортосындагы байланыш табылды. Аралашуу жолунун узундугу жарым эмпирикалык теорияларда жана суюктуктун турбуленттик агымдарынын үлгүлөрүндө ачкыч мүнөздөгүч болуп эсептелет.

Турбуленттик туура кесилген масштабы менен аралашуу жолунун узундугунун ортосында аналогия бар: аталган түшүнүктөрдүн пропорционалдуулугу (М.А.Великанов) же теңдештиги (Е.М.Минский) андан тышкары, суу ылдамдыгынын эмпирикалык таралыштарын графикалык дифференцирлөөдө аралашуу жолун баалоого каралган Карман жана Никурадзелердин көз караштарынын алсыздыгы белгиленген. Суюктуктун турбуленттик агымдарынын үлгүлөрү болушунча татаал жана ошол эле учурда ачык аккан суулардын агымынын реалдык көрүнүштөрүнөн алыс болуп эсептелет.

Муну менен катар, турбуленттик жана физикалык диффузиянын ортосундагы формалдуу аналогиянын зарыл жана жетиштүү шарты болуп суюктуктун баардык агымдары үчүн аткарылган $\tilde{\varepsilon}(\tilde{y}) = \text{const}$, $\tilde{L}(\tilde{y}) = \text{const}$, $\tilde{\sigma}_v(\tilde{y}) = \text{const}$, барабардыктары эсептелет.

Эми ылдамдыктын вертикалдык компонентасы жана анын пульсациясы бири бирине жакын б.а. $\tilde{\sigma}_v \propto \tilde{\sigma}_{v'}$ болгон фактыны колдонобуз. Анда мындай алмаштыруунун эске алуу менен аралашуу жолунун узундугунун формуласы (биздин белгилөөлөрдү эске алуу менен) төмөнкү түрдө жазылат

$$\tilde{L}(\tilde{y}) = \frac{\tilde{\varepsilon}(\tilde{y})}{\tilde{\sigma}_{v'}(\tilde{y})}. \quad (18)$$

Адабияттагы берилгендер менен дал келген турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин формулалары логарифмиканы (жылмакай бет)

$$\tilde{\varepsilon}(\tilde{y}) = k \cdot \tilde{y} \cdot (1 - \tilde{y}); \quad (19)$$

Жана суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү профилин

$$\tilde{\varepsilon}(\tilde{y}) = m \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot \frac{\tilde{y} \cdot (1 - \tilde{y})}{\tilde{u}(\tilde{y})}. \quad (20)$$

колдонгон учурда алынды.

Суу ылдамдыгынын вертикалдык компонентасынын пульсациясынын таралышы үчүн И.К. Никитиндин формуласын колдонобуз

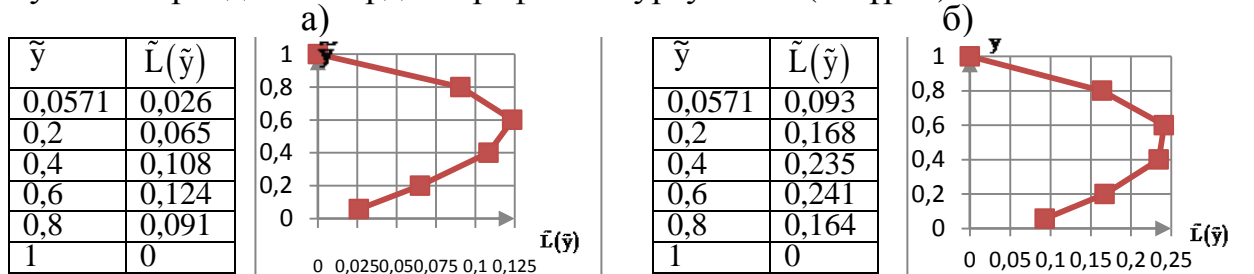
$$\tilde{\sigma}_{v'} = \frac{\sigma_{v'}}{u_*} = \frac{0,71 \cdot \tilde{y} (\tilde{y}^2 - 2\tilde{y} + 2)}{\tilde{y} + 0,036}. \quad (21)$$

(19), (20) жана (21) формулаларын (18) катышына коюп, аралашуу жолунун узундугунун формулаларын алабыз:

$$\text{логарифмика (жылмакай бет)} - \tilde{L}(\tilde{y}) = \frac{k \cdot (1 - \tilde{y}) \cdot (\tilde{y} + 0,036)}{0,71 \cdot (\tilde{y}^2 - 2\tilde{y} + 2)}; \quad (22)$$

$$\text{көрсөткүчтүү профиль} - \tilde{L}(\tilde{y}) = \frac{m \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y}) \cdot (\tilde{y} + 0,036)}{0,71 \cdot (\tilde{y}^2 - 2\tilde{y} + 2) \cdot \tilde{u}(\tilde{y})}. \quad (23)$$

Бул көз карандылыктардын графигин тургузабыз (5-сүрөт)



5-сүрөт – Аралашуу жолунун узундугу: а) – суу ылдамдыгынын логарифмикалык профилин колдонууда (жылмакай бет), б) – суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү таралышын колдонууда п (эсеп салыштырмалуу быдырлык $\tilde{\Delta} = 0,0571$ тан башталат, Тору-Айгыр д. КК {8, 10}).

Аралашуу жолунун узундугунун чектик, орточо маанилерин жана максимум координатасын табабыз. (4-таблица).

4-таблица – Аралашуу жолунун узундугунун чектик, орточо маанилери жана максимум координатасы

Профиль	$\tilde{L}(\tilde{y})$		\tilde{L}_{cp}	\tilde{L}_{max}
	$\tilde{y} = 0$ болгондо	$\tilde{y} = 1$ болгондо		
логарифмика	0,010	0	0,08	0,124
көрсөткүчтүү	таралат	0	0,17	0,247

Жогоруда белгиленгендей, $\tilde{L}(\tilde{y})$ ийри сызыктары турбуленттиктин туура кесилген масштабдарынын ийри сызыктарына окшош түргө ээ:

биринчиден – каралган көрсөткүчтөрдүн максимумдары бар: $\tilde{L}_{max}^{(n)} = 0,124$ $\tilde{y} = 0,58$ болгондо, $\tilde{L}_{max}^{(n)} = 0,247$ $\tilde{y} = 0,52$ болгондо, ал эми турбуленттиктин туура кесилген масштабдары үчүн: $\tilde{L}(uu)_y^{max} = 0,118$ $\tilde{y} = 0,48$ болгондо жана $\tilde{L}(vv)_y^{max} = 0,167$ $\tilde{y} = 0,48$ болгондо;

экинчиден – каралган көрсөткүчтөрдүн орточо маанилери: $\tilde{L}_{cp}^{(n)} = 0,08 \pm 0,04$, $\tilde{L}_{cp}^{(n)} = 0,17 \pm 0,08$, ал эми турбуленттиктин туура кесилген масштабдары үчүн: $\tilde{L}_{cp}(uu)_y = 0,08 \pm 0,03$, $\tilde{L}_{cp}(vv)_y = 0,10 \pm 0,04$;

үчүнчүдөн – каралган мүнөздөмөлөрдүн чектик маанилери $\tilde{L}^{(n)}(0) = 0,010$, $\tilde{L}^{(n)}(0)$ – таралат; $\tilde{L}^{(n)}(1) = 0$, $\tilde{L}^{(n)}(1) = 0$, ал эми турбуленттиктин туура кесилген масштабдары үчүн: $\tilde{L}(uu)_y = \tilde{L}(vv)_y = 0$, суу түбүндө да, суу үстүндө да.

Пропорционалдуулуктун туура келген коэффициенттерин эсептейбиз:

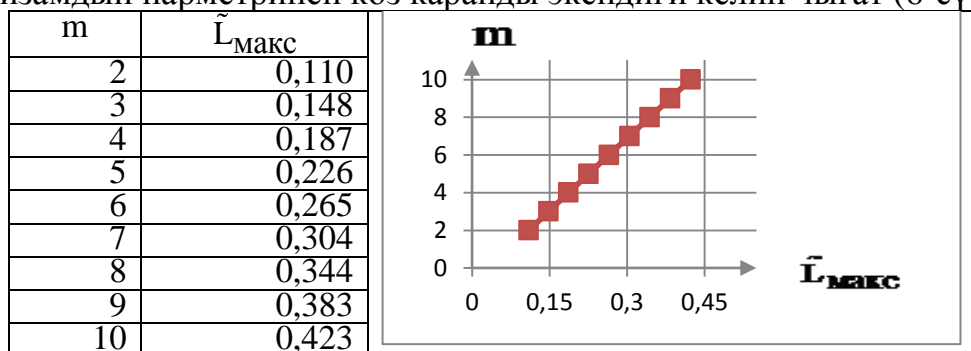
$$\tilde{\gamma}^{(n)} = \frac{\tilde{L}^{(n)}(\tilde{y})}{\tilde{L}(uu)_y} - \text{логарифмика үчүн}; \quad (24)$$

$$\tilde{\gamma}^{(n)} = \frac{\tilde{L}^{(n)}(\tilde{y})}{\tilde{L}(vv)_y} - \text{көрсөткүчтүү профиль үчүн}. \quad (25)$$

Алынган жыйынтыктар төмөнкүлөрдү тастыктайт:

➤ суу ылдамдыгынын логарифмикалык профилин колдонгон учурда талкуудагы пропорционалдуулуктун коэффициентин $\tilde{\gamma}^{(n)} = 0,9 \pm 0,3$, бул Е.М. Минскийдин турбуленттик масштабы менен аралашуу жолунун узундугунун тең салмактуулугу жөнүндөгү айтуусуна туура келет;

➤ суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү таралышын колдонгон учурда пропорционалдуулуктун коэффициентин $\tilde{\gamma}^{(n)} = 1,5 \pm 0,4$, бул М.А.Великановдун турбуленттик масштабы менен аралашуу жолунун узундугунун пропорционалдуулугу жөнүндөгү ой жүгүртүүсүнө туура келет. Суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү профилин колдонуу менен аралашуу жолунун узундугунун максимуму үчүн катыштан айтылган мааниси көрсөткүчтүү мыйзамдын параметринен көз каранды экендиги келип чыгат (6-сүрөт).



6-сүрөт – Аралашуу жолунун узундугунун максимумунун маанисинин (суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү профили) m параметринен көз карандылыгы.

Аралашуу жолунун узундугу менен алыштын түбүнүн быдырлыгынын ортосундагы тескери пропорционалдуу көз карандылык табылды: алыштын быдырлыгы же энергиянын сарпталышы канчалык жогору болсо, аралашуу жолунун узундугунун максимуму ошончо кичине болот; алыштын быдырлыгы жана энергиянын сарпталышы канчалык кичине болсо, аралашуу жолунун узундугунун максимуму ошончолук жогору болот. Бул абал табылган жаңы факт болуп эсептелет.

Алынган жыйынтыктарды жалпылап турбуленттик аралашуунун төмөнкү схематикалык көрүнүшүн сүрөттөөгө болот:

➤ биринчиден – суу агымынын турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин максималдуу маанисинин ($\tilde{\gamma}_{\text{макс}} = 0,5$ (логарифмика) жана 0,43 (көрсөткүчтүү профиль) – биздин берилиштер; максимум координатасынын мааниси 0,5 барабар – адабияттагы берилиш; аралашуу жолунун узундугунун максималдуу маанисилери: $\tilde{L}_{\text{макс}} = 0,58$ (логарифмика), $\tilde{L}_{\text{макс}} = 0,52$ (көрсөткүчтүү профиль) – биздин берилиштер жана $\tilde{\gamma} = 0,48$ – адабияттагы берилиш) болгондугу менен мүнөздөлгөн интенсивдүү турбуленттик аралашуусу байкалган аймак (суу агымынын борбордук бөлүгү) тургузулду;

➤ экинчиден – аралашуунун өзү суунун эң кичине ламинардык айлануулар механикалык энергияны жылуулукка айландыруучу жука ламинардык катмары орун алган агымдын түбүнөн башталбайт (айткандай, агымдын түбүндөгү аралашуу жолунун узундугунун маанисилери 0,010 (логарифмика) жана таралган мааниге (көрсөткүчтүү профиль) маани берип кереги жок, себеби суунун ламинардык агуу шартында турбуленттик аралашуу жөнүндө айтуу мааниге ээ эмес).

3.4. бөлүмүндө Кыргызстандын тоолуу-тоого чукул аймактарындагы орто жана кичи дарыялар шартына карата суу киргилинин көрсөткүчтүү профили Е.В.Клевцовдун колдонулушунун O^{III} чектөөсү аныкталды. Көрсөтүлгөн чектөө жантаюунун чектик маанисинин жана агымдын түбүнүн салыштырмалуу быдырлыгынын, суу ылдамдыгынын жана киргилинин көрсөткүчтүү профилдеринин параметрлеринин, суунун максималдуу ылдамдыгынын жана жарым-жарты калкыган агындылардын фракциялык түшүлүшү (же чоңдугу) бекитилген учурда минималдык (нөл эмес) суу киргилинин чектик координатасынын топтомун элестетет.

Кыргызстандагы 17 дарыялардын материалдарынын негизинде 5-таблицаны түзөбүз, ага бул суу агымдарынын түбүнүн жантаюусунун жана көрсөткүчтүү көз карандылыктын параметри β^* нын маанисин кошобуз.

Аны менен тез таанышууда айтылган чекти параметрдин мааниси $\beta^* \leq 10$ болгон аймакта табууга болоорун сезүүгө болот, бирок аны тыкыр талдоо жана текшерүү

зарыл.

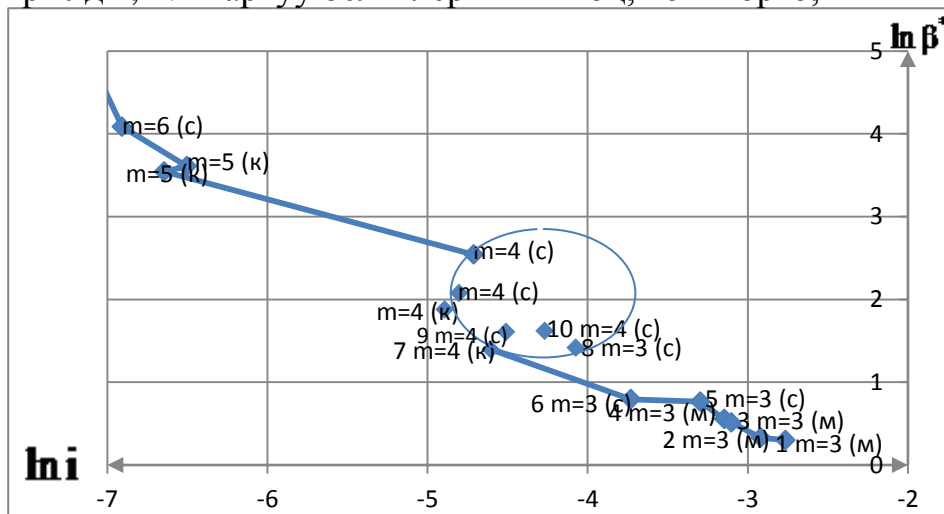
$\beta^*(i)$ байланыштары жөнүндөгү берилиштер келтирилген 7-сүрөттө түзөбүз.

Мейли, чек $\beta^* \leq 5$ маанисинен башталат дейли. Бирок баалоо үчүн жогоруда келтирилгендерден бир нече объектини алуу жетиштүү. 4 дарыяга токтолобуз: Бор Дөбө ($\beta^* \sim 1$), Чоң Кайыңды ($\beta^* \sim 2$), Жети-Өгүз ($\beta^* \sim 4$) жана Карабалта ($\beta^* \sim 5$).

5-таблица – Түбүнүн жантаюусунун жана параметр β^* нын маанилери (Кыргызстандын 17 дарыясы)

Дарыя	i	β^*
Түп (ч)	0,0009	91,6
Жыргылаң(ч)	0,0010	59,4
Талас (ч)	0,0015	36,9
Суусамыр (ч)	0,0013	34,6
Кара-Буура (о)	0,0090	12,7
Сөөк (о)	0,0082	7,99
Жубан Арык (ч)	0,0075	6,55
Карабалта (о)	0,0140	5,06
Ур Марал (о)	0,0110	5,00
Жети-Өгүз (о)	0,0170	4,13
Чоң Кемин (ч)	0,0100	4,04
Сокулук (о)	0,0240	2,21
Чон Кайыңды (о)	0,0370	2,15
Туюк (к)	0,0430	1,74
Жаргылчак (к)	0,0450	1,67
Бозщук (к)	0,0540	1,39
Бор Дөбө (к)	0,0630	1,35

Эскертүү: 1. Суу агымдары β^* параметринин кемүү тартибинде жайгаштырылды; 2. Шартуу белгилер «ч» – чоң, «о» – орто, «к» – кичи дарыялар.



7- сүрөт $-\beta^*(i)$ га карата: сүрөттө келтирилди: 1) суу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү законунун параметри m дин мааниси; 2) агымдардын классификациялык индекстери «ч», «о», «к» – чоң, орто, кичи дарыялар; 3) графиктин оң жагында дарыялар ондон солго карай номерленген: 1 – Бор Дөбө, 2 – Бозщук, 3 – Жаргылчак, 4 – Туюк, 5 – Чоң Кайыңды, 6 – Сокулук, 7 – Ч.Кемин, 8 – Жети-Өгүз, 9 – Ур Марал, 10 – Карабалта.

Тандалган объектилер үчүн киргилдин көрсөткүчтүү профили Е.В.Клевцовду төмөнкү формула менен эсептейбиз

$$\tilde{S}(\tilde{y}) = F_1^{(-)}(\tilde{\Delta}) \cdot F_2^{(-)}(\tilde{\Delta}) \cdot F_3^{(-)}(\tilde{\Delta}) \cdot F_1(\tilde{y}) \cdot F_2(\tilde{y}) \cdot F_3(\tilde{y}). \quad (26)$$

Суунун киргилинин профилдерин эсептөөгө зарыл болгон a_i коэффициенттери жана $F^{(-)}(\tilde{\Delta}) = F_1^{(-)}(\tilde{\Delta}) \cdot F_2^{(-)}(\tilde{\Delta}) \cdot F_3^{(-)}(\tilde{\Delta})$ функцияларынын маанилери тиешелүү түрдө 6 жана 7 таблицада келтирилген.

6-таблица – a_i коэффициенттеринин тандалган объектилер үчүн маанилери

Коэффициенттер			
a_1	a_2	a_3	a_4
Бор Дөбө, Чоң-Кайыңды, Жети-Өгүз д.; $m=3$			
-0,50	0,50	0,87	0,86
a_5	a_6	a_7	a_8
Карабалта д.; $m=4$			
0	0	-1	1

7-Таблица – $F^{(-)}(\tilde{\Delta})$ функциясынын тандалган объектилер үчүн маанилери

дарыя	Агымдын түбүнү салыштырмалуу быдырлыгы $\tilde{\Delta}$	$F^{(-)}(\tilde{\Delta})$
Бор Дөбө	0,12	0,52
Чоң Кайыңды	0,22	0,42
Жети-Өгүз	0,18	0,12
Карабалта	0,12	4,20

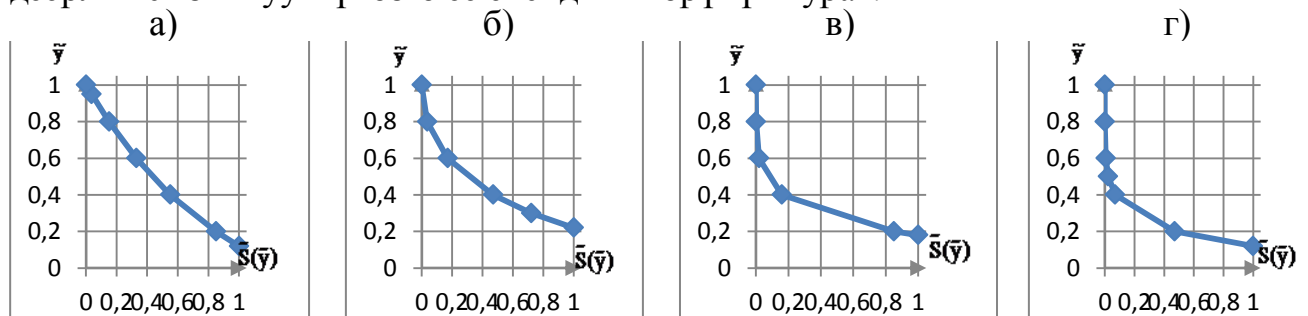
Мындан аркы талдоо үчүн минималдуу (нөл эмес) киргилденүүнү байкоонун салыштырмалуу вертикалдык координатасынын чектик мааниси түшүнүгүн киргизебиз, ал суу киргилинин көрсөткүчтүү профилин $\tilde{y}(\tilde{S}_{\min} \neq 0)$ колдонууну чектейт. Мындай чоңдук жок дегенде $0,5\text{тен} \geq$ маанисин түзөт деп санайбыз. Эсептелген суу киргилинин көрсөткүчтүү профили 8-сүрөттө келтирилген.

Талдоонун аныктыгы үчүн мейли:

- суу киргилинин минималдуу «нөл эмес» мааниси биринчи кезиккен мааниге ээ цифра үтүрдөн кийинки экинчи белгиде болсун;
- суу киргилинин минималдуу «нөл эмес» мааниси биринчи кезиккен мааниге ээ цифра үтүрдөн кийинки үчүнчү белгиде болсун.

8-сүрөттөгү берилиштерге жетектелип, айтылган чектик маанилер $\tilde{y}(\tilde{S}_{\min} \neq 0)$ дарыялар үчүн төмөнкүдөй болоорун аныктайбыз: Бор Дөбө 0,95 ($\tilde{S}_{\min}=0,036$), Чоң Кайыңды 0,8 ($\tilde{S}_{\min}=0,036$), Жети-Өгүз 0,6 ($\tilde{S}_{\min}=0,020$), Карабалта 0,5 ($\tilde{S}_{\min}=0,022$).

Бул берилиштер боюнча 9-сүрөттү тургузабыз. Каралган көз карандылык дээрлик сызыктуу мүнөзгө ээ экендиги көрүнүп турат.

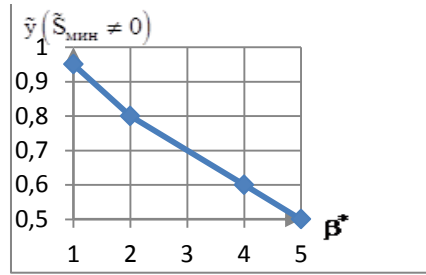


8-сүрөт – Тандалган объектилер үчүн суу киргилинин көрсөткүчтүү профилдери: а) – Бор-Дөбө д., б) – Чоң Кайыңды д., в) – Жети-Өгүз д., г) – Карабалта д.

Суу киргилинин көрсөткүчтүү профилин колдонуунун чектөөсү ($O^{\text{ппм}}$) ди түзүүгө өтөбүз.

Көрсөтүлгөн чектөө төмөнкү бир катар параметрлерди жана мүнөздөмөлөрдү камтуусу керек: i , m , β^* , $\tilde{\Delta}$, u_m , $\tilde{y}(\tilde{S}_{\min} \neq 0)$.

6,7-таблицадагы жана 8, 9-сүрөттөрдөгү берилиштерге кайрылып, көрсөтүлгөн чоңдуктардын чектик маанилерин тургузабыз: $i \geq 0,01$; $m \leq 4$; $\beta^* \leq 5$; $\tilde{\Delta} < 0,3$; $u_m \geq 1$ м/с; $\tilde{d} \sim 0,5$ мм ($\bar{w} = 0,0524$ м/с) болгондо, $\tilde{y}(\tilde{S}_{\min} \neq 0) \geq 0,5$.



9-сүрөт – Суу киргилинин көрсөткүчтүү профилинин параметри β^* дан көз каранды богон $\tilde{y} (\tilde{S}_{\min} \neq 0)$ тин пределдик маанилери.

3.5 бөлүмүндө суунун салыштырмалуу ылдамдыгынын жана агымдын салыштырмалуу киргилинин бөлүштүрүүсү Ю.А. Ибад-Заденин (үч жакындатуу) катыштары аталган профилдерди практикалык колдонуу үчүн типтик коэффициенттерин бөлүү менен компактуу түргө келтирилди.

Суу ылдамдыгын агымдын тереңдиги боюнча бөлүштүрүүсү
Ю.А. Ибад-Заде «0» жакындатуу –

$$\tilde{u}(\tilde{y}) = 1 + \left[\frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} - \left(1 - \frac{u_d}{u_m} \right) \right] \cdot (1 - \tilde{y}) - \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} (1 - \tilde{y})^2 = 1 + A_3 \cdot (1 - \tilde{y}) - \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y})^2, \quad (27)$$

$$\text{«I» жакындатуу} - \tilde{u}(\tilde{y}) = 1 + A_4 \cdot (1 - \tilde{y}) + A_5 \cdot (1 - \tilde{y})^2 - 0,67 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y})^3, \quad (28)$$

$$\text{«II» жакындатуу} - \tilde{u}(\tilde{y}) = 1 + A_6 \cdot (1 - \tilde{y}) + A_7 \cdot (1 - \tilde{y})^2 + A_8 \cdot (1 - \tilde{y})^3 - 0,5 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \cdot (1 - \tilde{y})^4, \quad (29)$$

Бул катыштарда $\frac{u_d}{u_m}$ бөлчөгү бар, анны B_i коэффициенттерин алдын ала чыгарууну эске алып, төмөнкү түргө келтирсек болот :

$$\frac{u_d}{u_m} = A_0 + A_1 \cdot \frac{\bar{u}}{u_m} + A_2 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m}, \quad (30)$$

A_0, A_1, A_2 коэффициенттери 8-таблицада келтирилген.

8-таблица $-A_0, A_1, A_2$ коэффициенттеринин маанилери

Приближение	A_0	A_1	A_2
«0»	-1	2	-0,33
«I»	-1,25	2,24	-0,18
«II»	-1,44	2,44	-0,23

Суунун орто ылдамдыгы

Аны(27), (28), (29) формулаларын 0 дөн 1 ге чейин \tilde{y} боюнча интегралдоо менен табабыз $\bar{u}(m/c) = u_m \cdot \int_0^1 \tilde{u}(\tilde{y}) \cdot d\tilde{y}$:

$$\text{«0» жак.} - \bar{u}(m/c) = 0,5 \cdot u_m \cdot \left(1 + \frac{u_d}{u_m} \right) + 0,17 \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot u_*; \quad (31)$$

$$\text{«I» жак.} - \bar{u}(m/c) = 0,5 \cdot u_m \cdot \left(1,1 + 0,9 \cdot \frac{u_d}{u_m} \right) + 0,236 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot u_*; \quad (32)$$

$$\text{«II» жак.} - \bar{u}(m/c) = 0,5 \cdot u_m \cdot \left(1,18 + 0,82 \cdot \frac{u_d}{u_m} \right) + 0,286 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot u_*. \quad (33)$$

Суунун салыштырмалуу киргилинин агымдын тереңдиги боюнча бөлүнүшү

$$\tilde{S}(\tilde{y}) = (1 - \tilde{y})^{\left(1 - \frac{u_d}{u_m} + \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m} \right) \frac{w/u_*}{u_* / u_m}} \cdot \exp \left(-2 \cdot \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{w}{u_*} \cdot \tilde{y} \right). \quad (34)$$

Биз алган катыштар $\frac{u_d}{u_m}, \frac{m_1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{u_*}{u_m}, \frac{w}{u_*}$ өлчөмсүз чоңдуктарын кармашат.

3.6 бөлүмүндө Карман, Тэйлор-1 жана Тэйлор-2 бөлүштүрүүлөрү үчүн суунун орточо (агымдын кесилиши боюнча) ылдамдыгы үчүн катыштыр алынды. Суунун агымдын кесилиши боюнча орточо ылдамдыгынын эсептөө маанилери төмөнкү түргө ээ:

Карман ылдамдыктын бөлүштүрүүсү

$$\bar{u} = \frac{u_*}{\kappa} \cdot \left\{ -\frac{1}{2} + \frac{d_{отм.}}{2H} - \sqrt{1 - \frac{d_{отм.}}{H}} + \frac{2}{3} \cdot \left(1 - \frac{d_{отм.}}{H} \right)^{3/2} - \frac{d_{отм.}}{H} \cdot \ln \left(1 - \sqrt{1 - \frac{d_{отм.}}{H}} \right) \right\} + u_m \cdot \left(1 - \frac{d_{отм.}}{H} \right); \quad (35)$$

бул формуланы колдонууда алдын ала төмөнкүлөрдү билүү керек: $u_m, u_*, d_{отм.}/H$, мында $d_{отм.}$ – алыштын отмоскисинин орточо салмактанган диаметри, м же болбосо $u_m, H, i, \tilde{\Delta}$, мында $\tilde{\Delta}$ – алыштын түбүнүү салыштырмалуу быдырлыгы; ылдамдыктын Тэйлор – 1 профили (кыймылдын санынын өтүүсү) –

$$\bar{u} = \frac{u_*}{0.23} \cdot \left\{ -2 \cdot \sqrt{1 - \frac{d_{отм.}}{H}} + \frac{4}{3} \cdot \left(1 - \frac{d_{отм.}}{H} \right)^{3/2} + \frac{d_{отм.}}{H} \cdot \ln \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{d_{отм.}}{H}}}{1 - \sqrt{1 - \frac{d_{отм.}}{H}}} \right\} + u_m \cdot \left(1 - \frac{d_{отм.}}{H} \right); \quad (36)$$

применение бул формуланы колдонууда алдын ала төмөнкүлөрдү билүү керек: $u_m, u_*, d_{отм.}/H$ же $u_m, H, i, \tilde{\Delta}$.

Тэйлора – 2 ылдамдыктын бөлүштүрүүсү –

$$\bar{u} = u_m - 0.59 \cdot u_*. \quad (37)$$

Төртүнчү бапта натурдук объектилер: Тору-Айгыр д. КК, Аспара д.АК жана Теджен д., Аулата створу үчүн режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоо жүргүзүлдү. Жыйынтыгында айтылган шарттардагы агындылуу суу агымдарын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоо зарылдыгы тургузулду. Идентификациялоонун жыйынтыгы бул объектилердин визиттик карточкалары катары көрсөтүлдү.

Идентификацияланган объект Тору-Айгыр д. КК нын визиттик карточкасы 10-сүрөттө келтирилген. Тору-Айгыр д. КК шартында агындылуу суу агымын идентификациялоонун жыйынтыгында төмөнкүлөр аныкталды:

➤ {8; 10} тажрыйбасынын колдонулган варианттарга (эки, төрт, алты звеналык) карабастан гравитациялык теория менен (суунун салыштырмалуу ылдамдыгынын көрсөткүчтүү бөлүштүрүүсү, суунун салыштырмалуу киргилинин көрсөткүчтүү профили) интерпретацияланышынын стабилдүү туруктуулугу;

➤ идентификациялоонун эки звенолук вариантынын негизинде эки теориянын ортосундагы сандык чек алынды ($\bar{d} < 1\text{мм}$, $\bar{S}^3 \sim 2 \cdot 10^{-3} \text{кГ/м}^3$ – диффузия, $\bar{d} > 1\text{мм}$, $\bar{S}^3 \sim 3 \cdot 10^{-2} \text{кГ/м}^3$ – гравитация), ал эмпирикалык материалдарды талдоодо айтылган теорияларды ориентирлеп тандоого мүмкүндүк берет;

➤ эмпирикалык берилиштерди салыштырып талдоо агындылуу суу агымынын агындылар менен ашыкча толгондугун – диффузия, жана алардын жетишсиз толгондугун – гравитация ачыктады.

Идентификацияланган объект нын визиттик карточкасы 11-сүрөттө келтирилген. Аспара д. АК шартында агындылуу суу агымын идентификациялоонун жыйынтыгында төмөнкүлөр аныкталды:

➤ салмактуу агындылардын орчо жана максималдуу чоң болгондорунун агымдын тереңдиги менен байланышынын туруксуздугу, ал агындылуу суу агымынын күчтүүлүк даражасынын таасири менен шартталган;

➤ эмпирикалык берилиштерди салыштырып талдоо агындылуу суу агымынын агындылар менен ашыкча толгондугун – диффузия; 6-тажрыйба, жана алардын жетишсиз толгондугун – гравитация; 5-тажрыйба ачыктады

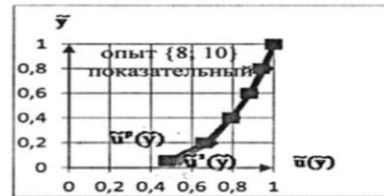
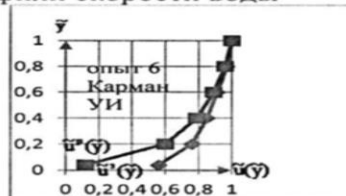
Теджен д., Аулата створу шартында агындылуу суу агымын идентификациялоонун жыйынтыгында төмөнкүлөр аныкталды:

Исходные данные

Опыт	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$H, \text{ м}$	$\bar{\Delta}$	i	$u_m, \text{ м/с}$	$C_2, \text{ м}^{1/2}/\text{с}$	$u_*, \text{ м/с}$	$\bar{u}', \text{ м/с}$
1; 2-зв.ц.(диффузия)	0,300	0,20	0,0165	0,03	1,62	32	0,210	1,27
6 УИ; 4-зв.ц. (диффузия)	0,391	0,21	0,0381	0,04	2,12	30	0,251	1,65
{8; 10}; 6-зв.ц. (гравитация)	0,182	0,14	0,0571	0,07	1,57	24	0,275	1,15

Опыт	$\bar{d}, \text{ мм}$	$\bar{S}, \text{ кг/м}^3$	$d_m, \text{ мм}$	$S_d, \text{ кг/м}^3$	$\bar{S}_{cp} = \frac{\bar{S}}{S_d}$
1; 2-зв.ц.(диффузия)	0,71	$2,01 \cdot 10^{-3}$	0,82	$3,16 \cdot 10^{-2}$	0,064
6 УИ; 4-зв.ц. (диффузия)	1,31	$1,11 \cdot 10^{-1}$	1,69	1,47	0,08
{8; 10}; 6-зв.ц. (гравитация)	1,03	$3,15 \cdot 10^{-2}$	1,11	$2,39 \cdot 10^{-1}$	0,15

Идентифицированные профили скорости воды



Идентифицированные распределения мутности воды



Показатели (%) идентификации

опыт	I этап	II этап	III этап	IV этап	V этап	VI этап
{8;10}	$\Delta \bar{u}^{2-p} = 8,69$	$\Delta_{cp} \bar{u}^{2-p}(y) = 3,2$	$\Delta_{cp} \bar{u}^{2-p}(\text{д.ч}) = 7,5$	$\sum \Delta = 11,9$	$\Delta_{cp} \bar{S}^{2-p}(y) = 40,2$	$\bar{S}_{cp} / \bar{S}_{cp}^p = 0,48$

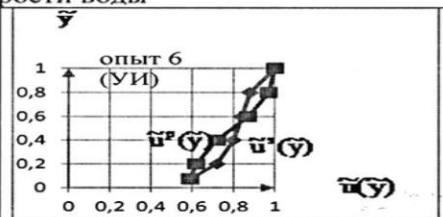
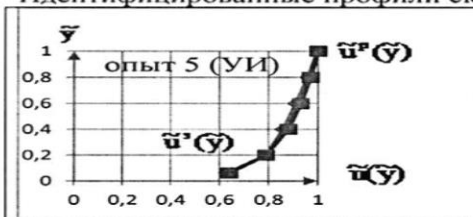
Рисунок — 10. Визитная карточка идентифицированного объекта исследований взвесенесущий поток воды в условиях опыта {8; 10} ПК р. Торун-Айгыр.

Исходные данные

Опыт	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$H, \text{ м}$	$\bar{\Delta}$	i	$u_m, \text{ м/с}$	$C_2, \text{ м}^{1/2}/\text{с}$	$u_*, \text{ м/с}$	$\bar{u}', \text{ м/с}$
5 (УИ; гравитация)	0,512	0,090	0,0622	0,040	3,49	42	0,180	2,88
6 (УИ; диффузия)	0,361	0,075	0,0747	0,040	3,22	38	0,170	2,31

Опыт	$\bar{d}, \text{ мм}$	$\bar{S}, \text{ кг/м}^3$	$d_m, \text{ мм}$	$S_d, \text{ кг/м}^3$	$\bar{S}_{cp} = \frac{\bar{S}}{S_d}$	Fr
5 (УИ; гравитация)	5,41	$1,87 \cdot 10^{-3}$	6,0	$1,10 \cdot 10^{-2}$	0,170	9,4
6 (УИ; диффузия)	2,26	$4,59 \cdot 10^{-4}$	5,0	$3,20 \cdot 10^{-3}$	0,143	7,3

Идентифицированные профили скорости воды



Идентифицированные распределения мутности воды



Показатели (%) идентификации

опыт	I этап	II этап	III этап	IV этап	V этап	VI этап
5	$\Delta \bar{u}^{2-p} = 9,7$	$\Delta_{cp} \bar{u}^{2-p}(y) = \pm 1,2$	$\Delta_{cp} \bar{u}^{2-p}(\text{д.ч}) = \pm 0,8$	$\sum \Delta = \pm 10,9$	$\Delta_{cp} \bar{S}^{2-p}(y) = \pm 53,8$	$\bar{S}_{cp} / \bar{S}_{cp}^p = 0,31$
6	$\Delta \bar{u}^{2-p} = -3,9$	$\Delta_{cp} \bar{u}^{2-p}(y) = \pm 6,3$	$\Delta_{cp} \bar{u}^{2-p}(\text{д.ч}) = 7,0$	$\sum \Delta = \pm 10,2$	$\Delta_{cp} \bar{S}^{2-p}(y) = \pm 55,6$	$\bar{S}_{cp} / \bar{S}_{cp}^p = 18,9$

Рисунок 11 — Визитная карточка идентифицированного объекта исследований — взвесенесущий поток воды в условиях опытов 5 и 6 (ОК р. Аспара).

➤ иштелип чыккан үлгү жана анын алгоритмдеринин Теджен д. Аулата створунун шартында агындылуу суу агымына колдонууга болбой тургандыгы (агымдын тереңдиги боюнча суу ылдамдыгынын жана киргилинин бир калыпта таралышы, бул «канал-тунма» вариантындагы иштөөчү же тунмалык курулуш камераларындагы жарым-жарты калкыган агындылардын кыймылы режимине туура келет). Көрсөтүлгөн абал эки теория (диффузиялык, гравитациялык) тең айтылган шарттарда жарым-жарты калкыган агындылардын чөгүү процессин сүрөттөбөйт.

Табылган суу агымынын жарым-жарты калкыган агындыларга жык толгондугу (диффузиялык теориянын көз карашында) жана алардын аз болгондугу (гравитациялык теориянын көз карашында) фактысы агымдын транспортирлөө абалына карата эсептөө формулаларына (диффузия боюнча – орточо ылдамдыктын квадратына пропорционалдуулугу, гравитация боюнча – орточо ылдамдыктын кубуна пропорционалдуулугу) шартталган.

Бешинчи бапта сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун сапатын жогорулатуу боюнча практикалык сунуштар берилди. Суунун үстүңкү бетинин ылдамдыгын аныктоо ыкмасы жана сууну жарым-жарты калкыган агындылардан гидроавтоматтык тазалоо ыкмасы иштелип чыкты, аларга КРдин патенти алынган.

НЕГИЗГИ НАТИЙЖАЛАР ЖАНА БҮТҮМДӨР

1. Ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоо үлгүсүнүн жана алгоритмдеринин структуралары иштелип чыкты, алар эсептөө катыштары жана формулалары, үлгүнүн жана алгоритмдердин чектөөлөрү менен бирдикте аталган үлгү жана алгоритмдердин теориялык базасын түзүшөт;

2. көрсөтүлгөн үлгү жана алгоритмдер режимдик параметрлерди тургузууга мүмкүндүк берет, ачык аккан сууларды эксплуатациялоонун технологиялык схемаларын бекитүүгө жана сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун сапатын жогорулатуу боюнча агындыларды агызуучу суу агымдарынын диффузиялык жана гравитациялык теорияларынын, о.э. изотроптук турбуленттик үлгүлөрдүн кээ бир жоболорунун негизинде практикалык сунуштарды түзүүгө мүмкүндүк берет;

3. ламинардык чектик катмардын салыштырмалуу калыңдыгы (бааланып) тургузулду, анын чегинде механикалык энергиянын жылуулукка диссипациясы ишке ашат;

4. турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин максимумунун $\tilde{\epsilon}_{\text{макс}}$ энергиянын сарталышынан көз карандылыгы табылды: алыштын түбүнүн быдыры канчалык жогору болсо (энергия көп коройт), $\tilde{\epsilon}_{\text{макс}}$ тын мааниси ошончо кичине жана тескерисинче;

5. суунун борбордук бөлүгүдөгү аралашуу жолунун (жана турбуленттиктин туура кескен масштабтарынын) максимуму табылды, айткандай көрсөтүлгөн мүнөздөмөлөрдүн максималдуу маанилери да энергиянын сарпталышынан көз каранды;

6. реалдуу суу агымдарынын турбуленттик аралашуусунун схематикалык картинасы сунушталды: аталган аралашуу турбуленттик чектик катмардан башталып, суунун борбордук зонасында абдан интенсивдүү өнүгөт (бул жерде турбуленттик диффузиянын салыштырмалуу коэффициентинин, аралашуу жолунун салыштырмалуу узундугунун жана турбуленттиктин туура кескен масштабтарынын максималдуу маанилери байкалат), жана агымдын орточо ылдамдыгын байкоо чекити табылат, ал суунун үстүңкү катмарына жакын бүтөт;

7. Тору-Айгыр д. КК, Аспара д. АК жана Теджен д. Аулата створуна режимдик параметрлерди адаттан тышкары идентификациялоо жүргүзүлдү, анын

жыйынтыгында агындыларды агызуучу сууларды аталган шарттарда жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун зарылдыгы аныкталды;

8. сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун даражасын көтөрүүгө карата практикалык сунуштар берилди.

ЖАРЫК КӨРГӨН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕГИ

Монографиялар

1. **Аскалиева, Г.О.** Нетрадиционная идентификация режимных параметров открытых водотоков [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева. – Б: Техник, 2016.– 177с.

2. **Аскалиева, Г.О.** Основные положения модели нетрадиционной идентификации режимных параметров открытых водотоков [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Итоги науки.– М: РАН, 2014.– Т.1.– С.61-87.

Патенттер

3. **Пат. №1598** Кыргызская Республика. E02B 8/02, E02B 8/06, E02B 9/04, E04B 43/12 Способ гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов [Текст] / К. А. Пресняков, Г. К. Керимкулова, Н. М. Большаков, Г. О. Аскалиева. – № 20120102.1; заявл. 06.11.2012; опубл. 31.12.2013, интеллектуалдык менчик расмий бюл. – № 12; 31.12.2013. –10 с.: ил.

4. Способ определения поверхностной скорости воды [Текст] / К.А. Пресняков, Г.О. Аскалиева; Бишкек. №20170131.1; заяв. 01.12.2017г;

Журналдарда жана топтомдордо жарык көргөн статьялар

5. **Аскалиева, Г.О.** Анализ формул расхода и средней скорости воды [Текст] / Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр.– Бишкек, 2012.– №1(22).– С.43-47.

6. **Аскалиева, Г.О.** Вывод формул средней скорости и распределения по вертикали потока относительной мутности воды для полуэмпирических теорий Кармана, Тэйлора-1 и Тэйлора-2 [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр.– Бишкек, 2012.– №2(23).– С. 40-46.

7. **Аскалиева, Г.О.** Преобразование соотношений Ю.А. Ибад-Заде для скорости и мутности потока воды к компактному виду [Текст] / Г.О. Аскалиева, Э.Б. Турдумамбетова // Проблемы автоматизации и упр.– Бишкек, 2013.–№1(24).– С. 46-51.

8. **Аскалиева, Г.О.** Пример нетрадиционной идентификации скорости и мутности воды по Ю.А. Ибад-Заде на объектах ПК р. Тору-Айгыр и ОК р. Аспара [Текст] / К.А. Пресняков, Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр. – Бишкек, 2013.–№1(24).– С. 52-60.

9. **Аскалиева, Г.О.** Структура метода нетрадиционной идентификации режимных параметров открытых водотоков [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Материалы IX межд. симп., «Фундаментальные и прикладные проблемы науки». – Москва, 2014.–Т. 7.– С. 57-64.

10. **Аскалиева, Г.О.** Метод гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева и др. // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2014.–№1.– С. 23-26.

11. **Аскалиева, Г.О.** О придонной скорости водного потока [Текст] / Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр.– Бишкек, 2014.– №1(26).– С. 102-107.

12. **Аскалиева Г.О.** О динамической скорости водного потока [Текст] / Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр.– Бишкек, 2014.–№1(26).– С. 121-125.

13. **Аскалиева, Г.О.** Выявление основных режимных характеристик частично изученных открытых водотоков [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Вестн. КРСУ им. Б.Н. Ельцина.– Бишкек, 2014.– Т.14, №12.– С.74-79.

14. **Аскалиева, Г.О.** К результатам исследований основных положений модели нетрадиционной идентификации режимных параметров открытых водотоков [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Межн. науч.-практ. конф., «Прикладная математика и механика: проблемы и перспективы» КТУ им. И. Раззакова.– Бишкек, 2015.– С. 215-219.
15. **Аскалиева, Г.О.** Река Теджен как объект нетрадиционной идентификации в вариантах изученного и частично изученного водотока [Текст] / К.А. Пресняков, Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Материалы X межд. симп., «Фундаментальные и прикладные проблемы науки».– Москва, 2015.– С.37-45.
16. **Аскалиева, Г.О.** К вопросу о распределении относительного коэффициента турбулентной диффузии по глубине потока (на основе эллиптического профиля и распределения скорости воды Ю.А. Ибад-Заде) [Текст] / К.А. Пресняков, Г.О. Аскалиева // Естественные и мат. науки в современном мире.– Новосибирск.–2016.–№7(42).–С.62-75.
17. **Аскалиева, Г.О.** О возможной связи длины пути смещения и поперечных масштабов турбулентности в псевдоизотропном турбулентном потоке воды [Текст] / К.А. Пресняков, Г.О. Аскалиева // Естественные и мат. науки в современном мире.– Новосибирск. 2017.–№1(48).– С. 11-25.
18. **Аскалиева, Г.О.** О границе применимости показательного профиля мутности воды Е.В. Клевцова [Текст] / Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Информатика и системы упр. – Благовещенск.–2017. – №3(53). – С.125-132.
19. **Аскалиева, Г.О.** К оценке кинематических параметров потока воды в условиях малых рек горно – предгорной зоны Кыргызстана [Текст] / Г.К. Керимкулова, Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр. – Бишкек, 2017.– №1 (32). – С.33-42.
20. **Аскалиева, Г.О.** О методе определения характерного кинематического параметра на основе новой информативной характеристики [Текст] / К.А. Пресняков, Г.О. Аскалиева // Проблемы автоматизации и упр. – Бишкек, 2017.– №2(33) -С. 20-26.

РЕЗЮМЕ

диссертации Аскалиевой Гулзады Орозобаевны на тему «Математическое моделирование и разработка алгоритмов идентификации режимных параметров класса открытых водотоков» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Ключевые слова: модель, алгоритм, ограничение модели и алгоритмов, нетрадиционная идентификация, режимные параметры, открытые водотоки, полуэмпирические теории: диффузионная и гравитационная.

Объектом исследования является взвешенные потоки воды на природных объектах. Природные объекты: открытые водотоки Кыргызстана (подводящий канал р. Тору-Айгыр, обводной канал р. Аспара и др.), другого географического региона (река Теджен, створ Аулата).

Цель научных исследований – повышение качества очистки оросительной воды от взвешенных наносов на основе реализации модели и алгоритмов нетрадиционной идентификации режимных параметров изученных открытых водотоков.

Методы исследований: сравнительный анализ теоретических и эмпирических (литературных) данных в области поставленной проблемы. Методы математической статистики (метод наименьших квадратов, метод корреляционного анализа), распределения Гаусса и Пирсона и положений практической гидравлики (метод «скорость-площадь», метод зеркальных отображений), применение методов математического, компьютерного и физического моделирования.

Полученные результаты заключаются в разработке алгоритмов определения поверхностной скорости воды и алгоритмов гидроавтоматической очистки воды от взвешенных наносов.

Использование результатов исследования: Основные результаты, полученные в ходе диссертационной работы, внедрены и используются в учебном процессе Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина (г. Бишкек, Кыргызская Республика).

Область применения: открытые водотоки, водохозяйственные эксплуатационные и проектные организации.

Аскалиева Гүлзада Орозобаевнадын «Ачык акан суулардын классында режимдик параметрлерди идентификациялоонун алгоритмдерин иштеп чыгуу жана математикалык моделдөө» темасына 05.13.18 – «Математикалык моделдөө, сандык ыкмалар жана программалар комплекси» адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын коргоого жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: үлгү, алгоритм, үлгүнүн жана алгоритмдердин чектөөсү, адаттан тышкары идентификациялоо, режимдик параметрлер, ачык акан суулар, жарым эмпирикалык теориялар: диффузиялык жана гравитациялык.

Изилдөөнүн аймагы болуп натурдук объектилерде агындыларды агызуучу суу агымы эсептелет. Натурдук объектилер: Кыргызстандын ачык аккан суулары (Тору-Айгыр дарыясынын куйма каналы, Аспара дарыясынын айланма каналыж.б.), башка географиялык региондон (Теджен дарыясы, Аулата створу).

Илимий изилдөөнүн максаты – изилденген ачык аккан суулардын режимдик параметрлерин адаттан тышкары идентификациялоонун алгоритмдерин жана үлгүсүн ишке ашыруунун негизинде сугат сууларын жарым-жарты калкыган агындылардан тазалоонун сапатын жогорулатуу.

Изилдөөнүн ыкмалары: коюлган көйгөйдүн аймагында теоретикалык жана эмпирикалык (адабияттан алынган) берилиштерди салыштырма талдоо. Математикалык статистиканын ыкмалары (эң кичине квадраттар ыкмасы, корреляциялык талдоо ыкмасы), Гаусс и Пирсон бөлүштүрүүлөрү жана практикалык гидравликанын жоболору («ылдамдык-аянт» ыкмасы, күзгүлүк чагылдыруу ыкмасы), математикалык, компьютердик и физикалык моделдөө ыкмалары.

Алынган жыйынтыктар болуп суунун үстүңкү ылдамдыгын аныктоонун алгоритмдерин жана суну жарым-жарты калкыган агындылардан гидроавтоматтык тазалоонун алгоритмдерин иштеп чыгуу эсептелет.

Жыйынтыктардын ишке ашуусу. Диссертациялык иштеалынган негизги жыйынтыктар Кыргыз-Орус Славян университетине ишке киргизилген жана окуу процессинде колдонулуп жатат (Кыргыз Республикасы, Бишкек ш.).

Колдонуу аймагы: ачык аккан суулар, суу чарба, эксплуатациялык жана долбоорлоо уюмдары.

SUMMARY

of the Askalieva Gulzada Orozobaevna theses on the subject "Mathematical modeling and development of algorithms of identification of regime parameters of a class of open water currents" for a degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.13.18 – "Mathematical modeling, numerical methods and complexes of programs".

Keywords: model, algorithm, restriction of model and algorithms, nonconventional identification, regime parameters, open waterways, semi-empirical theories: diffusive and gravitational.

Object of a research is vzvesenesushchy water flows on natural objects. Natural objects: open waterways of Kyrgyzstan (the bringing channel of the river Toru-Aygyr, bypass the channel of the Aspara river, etc.), other geographical region (the Tedzhen river, Aulata alignment).

The purpose of scientific research – improvement of quality of purification of irrigating water of the weighed deposits on the basis of realization of model and algorithms of nonconventional identification of regime parameters of the studied open water currents.

Methods of researches: the comparative analysis of theoretical and empirical (literary) data in the field of the put problem. Methods of mathematical statistics (method of the smallest squares, method of the correlation analysis), Gauss and Pearson's distribution and provisions of practical hydraulics (speed area method, method of mirror displays), application of methods of mathematical, computer and physical modeling.

The received results consist in development of algorithms of determination of superficial speed of water and algorithms of hydro automatic water purification from the weighed deposits.

Use of results of a research: The main results received during dissertation work are introduced and are used in educational process of the Kyrgyz-Russian Slavic University (Bishkek, Kyrgyz Republic).

Field of application: open waterways, water management operational and design organizations.

Аскалиева Гулзада Орозобаевна

**АЧЫК АКАН СУУЛАРДЫН КЛАССЫНДА РЕЖИМДИК ПАРАМЕТРЛЕРДИ
ИДЕНТИФИКАЦИЯЛООНУН АЛГОРИТМДЕРИН ИШТЕП ЧЫГУУ ЖАНА
МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ**

Диссертациянын авторефераты

20.04.2018 ж. басмага кол коюлду.
Формат 60x84 1/16 Көлөмү 1.25 п.л.
Офсеттик кагаз. Тиражы 40 экз. Тапшырык №504

720020, Бишкек ш., Малдыбаев көч., 34,б
Н.Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш,
транспорт жана архитектура университети

«Авангард» окуу-басмакана борбору