Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

ӘОЖ 556.55:502.3 Қолжазба құқығында

ОСПАНОВА МАРЖАН САНСЫЗБАЙҚЫЗЫ

Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау және басқару

6D061000-Гидрология

Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Отандық ғылыми жетекші:
техника ғылымдарының кандидаты, доцент Дускаев Касым Коянбаевич

Шетелдік ғылыми жетекші:
PhD, өзен жүйелері мен жаһандық өзгерістердің құрметті профессоры және Линкольн су және планетарлық денсаулық орталығының директоры, Марк Г. Макклин, Линкольн университеті, Ұлыбритания.

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2023

МАЗМҰНЫ

АНЫҚТАМАЛАР…… 3

ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН БЕЛГІЛЕР……... 5

КІРІСПЕ…… 6

1 СУ БАСУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЖАҒДАЙЫ…… 11

1.1 Су басу туралы негізгі ұғымдар…….. 11

1.2 Су басудың жіктемесі мен қалыптасу ерекшеліктері…… 17

1.3 Есіл өзені алабындағы апатты су басуларға шолу……. 30

1.4 Есіл алабындағы су басуды қалыптастырушы негізгі факторларды бағалау……. 35

2 ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ЕҢ ЖОҒАРЫ АҒЫНДЫСЫН ЕСЕПТЕУ……... 42

2.1 Есіл өзені алабында суағарлардың ең жоғары ағындысын бағалау…. 42

2.2 Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсері……... 60

2.3 Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына климаттық өзгерістің әсері…….. 61

3 ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР НЕГІЗІНДЕ ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ЕҢ ЖОҒАРЫ АҒЫНДЫСЫН БАҒАЛАУ…….. 70

3.1 Заманауи ГАЖ технологиясының мүмкіндіктері ……. 70

3.2 Қашықтықтан зондылау мәліметтерінің су басудың ықпал ету зонасын анықтауда қолданылуы…… 77

3.3 HEC-RAS гидрологиялық моделі және оның су басу сипаттамасын анықтаудағы ерекшеліктері……... 80

3.4 Су басудың қалыптасу және ықпал ету аймағын анықтау…… 82

4 ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ СУ БАСУ ҚАУПІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ……... 87

4.1 Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалауда қолданылған тәсілдер.. 87

4.2 Су басу шығынын төмендету бойынша ұсыныс беру…… 93

ҚОРЫТЫНДЫ…….. 100

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ…… 103

ҚОСЫМШАЛАР…….. 112

АНЫҚТАМАЛАР

Су өтімі - бір өлшем уақыт аралығында арнаның көлденең қимасы арқылы өтетін су мөлшері.

Орташа жылдық су өтімі – бір күнтізбелік жыл немесе гидрологиялық жыл үшін орташа айлық су өтімдерінің арифметикалық орташа мәні ретінде анықталады.

Қалыпты ағынды - көпжылдық мерзімдегі ағындының сипаттамалары осы мерзімдегі орташа арифметикалық шама ретінде анықталады.

Ең жоғары ағынды - суы мол фазада, су тасу немесе су тасқыны кезінде байқалған ең жоғары су өтімі.

Суы ең мол жыл – су өтімі орташасынан көп жыл.

Судың жоғары деңгейлері –елді-мекендердің, қалалардың, егістік алқаптардың, автокөлік жолдарының төменгі бөліктерінің су астында қалу мүмкіндігі бар немесе ірі өндірістік, транспорттық нысандардың бұзылуы орын алатын жағдайдағы су деңгейлері.

Су тасқыны – салыстырмалы қысқа уақыт ішінде су деңгейінің көтеріліп, су өтімінің ұлғаюымен және одан да қысқа уақыт ішінде төмендеуімен сипатталады.

Су тасу - жыл сайын бір мезгілде қайталанатын, өзен сулылығының ұзақ мерзімді, елеулі артуымен, сәйкесінше су деңгейінің көтерілуімен ұласатын өзендердің ең суы мол фазасы.

Су басу - үлкен аумақтың көп бөлігін су алып кетуімен және адам өміріне нұқсан келтіретін, тіпті адам өліміне әкелумен сипатталатын өте қауіпті гидрологиялық құбылыс.

Су басу қаупін бағалау – қауіпті бағалау мен талдауды сәйкестіндіретін жалпы процесс. Қауіпті бағалау оның сандық өлшемінен тұрады, яғни тұрғындардың әртүрлі топтары үшін гидрологиялық қауіпті құбылыстардың мүмкін болатын салдарын анықтау. Бағалаудың мақсаты су басу қаупін саралау және оны азайтуға бағытталған шешімдерді әзірлеу болып табылады.

Су басу қаупін болжау - қауіптің көрініс беру жағдайларының өзгеру тенденцияларын ескере отырып, болашақта белгілі бір уақыт кезеңіне оны бағалау.

Су басу қаупін басқару – қауіп деңгейін өзгертетін шаралар ұйымдастыру.

Ағынды модулі – су жинау алабының бір өлшем ауданынан бір өлшем уақыт аралығында ағып жиналатын судың мөлшері.

Ағынды қабаты - алаптан белгілі бір уақыт аралығында берілген тұстама арқылы ағып өткен су мөлшерін сол алапқа біркелкі етіп жайғанда пайда болатын су қабаты.

Климаттық өзгерісі (ағындының) – қатардың статистикалық көрсеткішін сандық өзгеріске алып келетін бағытталған өзгеріс.

Вариация коэффициенті - жекелеген қатарлардың өзгергіштігін сипаттайтын салыстырмалы орташа квадраттық ауытқу.

Асимметрия коэффициенті - қарастырылып отырған кездейсоқ шама қатарының өзінің орташа мәніне немесе үлестірім центріне қатысты симметриялы еместігінің дәрежесін сипаттайды.

Модульдік коэффициент - берілген i-жылғы (болмаса қандайда бір өзге мерзім) ағындының сипаттамаларының көпжылдық мерзімдегі ағындының қалыпты сипаттамаларына қатынасы.

Регрессия теңдеуі – кездейсоқ қатардың арасындағы сәйкестікті көрсететін теңдеу.

Регрессия коэффициенті – регрессия теңдеуінің параметрі.

Ұқсас-өзен – зерттелмеген су объектісімен физикалық-географиялық жағдайымен сәйкес келетін өзен.

Гидрологиялық бекет – белгілі бір ережелерді сақтай отырып таңдалған және жүйелі гидрологиялық бақылаулар жүргізуге, сондай-ақ белгілі бір бағдарлама мен әдістемеге сай ақпарат жинауға арналған құрылғылар мен аспаптар жиынтығынымен жабдықталған орын.

Қалыпты мән – қандай да бір гидрологиялық сипаттаманың көпжылдық бақылау бойынша ұзақ кезеңге келтірілген арифметикалық орташа мәні.

Айырымдық интеграл қисығы – уақыт бойынша жинақталған модульдік коэффициенттің бірліктен интегралды ауытқу шамасы.

Қамтамасыздық қисығы – берілген шаманың жалпы жиынтық қатарының арасынан асып түсу ықтималдылығын көрсететін пайыз немесе бірлік үлесінде интегралды қисық.

Жылжымалы орташалау әдісі - таңдалған уақыт аралығында табиғи құбылыстардың сандық сипаттамаларын дәйекті түрде орташалау.

Гидрограф - бір жылдағы немесе жылдың бір бөлігіндегі ағындының уақыт бойынша өзгерісі.

Гидрологиялық сипаттамалар – гидрологиялық режим элементтерін сандық бағалау.

Ықтималдық - бұл белгілі бір оқиғаның, атап айтқанда, әртүрлі гидрометеорологиялық құбылыстардың немесе олардың сипаттамаларының пайда болу сенімділігін бағалау.

Ағындының өзгергіштігі - уақыт бойынша ағын мөлшерінің ауытқуы.

Метеорологиялық элементтер - метеорологиялық станцияларда байқалатын барлық ауа күйінің сипаттамаларының және кейбір атмосфералық процестердің ортақ атауы.

Гидрологиялық есептеу әдістері - гидрологиялық режимнің әртүрлі сипаттамаларының мәндерін бағалай отырып, олардың пайда болу ықтималдығын есептеуге мүмкіндік беретін техникалық әдістер.

Су ресурстары - кез келген аумақтың жер үсті және жер асты ағынының ресурстары.

Су режимі – су нысандарының уақытқа байланысты су деңгейінің, су өтімінің өзгеру ерекшеліктерінің бірлескен жағдайы.

ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН БЕЛГІЛЕР

Q – су өтімі, $м^3/с$;
k – модульдік коэффициент;
C_v – вариация коэффициенті;
C_s – асимметрия коэффициенті;
$к_1$ және $к_2$ – регрессия коэффициенттері;
r – корреляция коэффициенті;
Р –қамтамасыздық;
∑ – қосынды;
НГС – «Негізгі гидрологиялық сипаттамалар»;
МХҰ – миграция бойынша халықаралық ұйым;
ж. – жыл;
жж. – жылдар аралығы;
ғғ. – ғасырлар;
т.б. – тағы басқа;
ө. – өзен;
б. – бекет;
а. – ауыл;
қ. – қала;
м – метр;
см – сантиметр;
мм – миллиметр;
$м^3/с$ – секундына текше метр;
^oC – Цельсий градус;
ш.б. – шығыс бойлық;
с.е. – солтүстік ендік;
ҚТД – қалыпты тежелу деңгейі;
ӨКД – өлі көлем деңгейі;
ҚР – Қазақстан Республикасы;
ІІМ – Ішкі істер министрлігі;
ТЖК – төтенше жағдайлар комитеті;
ЖАСК – жер асты су көздері
БҰҰ – Біріккен Ұлттар ұйымы;
РММ – Республикалық мемлекеттік мекеме;
ГТҚ – гидротехникалық құрылыс;
МС – метеостанция;
ДМҰ – дүниежүзілік метеорологиялық ұйым;
$Н_{max}$ – ең жоғары деңгей;
$Н_{қауіпті}$ – қауіпті су деңгейі;
ЕЖСД – ең жоғары су деңгейі;
ГАЖ – геоақпараттық жүйелер;
SRTM – shuttle radar topographic mission;
ЖБСМ –жер бедерінің сандық моделі

КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы Су басу үлкен аумақтың көп бөлігін су алып кетуімен және адам өміріне нұқсан келтіретін, тіпті адам өліміне әкелумен сипатталатын өте қауіпті гидрологиялық құбылысқа жатады. Су басудың негізгі себебі оның байқалу уақытындағы ең жоғарғы су деңгейі болып табылады. Өзендерде, көлдерде және су қоймаларда су деңгейінің көтерілуі ағындының жер беті қозғалысына немесе табиғаттағы су айналымы арқылы жер асты суларының қалыптасу шарттарына тәуелді.

Су басу Қазақстанның көптеген өзендерінде үлкенді-кішілі дәрежеде үнемі байқалып отырады, таралу аумағы бойынша және материалдық шығын әкелетін апатты құбылыстардың қатарында бірінші орын алады. XXI ғасырдың басы Қазақстанда жыл сайын қайталанып отырған, республиканың экологиялық және экономикалық нысандарына экономикалық шығын келтірген үлкен су басу апатымен есте қалды. Су басудың зиянды салдарын төмендету мен одан келетін шығындарды азайту, алдын алу шаралары ғылыми тұрғыда негізделуі тиіс.

Стратегиялық маңызы үлкен аймақтарды гидрологиялық тұрғыдан зерттеу Қазақстанның тұрақты дамуын қамтамасыз етеді. Олар: халықты ауыз сумен қамтамасыз ету, су қауіпсіздігі мәселесі, елді мекендерді су басудан қорғау, қуаңшылық жылдары су ресурстары тапшылығын шешу мәселелері.

Зерттеу нысаны ретінде алынған ҚР орталық және солтүстік бөлігінің негізгі су артериясы болып табылатын Есіл өзені алабы осындай маңызы үлкен өлкелеріміздің бірі, оның үстіне еліміздің астанасы Астана қаласын салу, көркейту, дамыту басты назарда тұрғандықтан, жан-жақты гидрологиялық зерттеулер қажеттілігі күмән тудырмайды. Сонымен қатар, соңғы жылдары байқалып отырған антропогендік ықпалдың артуынан, климаттың жылынуынан, климаттың бағыттық өзгерісінен аса қауіпті гидрометеорологиялық құбылыстардың қайталану жиілігінің ұлғаюын, олардың апаттық сипаттарының күрт өсуін ескере отырып, ең жоғары ағындының статистикалық мәліметтерін қайта нақтыландыру өте маңызды. Есіл өзені алабында ең жоғары ағынды сипаттамаларын бағалау үшін нақты 22 бекеттің ағынды мәліметтері пайдаланылып, гидрологиядағы белгілі статистикалық әдістердің көмегімен өңдеу жұмыстары орындалды. Антропогендік іс-әрекеттің ықпалы, климаттық өзгерістердің әсері бағаланды.

Су басу қаупін заманауи әдістердің көмегімен бағалау қазіргі таңда кең қолданыс табуда. Гидрологияда геоақпараттық технологияларды қолдану көптеген гидрографиялық сипаттамаларды нақтылау, алу және талдау, гидрологиялық процестер мен құбылыстарды модельдеу, сонымен қатар бірқатар қолданбалы есептерді шешу үшін өте қолайлы болып табылады. Осы мүмкіндіктерді тиімді пайдалану арқылы су нысандарын зерттеуді анағұрлым аз уақыт ішінде жүзеге асыруға болады. Зерттеу нәтижесінде алаптағы жер беті ағындарының қалыптасу жағдайларын талдау үшін ГАЖ-технологияларды пайдаланудың жоғары тиімділігі көрсетілді. HEC-RAS гидрологиялық үлгі көмегімен Есіл алабының Жабай өзені-Атбасар қаласы бекеті мысалында су басудың қалыптасу аймағы мен су басудың жайылу ені анықталды. Сонымен

қатар, әлемдік тәжірибелер негізінде Есіл өзені алабының су басу шығынын азайту үшін ұсыныстар берілді.

Есіл өзені алабындағы ең жоғары ағындының гидрологиялық сипаттамаларын және су басу қаупін бағалау өзен маңы аумағын шаруашылық пайдалануда, алаптағы шаруашылықты жүргізу мен жоспарлауда, су шаруашылық саласының мамандары тәжірибелік мақсаттарда, өңірлік жоспарлауда, ауыл шаруашылығы немесе орман шаруашылығында, болашақта апатты су басулардың алдын алу шараларын орындау туралы шешімдерді қабылдауда, гидротехникалық имараттарды жобалауда пайдалануы мүмкін.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Климаттың өзгеруін және гидрологиялық соңғы жылдарда жүзеге асырылған гидрологиялық бақылау қатарларын есепке ала отырып, халық тығыз шоғырланған Есіл өзені алабының су басу аймағын анықтау үлкен рөл атқарады. Соңғы жылдардағы антропогендік және климаттық өзгерістердің ықпалы, еліміздің астанасы Астана қаласы аймағында халық санының өсуі, ең жоғары ағындының статистикалық мәліметтерін қайта нақтыландыруды талап етеді. Су басу қаупін бағалау және басқару мәселелерін шешу ешқандай күмән тудырмайды және әлеуметтік, техногендік, экологиялық салалардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуде өте өзекті міндеттемелердің бірі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты мен міндеттері

Диссертациялық жұмыстың мақсаты - Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау және су басудың зиянды әсерін төмендету және алдын алу шаралары бойынша ұсыныстар беру.

Алға қойылған мақсатқа сәйкес зерттеу жұмысына келесідей міндеттер жүктелді:

- Есіл өзені алабындағы гидрологиялық бекеттер бойынша ағынды мәліметтерін жинау;
- Есіл өзені алабының гидрологиялық мәліметтерін (қалыпты ағынды, ең жоғары ағынды, ағынды қабаты, ағынды модулі, ең жоғары су деңгейі) компьютерлік технологияны пайдалана отырып, статистикалық өңдеу;
- Су басуды қалыптастырушы факторларды анықтау және бағалау (ең жоғары су деңгейі (ЕЖСД));
- ЕЖСД қалыптасу және ықпал ету аймағын ГАЖ көмегімен бағалау;
- заманауи модельдеу үлгісімен ағындының гидрологиялық сипаттамаларын анықтауды талдау;
- Есіл өзені алабының қамтамасыздығы әр түрлі су басу қаупін HEC-RAS бағдарламалық өнімі көмегімен бағалау;
- Есіл өзені алабының су басу қауіптілігі картасын жасау;
- Заманауи гидрологиялық модельдеу бағдарламасы көмегімен су басудың қалыптасу және ықпал ету зонасын есептеу;

- Зерттеу жүргізілген аймақта түрлі қауіпсіздік іс-шараларын негіздеу;

Зерттеу нысаны Есіл алабы өзендері.

Зерттеу пәні Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау және басқару.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмысты орындау кезінде: гидрологиялық бақылаулар қатарын қалпына келтіру үшін регрессиялық талдау, гидрологиялық ұқсас-өзен әдісі, корреляциялық талдау, сондай-ақ ағынды қатарын біртектілікке тексеру үшін біртектілік критерийлері қолданылды. Диссертациялық жұмыста гидрологиялық зерттеулер кезінде негізгі әдістердің бірі– статистикалық талдау әдісі қолданылды, өйткені бұл әдіс бақылау қатарын қалпына келтіру, статистикалық параметрлерді анықтау және бағалау үшін гидрологиялық есептеулерде кеңінен қолданылады.

Адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсерін анықтау үшін тоғандар мен су қоймаларының пайдалы көлемінің мәнін пайдалана отырып, есептелген төмендету коэффициентінің көмегімен ағындыға әсерін есепке алу әдісі қолданылды. Сулылықтың ауытқуын бағалау үшін ең жоғары ағындының өзгеруін анықтауға мүмкіндік беретін айырымдық және жиынтық интеграл қисықтары тұрғызылды.

Ауа температурасы мен жауын-шашынның орташа онжылдықтардағы көпжылдық ауытқу өзгерістері талданды. Диссертациялық жұмыста сонымен қатар, деректерді кеңістіктік талдау әдісі және су басу аймақтарын анықтау үшін қолданылатын картографиялық әдіс қолданылды, гидрографиялық және гидрологиялық сипаттамаларды анықтау, нақтылау, гидрологиялық процестер мен құбылыстарды талдау, су объектілерінің картографиялық және атрибуттық мәліметтер базасын құру кезінде ГАЖ технологияларын қолданудың тиімділігі расталды. Кез келген құбылыстың уақыттық және кеңістіктік таралуы жөніндегі толық ақпаратты карта береді және зерттеліп отырған құбылыстың үлгісін көрнекі түрде көрсетуге, бұрын жүргізілген зерттеулер нәтижесін қорытындылауға мүмкіндік береді, сондай-ақ осы құбылыстарды анағұрлым тереңірек зерттеудің құралы болып табылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы

Соңғы жылдардағы деректерді пайдалана отырып, Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағынды қатары көпжылдық кезеңге (1945-2019 жж.) келтіріліп, ағынды сипаттамалары нақтыланды;

Компьютерлік технологияны пайдалана отырып, ағынды сипаттамаларына гидрологиядағы белгілі статистикалық әдістердің көмегімен өңдеу жұмыстары жүргізілді, қамтамасыздығы әр түрлі сирек және жиі қайталанатын ең жоғары су өтімдерінің жаңа мәндері анықталды;

Есіл өзені алабына қазіргі таңдағы климаттық өзгерістердің және антропогендік факторлардың әсерлері сандық тұрғыдан бағаланып, жаңа статистикалық мәндерге қол жеткізілді;

Заманауи ГАЖ технологиясы мен Жерді қашықтықтан зондылау мәліметтерін пайдалана отырып, алаптағы негізгі гидрологиялық бекеттердің орналасуының жаңа картасы жасалып, кеңістіктік талдау модулінің негізінде Есіл алабы үшін ең алғаш рет ағынды қабаты мен ағынды модулінің карталары жасалды;

HEC-RAS моделінің көмегімен Есіл алабындағы Жабай өзенінің су басу қаупінің қалыптасу аймағы мен су басудың ықтимал жайылу ені модельденді және оның болжамы берілді.

Зерттеудің ғылыми және практикалық құндылығы

Кез-келген мемлекеттің әлеуметтік және экономикалық тұрақтылығының маңызды мәселелерінің бірі – оның құрылымдарының қауіпті табиғи құбылыстарға төтеп беру дайындығы. Республиканың қауіпсіз дамуын құраушыларының бірі қауіпті табиғи үдерістердің салдарын бәсеңдету және алдын алу болып табылады. Қазақстан аумағында табиғи сипаттағы апатты құбылыстардың ең үлкен үлесі су басуға тиесілі.

Алынған нәтижелерді жоғарыда көрсетілген практикалық міндеттемелерді шешуде (алдын алу шаралары және т.б.), су басумен байланысты ғылыми мәселелерді қорытындылауда, ал төтенше гидрологиялық сипаттамаларды бағалау әдістерін негіздеуде және осыған сәйкес зерттеулерде, оның ішінде гидрологиялық қауіпті құбылыстардың бірегейі болып табылатын жоғары деңгейлі су басудың орын алуын бағалауда қолдануға болады.

Қорғауға келесідей негізгі ғылыми зерттеу нәтижелері ұсынылады:

1. Есіл өзені алабындағы барлық су басу кезеңдері ретроспективалық тұрғыдан талданды, апатты су басулардың гидрографтарын талдау негізінде Есіл өзені алабындағы су басулардың типтері анықталды.
2. Соңғы жылдардағы деректерді пайдалана отырып, Есіл алабының ең жоғары ағындысының сипаттамалары есептелді, оған климаттық өзгерістердің және антропогендік факторлардың ықпалы сандық тұрғыдан бағаланды.
3. Заманауи ГАЖ және Жерді қашықтықтан зондылау мәліметтері негізінде Есіл өзені алабының сандық карталары жасалып, су басу қаупін бағалау әдістемесі Есіл өзені алабына бейімделді, сирек қайталанатын қамтамасыздықтағы ең жоғары ағындының ықтимал мәндері арқылы Жабай өзені алабы мысалында су басу ені анықталып, су басудың негізделген алдын алу шаралары ұсынылды.

Автордың жұмыстағы жеке үлесі

Зерттеу тақырыбы аясында ғылыми деректерге талдау жасалынды, жұмыстың мақсаты мен міндеттері айқындалды, гидрологиядағы белгілі статистикалық әдістердің көмегімен ең жоғары ағынды қатарына статистикалық

өңдеу жұмыстары жүргізілді, диссертацияны жазу және қолжазбаны рәсімдеу автордың жеке қатысуымен орындалды.

Жұмыстың апробациясы

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы аясында зерттеу нәтижелері Қазақстандық және шетелдік халықаралық конференцияларда баяндалды:

- Дускаев К.К., Оспанова М.С. Есіл өзені алабындағы су басуды қалыптастырушы факторлар. VI Халықаралық Фараби оқулары. Алматы, Қазақстан. 2-12 сәуір, 2019.

- Дускаев К.К., Мусина А.К., Оспанова М.С. Материалы международной научно-практической конференции «Роль Президента Таджикстана в решении глобальных проблем: вода-источник жизни», Алматы, 2019 // Есіл өзені ағындысына су қоймалардың әсерін бағалау. - Алматы, 2019.

- Дускаев К.К., Мусина А.К., Оспанова М.С. Жасыл көпір ұрпақтан – ұрпаққа IX халықаралық студенттер форумы. Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына климаттық өзгерістердің әсері. Алматы, Қазақстан, 21-22 сәуір, 2022 ж.

Жұмыстың жариялануы және сыннан өтуі

Шетелдік ғылыми жетекшімен «Analysis of main periods catastrophic floods in the Yesil river basin» тақырыбында ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған «ҚазҰУ Хабаршысы. Географиялық серия». Алматы, «Қазақ университеті». №1 (52), 2019 ж. мақала шықты.

Зерттеу нәтижелері бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған «Гидрометеорология және экология» журналында «Оценка изменения характеристик минимального стока в бассейне реки Есиль» тақырыбында мақала жарияланды, №1, Алматы 2019 ж.145-153 б.

Зерттеу нәтижелері бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған «География және геоэкология мәселелері», 2019 жылы «Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысының сипаттамаларын есептеу» атты мақала жарияланды.

«News of NAS RK. Series of geology and technical sciences» журналының №2, 2021 (march-april) нөмеріне «Determination of the runoff characteristics of the Yesil river basin based on GIS technologies» тақырыбында мақала жарыққа шықты.

Жұмыстың құрылымы және көлемі

Диссертациялық жұмыс 136 беттен, 9 кестеден, 20 суреттен, қосымшалардан тұрады. Жұмыстың құрылымы кіріспеден, 4 тараудан, қорытындыдан және 131 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

1 СУ БАСУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЖАҒДАЙЫ

1.1 Су басу туралы негізгі ұғымдар

Су тасқыны мен су басу гидрологиялық қауіпті құбылыстары ежелгі уақыттан бері адам өмірінде орын алып келеді. Су тасқындары туралы ғылыми зерттеу жұмыстарымен В.А. Бузин, Р.В. Пясковский, К.С. Померанец, С.С. Гинко, Р.А. Нежиховский, Швец Г.И., А.В. Рожденственский, В.А. Семенов, Н.И.Коронкевич және т.б. сияқты ғалымдар айналысқан. Р.А. Нежиховский [1] еңбегінде келтірілгендей, су тасқыны мен су басу секілді құбылыстар туралы ең алғашқы мәліметтер X-XIV ғасырлардағы орыс әдеби көздерінде кездеседі. Бастапқыда бұл құбылыстар туралы ақпараттар өте қысқа болса, XVII және XVIII ғасырларда су тасқыны туралы мағлұматтар түсінікті әрі нақты жазыла бастаған. Олар тіпті кейіннен ресми құжаттарда, жазбалар мен күнделіктерде және әдеби шығармаларда да кездесе бастады. Бірқатар апатты су басуларды еске алу үшін әр түрлі тақтайлармен, ал кейде жазу түріндегі белгілермен белгілеу үрдіске айналды.

Ең жоғары су деңгейлерін тіркеуге арналған алғашқы ресми құжат I Петрдің уақытында пайда болған. Ал су басу туралы нақты сипаттамалар XVIII ғғ. журналдар мен газеттерде жариялана бастаған. Су деңгейін үздіксіз бақылайтын алғашқы гидрологиялық бекет 1715 жылы Петропавл бекінісі жанында жабдықталған. Одан ары қарай бекеттер Солтүстік Двина өзенінің Архангельск қаласы маңында (1752 ж.), Днепр өзенінің Лоцман Каменкасы бойында (1778 ж.), Волга өзенінің Астрахан қаласы маңында (1792 ж.) ашылған болатын. Ресейдегі қазіргі кезеңге сәйкес келетіндей дұрыс ұйымдастырылған суөлшегіш бақылаулар 1876 жылдан бері басталған.

Ал жаһандық су басулар туралы мәліметтер [2] Библияда, ассирийліктерде, үндістерде, жапондарда, Океания тұрғындарында және т.б. болған. Мәселен: Техас, 1900 ж; Париж 1910 ж.; 1936 ж. Огайо штатында; Пуэрто-Рико, 1955 ж; Чили, 1960 ж; Италия, 1966 ж; Бенгал шығанағы, 1970 ж; «Ұлы австралиялық су басу» 1974 ж. Сонымен қатар, су басулар Батыс Европаның көптеген өзендерінде - Дунай, Сена, Рона, По және т.б., Қытайдың Хуанхэ және Янцзы өзендерінде, АҚШ-тың Миссисипи және Огайо өзендерінде жиі көрініс береді. Бұрынғы КСРО аумағында Днепр (1931), Волга (1908 және 1926) және Ресейде Амур (2013, 2019) өзендерінде апатты су басулар тіркелген. Сондай-ақ, Ганг өзені де апатты су басулардың орын алуы бойынша алдыңғы қатардағы өзендердің бірі. Мысалы, өзен суының дауылды толқыны кезінде 1737 ж. 12 м, 1970 ж. 6 метрге дейін көтерілуі әсерінен тұрғындардың арасында зардап шеккендер саны 300 мың адамға жеткен [3, 4].

БҰҰ мәліметтері бойынша, әлемде соңғы 100 жыл ішінде су басудан шамамен 9 миллион адам қайтыс болған. Зілзала апаттар қаупі деректерінің 2004-2013 жж. арналған 10-жылдық тізімінде су басу апаты орын алуы мен зардап шеккендер саны бойынша 1-ші орынды (аштық пен құрғақшылыққа қарағанда миллиардқа жуық), шығындар бойынша 3-ші орынды және қайтыс болғандар саны бойынша 4-ші орынды алды [5].

Жеке мысалдардан да келтіретін болсақ, 2002 жылы су басудан 80

мемлекет зардап шекті, су басудың ауданы 8 млн км^2 асты, 3 мың адам қаза тапты, 3 млн адам баспананасынан айырылған, ал жалпы шығын 30 млрд АҚШ долларын құраған. 1998 жылы Қытайда 13 су басу тіркелген, елдің түгелдей дерлік аумағын қамтыған, олардан 240 миллион адам зардап шегіп, 56 млн астам адам уақытша эвакуациялануға мәжбүр болса, мыңдаған адамдар қайтыс болған [6]. Өткен ғасырдың 90-жылдарының аяғындағы Висладағы су басу «ғасыр су басуы» немесе тіпті «мыңжылдық су басу» деген баға берілді, бірақ 2010 жылы одан асып түскен, осы жылы ол 1844 жылдан бері қарай болған (БАҚ мәліметі бойынша) су басулардың ең үлкені болды. Бір ай бойы жауған үздіксіз жаңбыр 2013 жылы Амурда бұрын-соңды болмаған су басу қалыптасуының себебі болды, бұл кезде өзендегі су деңгейі тарихи максимумнан 2 м дейін асты [7].

2005 жылғы қаңтарда Жапонияның Кобе қаласында өткен апаттар қаупін азайту жөніндегі Дүниежүзілік конференцияда «Гидрометеорологиялық, геологиялық және басқа да қауіптер физикалық, әлеуметтік, экономикалық және экологиялық сипаттағы төтеп бере алмайтын факторлармен өзара әрекеттескен кезде пайда болады. Апаттардың басым көпшілігінің себебі гидрометеорологиялық құбылыстар болып табылады» делінген.

Қазақстан Республикасында су басу қаупі бар аумақтарға жататын барлық өңірлер, оның ішінде тұрғындарының жалпы саны 3 млн адамнан асатын 75-ке жуық ауылдық аудандар және 850 елді мекендер жатады.

Ауқымы әр түрлі қауіпті және апатты су басулар барлық өзен алаптарында жыл сайын байқалып тұрады. Қазақстанның көптеген өзендерінде қайталанғыштығы 50-100 жылда 1 рет болатын, су деңгейінің көтерілуі 10 метрге дейін кейде одан да көп шамада болатын, су өтімі бірнеше мың м^3/с құрайтын және ауданы ондаған, тіпті жүздеген км^2 басатын, адамдардың өлімімен және елеулі экономикалық және экологиялық залалдармен қатар жүретін жойқын су тасқындары орын алады. ҚР ІІМ ТЖК деректеріне негізделген ҚР МХҰ-ның «базалық зерттеуіне» (2016) сәйкес [8] Қазақстанда 1991 жылдан бастап бірнеше мың адам зардап шеккен, ал жалпы залал құны $1 млрд-тан асқан 600-ге жуық ірі су басулар мен су тасқындары тіркелген. Сондай-ақ, климаттың жаһандық және жергілікті өзгеруіне байланысты республикадағы су тасқыны мен су басудың жиілігі артады деген қорытынды берілген.

Демек, Қазақстан да төтенше жағдайлар арасында су басу қайталанғыштығы мен әкелетін материалдық шығыны бойынша бірінші орында тұр деп айтуға болады. Оған ел есінде қалған 2004-2007 жылдары Қызылорда және Түркістан облыстарында Сырдария өзеніндегі, 2010 жылы Шығыс Қазақстан облысында, 2011 жылы Батыс Қазақстан облысында Жайық өзенінде, 2014 жылы Атбасар қаласындағы өңірлерде үлкен материалдық залалдарға әкеп соққан апатты су басулар дәлел бола алады. Бұдан басқа, соңғы жылдары гидротехникалық құрылыстардың тозуы, эксплуатациялық жұмыстардың уақытылы жүргізілмеуі салдарынан апаттар жиі орын алуда: 2010 жылғы Қызылағаш оқиғасы, 2014 жылдың көктемінде Көкпекті бөгетінің жарылуы және т.б.

Су басу ұғымы жалпы алғанда аумақтың көп бөлігін су алып кетуімен және адам өміріне нұқсан келтіретін, тіпті адам өліміне әкелумен сипатталатын өте

қауіпті гидрологиялық қауіпті құбылысқа жатады. Өз кезегінде, қауіпті құбылыстар ретінде адамның шаруашылық іс-әрекетіне кедергі келтіріп, оны материалдық шығындарға ұшыратын, тіпті адамның өзінің өміріне қауіп төндіретін табиғат құбылыстарын айтамыз. Егер қарқындылығына, таралу ауданына және ұзақтығына байланысты айтарлықтай шығын әкелсе, мұндай құбылыстар апатты немесе ерекше апаттылар санатына жатқызылады.

Су басулар ең жоғары су өтімдері байқалған жағдайда орын алады. Дегенмен әртүрлі әдебиет көздерінде әрқалай түсіндіріледі. Мәселен, А.И. Чеботаревтің гидрологиялық сөздігінде [9] былай келтірілген: «су басу - бұл жыл сайын жайылмадан жоғары орналасқан өзен алаптары мен елді-мекендер шегіндегі аймақтардың қардың еруі, жаңбырдың түсуі немесе арнаның мұзбен немесе анжырмен кептелуіне байланысты судың шектен тыс молаюы нәтижесінде су астында қалуы». Ал, Н.И. Коронкевичтің [10] еңбегінде мынадай анықтама берілген: «өзендерде, көлдерде және теңіздерде әртүрлі себептерден туындайтын су деңгейінің көтерілуі нәтижесінде елді-мекеннің айтарлықтай су астында қалуы». Осы орайда автор су басу апатты құбылысының анықтамасына «айтарлықтай су астында қалу» түсінігіне баса назар аударғаны байқалады. Сол себепті су басу мен су тасқыны, су тасу ұғымдарының арасындағы өзіндік айырмашылықтарына қысқаша тоқталайық.

Судың жоғары деңгейлері (су тасулар, жаңбырлы су тасқындары, мұзбөгет, мұзқысу, жел қума құбылыстары кезіндегі) – қалалардың, елді-мекендердің, егістік алқаптардың, автокөлік жолдарының төменгі бөліктерінің су астында қалу мүмкіндігі бар немесе ірі өндірістік және транспорттық нысандардың бұзылуы орын алу жағдайындағы су деңгейлері.

Су тасқыны - су деңгейі биіктігі немесе су өтімдерінің шамасы бойынша өлшенетін арна желісіндегі судың салыстырмалы түрде қарқынды көтерілуі. Су тасқыны су деңгейі мен су өтімдерінің күрт көтерілуімен және кейіннен бірден жылдам төмендеуімен сипатталады. Сонымен қатар, су тасқынының ең жоғары өтімдік сипаттамалары алдыңғы сабалық су өтімдері немесе базистік ағындыдан ондаған, жүздеген және мыңдаған есе көп болуы мүмкін.

Су тасқыны - жылдың әртүрлі маусымдарында бірнеше рет қайталануы мүмкін, су өтімдері мен су деңгейлерінің қарқынды ұлғаюымен сипатталатын су режимінің фазасы. Әдетте жауын-шашыннан немесе жылымық кезіндегі қардың қарқынды еруінен болады. Су тасқынының басталуы уақыты ретінде су деңгейінің алғаш рет сабалық кезеңге тән деңгейден күрт көтерілген деңгейді алуға болады, және су тасқыны су деңгейі сабалық кезеңдегі немесе басқа шартты белгіге түспейінше жалғасады. Су тасқынының ұзақтығы бірнеше сағаттан бірнеше тәулікке дейін созылуы мүмкін. Су тасқынының нақты басталуы немесе аяқталуы уақытын тек құрғақ жыралар (сайлар) арқылы, яғни сабалық ағынды өтімдері нөлге тең аймақтар арқылы анықтауға болады. Су тасқыны кезеңіндегі орташа айлық су өтімдер орташа жылдық өтімдерден жоғары болады.

Су тасқынының су тасудан айырмашылығы ол мезгіл сайын қайталанбайды. Және тағы бір айырмашылығы, су тасқыны жылдың кез келген уақытында пайда болуы мүмкін. Кейде су тасқындары су басуға ұласып жатады.

Өзендердегі су тасқынының шығу тегі мен қалыптасу жағдайлары әр түрлі болады. Су тасқынының пайда болуын анықтайтын әртүрлі факторлар мен процестердің үйлесімінің алуан түрлілігіне байланысты су режимінің осы фазасын сипаттайтын көптеген жіктеулер мен сипаттамалар бар. Ағындының әр генетикалық түрі табиғи факторлардың белгілі бір үйлесімінде пайда болады. Сонымен қатар су тасқындарын қалыптастыруда климаттық белдеулер маңызды роль атқарады. Қандай да бір ендіктегі радиациялық және циркуляциялық факторлар белгілі бір климат түрін анықтайды. Әр географиялық пунктке климаттық сипаттамалардың белгілі бір үйлесімі тән. Климат табиғи жағдайлардың қалыптасуның негізгі себебі бола тұра және аумақ бойынша баяу өзгере отырып, табиғи тарихи аймақтарды құрайды.

Су тасу деп жыл сайын бір мезгілде қайталанатын, өзен сулылығының ұзақ мерзімді, елеулі артуымен, сәйкесінше су деңгейінің көтерілуімен ұласуын айтамыз. Су тасу нөсерлі жауын-шашынның әсерінен, таулы аудандарда мұздықтар мен қарлардың еруінен, жазықтық өзендерде көктемгі қардың еруі әсерінен өзен арнасында су ағынының ұлғаюынан орын алады. Көктемгі су тасу осы кезеңдегі су ағындысының көлемімен тығыз байланысты [11, 12].

А.В. Баринов [13] су басудың түрлері мен әсер етуші факторларды және оның көрініс беру сипаттарын ажыратып көрсеткен, кесте 1-де берілген.

Адамзат қоғамының ерте кезден өзен алаптары мен өзен жағалауларында тұрғаны белгілі. Себебі өзен жағалауы тіршілік етуге қолайлы, сумен жабдықтау, энергия, суармалау, тіпті демалыс орындарының көзі болды. Алайда өзен жайылмалары мен жағалауларында көптеген тұрғын үйлер мен имараттардың салынуы, былайша айтқанда өзен жүйелеріне тікелей әсер ету нәтижесінде адамдар су астында қалу қаупінің болуына қарамастан қоныстанған. Осылайша су басу бұл тек қана гидрологиялық немесе өзен режимінен ғана болатын құбылыс емес, ең алдымен, адамзат қоғамының табиғатпен қақтығысы нәтижесінде орын алатын әлеуметтік-экономикалық құбылыс деуге болады. Осы орайда, В.А. Бузин [14] берген су басу туралы толыққанды сипаттамасында гидрологиялық себептерге байланысты су басулардың әлеуетті қауіптілігі және су басу қаупі немесе игерілген аумақтардың әлеуетті қауіптілігін ажыратып көрсетті, сонымен қатар, қоғамның «су басуларға төтеп бере алмаушылық түсінігін» атап өткен.

Гидрологиялық себептерге байланысты, яғни әлеуметтік-экономикалық факторларды есепке алмағандағы су басулардың әлеуетті қауіптілігі күтілмегендік дәрежесі мен жергілікті жердің су астында қалуының ең жоғары белгісі арқылы анықталады. Су басу сирек болған сайын, оның қауіптілігі арта түседі. Су басудың қалыптасу ықтималдығы жайылма биіктігі мен судың ең жоғары деңгейіне тәуелді. Жайылма төмен орналасқан жағдайда су басу жыл сайын орын алуы мүмкін. Мұндай жағдайда тіпті судың тарихи ең жоғары деңгейлерінің өзінде су басу қауіптілігі, әдетте, күтілгендіктен, жоғары болмайды. Су басулар кезіндегі шығындар мөлшері қауіпті деңгейлердің тұру ұзақтығы, су басу ауданы және т.б. тәуелді.

[15] мәліметіне сүйенсек *су басу қаупі* - шығын/зақымдану ықтималдығы. Қауіп - ықтималдылықпен, әсер етумен және төтеп бере алмаушылықпен

сипатталады. Әсер ету көбінесе салдарды бағалауды қамтиды, соның салдарынан қауіп екі компонентті қамтиды – оқиғаның басталу ықтималдығы (су басу) және оның салдары (әсері). Яғни, су басудың зиянды салдарының нәтижесінде туындайтын ықтимал қауіптілік. Су басу қаупі су басудың туындау ықтималдығы және одан келетін шығын көлемі арқылы анықталады. Су басудың зиянды салдарын анықтау су басу қаупін басқарудың басты бөлігі.

Су басу қаупін талдау– су басу қаупі бар аймақтардағы табиғи апаттар туралы статистикалық мәліметтерді талдау негізінде, қауіпті гидрологиялық құбылыстар және олардың сыртқы ортамен өзара әрекеттесу нәтижелері – апаттар және су басу қауіптілігі орын алған жағдайда зиянды факторларының тұрғындардың әр түрлі топтарына әсер ету механизмдерін анықтаудан басталады.

Су басу қаупін бағалау – қауіпті бағалау мен талдауды сәйкестіндіретін жалпы процесс. Қауіпті бағалау оның сандық өлшемінен тұрады, яғни тұрғындардың әртүрлі топтары үшін гидрологиялық қауіпті құбылыстардың мүмкін болатын салдарын анықтау. Бағалаудың мақсаты су басу қаупін саралау және оны азайтуға бағытталған шешімдерді әзірлеу болып табылады. ықтимал қауіптерді талдау және қауіп-қатерге ұшыраған адамдарға, мүлікке, тіршілікке және олар тәуелді қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін осалдық жағдайларын бағалау арқылы қауіптің табиғаты мен ауқымын анықтау әдістемесі.

Су басу қаупін болжау - қауіптің көрініс беру жағдайларының өзгеру тенденцияларын ескере отырып, болашақта белгілі бір уақыт кезеңіне оны бағалау.

Су басу қаупін басқару – қауіп деңгейін өзгертетін шаралар ұйымдастыру.

Басқару бұл су басу қаупін рұқсат етілген (қолайлы) деңгейге дейін азайтуға мүмкіндік беретін (инженерлік-техникалық, экономикалық, әлеуметтік және өзге де сипаттағы) іс-шаралар кешенін әзірлеуді және іске асыруды қамтиды. Қауіптерді талдау және басқару су басу жиілігін азайтуды қамтамасыз ететін және тұрғындар мен аймақтардың қауіпсіздігін реттейтін жүйенің негізін қалаушысы болуы тиіс.

Кесте 1 - Су басудың түрлері, әсер етуші факторлар және көрініс беру сипаты (А.В. Варинов жіктемесі бойынша)

Су басу түрлері	Себептері	Су деңгейінің көтерілуіне әсер етуші факторлар	Көрініс беру сипаты
Су тасу	Жазық жерлердегі қардың көктемгі еруі немесе таулы аймақтардағы қардың көктемгі-жазғы еруі және жауын-шашынның түсуі	Көктемгі қар ерудің басталуына дейінгі қардағы су қоры; қар еру және су басу кезеңіндегі атмосфералық жауын-шашындар; көктемгі қар ерудің басталуына дейінгі топырақтың күзгі-қысқы ылғалдануы; топырақтағы мұз қабыршықтары; қар еру қарқындылығы; өзен алабының ірі салаларындағы су тасу жалдарының сәйкес келуі; алаптың көлділігі, батпақтығы және ормандылығы; алаптың жер бедері	Жыл сайын бір маусымда мезгіл сайын қайталанады. Олар су деңгейінің едәуір және ұзақ көтерілуімен сипатталады
Су тасқыны	Қысқы жылымық кезеңде қардың еруі және қарқынды жауын-шашынның түсуі	Жауын-шашын мөлшері, олардың қарқындылығы, ұзақтығы, қамту аймағы, топырақтың ылғалдығы мен су өткізгіштігі, алаптың жер бедері, мәңгілік тоңның болуы және тереңдігі	Белгілі бір мезгіл сайын қайталанбайды. Су деңгейінің қарқынды және салыстырмалы түрде қысқа мерзімді көтерілуі
Мұзбөгет, мұзқысу	Өзен арнасының жекелеген учаскелерінде мұзқысу немесе мұзбөгет әсерінен пайда болатын мұздардың жиналуы кезінде өзеннің тарылуы немесе иректілігі әсерінен қалыптасатын су ағынына кедергі келтіруі	Су ағынының беткі жылдамдығы, арнада иірімдердің, бұрылыстардың және күрт бұрылыстардың, аралдардың және басқа да арналық кедергілердің болуы, мұзқұрсау (мұзбөгет) немесе мұз жүру (мұзқысу) кезіндегі ауа температурасы, жергілікті жер бедері.	Мұзбөгет – қыстың немесе көктемнің соңында қалыптасады. Су деңгейінің жоғары және салыстырмалы түрде қысқа мерзімді көтерілуі. Мұзқысу – қыстың басында қалыптасады. Су деңгейінің едәуір көтерілуі (мұзбөгетке қарағанда) және мұзбөгетпен салыстырғанда ұзақтығы анағұрлым жоғары.
Желқума есебінен болатын су басулар	Теңіз және көл жағалауларында, әсіресе өзеннің құятын учаскілерінде желдің көтерілуі	Желдің жылдамдығы, бағыты мен ұзақтығы, уақыт бойынша жоғары немесе төмен толқынның сәйкес келуі, су бетінің еңістігі және өзеннің тереңдігі, теңіз жағалауынан қашықтығы, су қойманың орташа тереңдігі, жергілікті жер бедері	Жылдың кез келген уақытында болады. Су деңгейінің көтерілуі мен қайталану жиілігі мезгіл сайын қайталанбайды.
Бөгеттердің жарылуы кезінде су астында қалу	Бөгеттер мен дамбалардың және т.б. жарылуы кезінде қалыптасатын, апатты жағдайда су қоймадан суды жіберу кезінде, жер сілкінісі, опырылымдар, сырғымалар, мұздықтардың жылжуы әсерінен табиғи бөгеттердің жарылуы кезінде су қоймалар мен бөгендерден судың ақтарылуы	Бөгет тұстамасындағы су деңгейінің ауытқу шамасы: су толтырылған су қойманың бұзылу сәтіндегі көлемі; су қоймасы мен өзен түбінің еңістігі; жарылудың мөлшері және жарылудың орын алу уақыты; бөгеттен қашықтық, жергілікті жер бедері	Үлкен аумақтарды су басуына және жолда кездесетін нысандардың (ғимараттар мен құрылыстар және т. б.) бұзылуына немесе бүлінуіне әкеп соқтыратын жойқын су толқынының пайда болуы

1.2 Су басудың жіктемесі мен қалыптасу ерекшеліктері

Су басу – бұл көпфакторлы процесс. Негізгі су басуды қалыптастырушы факторларға: қардың еруі, қарқынды жауын-шашын, көктемгі су тасу, су деңгейінің көтерілуі және т.б. жатады. Бұл факторлардың су басу құбылысындағы рөлі әртүрлі.

Су басу қаупін қалыптастырушы факторлар жөніндегі мәліметтер алдыңғы бөлімде атап өтілген зерттеушілерден басқа John G. Tyrrel [16], В.А. Акимов [17], С.В. Борщ [18], Scott G. [19], Spivak, Arkhipkin and Sagatdinova [20, 21] және т.б. ғалымдардың еңбектерінде кездеседі.

Су басудың көп факторлығына қатысты В.А. Бузин өз еңбегінде былай келтірген: «қауіпті құбылыстарды зерттеу қиын: олар сирек кездеседі және табиғи жағдайда егжей-тегжейлі зерттеу қиын; олар көп факторлы және әр жағдайда жеке факторлардың рөлі бірдей емес; бекеттер желісі көптеген қауіпті гидрологиялық мониторингілеуде бақылау міндеттерін шешпейді (бекеттер режимдік бақылауларға арналған); олар үлкен кеңістіктерде орын алады, сонымен қатар көп факторлы және ал бекеттер бақылаулар нүктелік болып табылады». Су басуды қалыптасу себебі және механизмі бойынша [14, б.13] төмендегідей жіктеуді ұсынады:

1. Нақты бір өзенде аса жоғары су өтімдерінің өтуімен байланысты су басулар. Мұндай су басулар көктемгі қар еру кезінде, қарқынды нөсерлі және жаңбырлы жауын-шашындардың түсуі кезінде, бөгеттердің жарылуы және бөгесінді көлдердің ақтарылуы кезінде байқалады.

2. Су ағынының өзенде кездестіретін үлкен кедергісіне байланысты туындайтын су басулар. Бұл, әдетте, қыс айларының басында немесе аяғында байқалатын мұзбөгет және мұзқысу құбылыстары кезінде көрініс береді.

3. Жоғары су өтімдеріне және су ағынындағы айтарлықтай кедергілерге байланысты туындайтын су басулар. Оларға таулы өзендерде байқалатын сел тасқындары және сайларда, жыралар мен қолаттарда байқалатын сулы-қарлы тасқындар жатады.

4. Ірі көлдер мен су қоймаларында, сондай-ақ өзендердің теңіздік сағаларында желқумалар нәтижесінде туындайтын су басулар.

5. Көл және ішкі теңіздер қазаншұңқырларының толысуы нәтижесінде қалыптасатын су басулар.

Су басудың қайталанғыштығы, ауқымы мен әкелетін жиынтық шығыны бойынша Р.А. Нежиховский кіші, үлкен, айтулы және апатты деп бөлген. Ал А.В. Бариновтың 2009 жылы Мәскеуде жарық көрген еңбегінде [12, б.296] су басуды ауқымы бойынша осы типтес 4-ке бөліп қарастырған: төмен (кіші), жоғары, айтулы (күшті) және апатты.

Төмен су басулар айтарлықтай шығын әкелмейді. Мұндай су басулар адамдардың қалыпты өмір сүру ағымын бұзбайды. Ауыл шаруашылық алқаптарының 10%-ын су басады. Қайталанғыштығы 5-10 жылда 1 рет.

Жоғары су басулар кезінде мардымсыз материалдық шығындар орын алады. Тұрғындарға моральдық тұрғыдан зиянын тигізеді. Тұрғындардың бір бөлігін көшіруге тура келеді. Өзен аңғарларының біраз бөлігін қамтиды, ауыл

шаруашылық алқаптарының 10-15%-ы су астында қалады. Шамамен 20-25 жылда 1 рет қайталанып тұрады.

Айтулы су басулар ірі өзен жүйесін қамтиды. Үлкен шығынға ұшыратады. Адамның шаруашылық әс-ірекетін толықтай тоқтатады. Тұрғындарды жаппай көшіру қажеттілігі туындайды. Ауыл шаруашылық алқаптарының 50-70% - ын су басады. 50-100 жылда 1 рет қайталанып тұрады.

Апатты су басулар бірнеше ірі өзен алаптарын қамтиды. Көптеген елді мекендер, өнеркәсіптік орындар мен инженерлік-тұрмыстық орындар су астында қалады, ауыл шаруашылық алқаптарының 70% - ын су басады. Адамның шаруашылық іс-әрекетін біршама уақытқа тоқтатып, адам өлімінің орын алуына әкеледі. Қайталанғыштығы 100-200 жылда 1 рет.

Су басулардың пайда болуын анықтайтын факторларды зерттеу нәтижелері бойынша [17, б.127] оларды 4 топқа жіктеуге болады: а) жазықтық өзендерде көктемгі қар ерудің нәтижесінде ең жоғары ағындының қалыптасуы; б) тау мұздықтары мен қардың еруі нәтижесінде ең жоғары ағындының қалыптасуы; в) қарқынды жауын-шашынның түсуі нәтижесінде ең жоғары ағындының қалыптасуы; г) қарқынды ери бастаған қармен бірге нөсерлі жауын-шашынның қосылуы нәтижесінде ең жоғары ағындының қалыптасуы.

Су басу судың келуіне және қалыптасу үдерістеріне байланысты түрлі типтерге бөлінеді. Су басудың қалыптасуының бірнеше типтері: оның ішінде өзендік, нөсерлі су тасқындары, мұздық көлдердегі су тасқындары, желқумалардың әсерінен болатын өзен жағалауларындағы су тасқындары [22].

Н.И. Коронкевич бұл мәселені басқа қырынан қарап, су басудың қалыптасуын басты 2 топқа бөліп көрсетті: табиғи және антропогендік. Табиғи факторларға: аса жоғары су тасқыны мен су тасу, ұзаққа созылған жауын-шашын мен нөсерлі жаңбырдан болатын су басуларды жатқызды. Сондай-ақ, өзеннің қыстық режимінің ерекшеліктері, теңіздер және өзен дельтасы мен сағаларындағы өзара әрекеттестік, таулы аймақтардағы тектоникалық үдерістер, опырылымдар мен жылжымалар әсерінен де су басулар орын алады. Өзен алабында, арнасында, аңғарларында белгілі бір көлемдегі адамның шаруашылық іс-әрекеті су режимінің өзгерісін тудыруы мүмкін.

Қазақстанның өзен алаптарындағы су басулардың негізгі көздерін келесідей қарастыруға болады [8, б.9-10]:

Қазақстандық типтегі өзендердің ең маңызды ерекшеліктерінің бірі ағындының 90% - дан астамы көктемгі кезеңде ағып өтетіндігі белгілі [23]. Сондықтан да Қазақстандағы қалыптасатын су басулардың басым бөлігі көктем мезгілімен байланысты. Қазақстандық типтегі өзендерде - жазықтар мен аласа тауларда маусымдық қар жамылғысының еруі, су тасқыны кезінде түсетін сұйық жауын-шашындар, мұзқысулар, сондай-ақ тоғандар мен су қоймаларының жарылуы кезінде пайда болатын су тасқындары.

Тянь-Шань типіндегі өзендерде - таулардағы маусымдық қар жамылғысының қарқынды еруі, көктемгі - жазғы кезеңдегі нөсер жауын-шашын, сел және таулық, мұздықтық көлдердің ақтарылуы, сондай-ақ су қоймаларының жарылуы кезінде пайда болатын су тасулар. Айта кететін жайт, Тянь-Шань типіндегі өзендердің ағындысы мұздықтардың еруінен қалыптасады және су

тасу кезеңі ағынды гидрографы бойынша жазғы кезеңдерге сәйкес келеді және тамыз айына дейін жалғасып жатады.

Алтай типіндегі өзендерде - маусымдық қар жамылғысының еруі, жылдың жылы кезеңінде ұзаққа созылған жаңбыр, өзендердегі мұзбөгет-мұзқысу құбылыстары, тоғандар мен су қоймаларының бұзылуы.

«Ағынсыз» типтегі уақытша өзендердегі су басулар қарқынды нөсер жауған кезде болуы мүмкін, бірақ олар өте сирек кездеседі.

Шартты түрде су басудың қалыптасу факторларын екі топқа бөлуге болады: аймақтық және кездейсоқ. Бірінші топқа географиялық орналасуы, климаты және басқа да факторлар жатады. Екінші топқа қайта пайда болатын, мысалы, жауын-шашын және әр алаптың сипаттық ерекшеліктері жатады. Аймақтық су басудың пайда болу шарттарына күзгі ылғалдану, жауын-шашын мөлшері, қыста оң температура, топырақтың қату тереңдігі және базистік ағындыны жатқызуға болады. Осы орайда, зерттеу аймағы Есіл өзені алабының табиғи жағдайына және олардың су басуды қалыптастырудағы рөліне тоқталып өткен жөн.

Солтүстік Қазақ жазығы Орал тауларынан Алтайға дейін ені 200-250 км жіңішке аумақты алып жатыр. Ол оңтүстіктен солтүстікке қарай еңіс, ылдилай береді. Оңтүстігінде Сарыарқамен шектеседі.

Жазықтың оңтүстіктегі биіктігі 200 м, солтүстігінде – 100 м. Солтүстік Қазақ жазығы палеозойдың қатпарлы-жақпарлы платформасының үстінде жатқан палеогеннің теңіз және неогеннің континенттік шөгінділерінен тұрады. Кайнозой эрасында теңіз тартылып, қазіргі жер бедері қалыптасқан. Жер беті біркелкі тегіс. Өзендері сирек. Сондықтанда көп тілімденбеген. Ондаған тұйық қазаншұңқырлар ғана ұшырасады. Олардың көбін тұзды көлдер алып жатыр. Кей жерлерде биіктігі 10-15 м дейін көтерілетін жалдар кездеседі. Ішкі ерекшеліктеріне сәйкес Солтүстік Қазақ жазығының Қазақстандық бөлігі төрт ауданға бөлінеді. Олар – Есілдің жазық орманды даласы, Тобыл-Обағанның жазық даласы, Есіл-Ертіс даласы және Ертіс-Құлынды жазығы.

Есілдің жазық орманды даласы Есіл өзенінің екі жағын жағалай, Солтүстік Қазақстан облысының жерінде орналасқан. Бұл көлді жазық сазды жыныстардан түзілген, бетін континенттік, әсіресе өзен шөгінділері, палеогеннің жыныстары басқан. Жазықтың ең биік беті 130-140 м жетеді. Онда көл көп, батпақты, тұзды қазаншұңқырлар да баршылық. Бұл ауданда шалғынды, қара топырақты даланың өсімдіктері кеңінен таралған. Ормандары негізінен қайың мен теректен тұрады.

Есіл-Ертіс даласы Есіл – Қамысты орманды даласы мен Сарыарқаның, Павлодар облысының көлді жазығының ортасында жатыр. 100-120 м биіктегі беткейлер неоген саз балшықтарынан түзіліп, оның бетін палеоген дәуірінің құмдары мен балшықтары басқан. Батыс бөлігінде көл көп. Олардың көбі тұщы. Ең үлкені – Шағалалытеңіз көлі. Оған Шағалалы өзені құяды. Тұзды көлдері де бар. Көкшетаудың солтүстік жағында жазық даланың бетінде ұзындығы 24 км, ені 0,5-1,0 км, биіктігі 15 м жететін үлкен жалды қырқа жатыр.

Қазақстанның ірі физикалық-географиялық және табиғи-тарихи аймағының бірі – Сарыарқа. Оған Қарағанды, Ақмола облыстарының жері

толықтай, Қостанай, Абай, Павлодар облысының біраз бөлігі кіреді. Қарағанды облысының аумағы, негізінен, Сарыарқаның орта бөлігінде орналасқан. Сондықтан да жергілікті халық осы өңірді ежелден Сарыарқа, Арқа даласы деп атаған. Сарыарқа атауы «жер бетіндегі өсімдіктері күйгендіктен сарғайып жататын кең де үлкен жон, жалпақ үстірт, сансыз адырлы қырқа» ұғымын білдіреді.

Сарыарқа өлкесі негізінен мүжілген және тегістелген қыраттардан, ұсақ шоқылы аласа таулардан тұрады. Араларында үлкенді-кішілі ойыстар, қазаншұңқырлар кездеседі.

Олар геологиялық құрылысы мен жер бедерінің сипатына қарай іштей жіктеледі. Оның шығыс бөлігі батысына қарағанда биігірек. Бұл аймақ палеозойдың каледон қатпарлығында қалыптасқан – қатпарлы аласа шоқылардан тұрады. Оның шығу тегіне, шығу себебіне қарай Л.С. Берг бұл өлкені қазақтың қатпарлы аймағы деп атаған. Ол палеозойдың магмалық және шөгінді жыныстарынан (гранит, порфирит, кварцит) құралған аласа таулы аймақ болып келеді. Бұл өлкенің жер бедерінің қалыптасуында жыныстардың жатыс сипаты мен үгілу процесі басты рөл атқарған. Сондықтан аласа таулар мүжілген. Кей жерлерде тау қалдықтары дөңді-жалды жазыққа жалғасып жатады.

Сарыарқаның батыс бөлігінде тегіс және ойыс жерлер көп те, қалдық таулар мен шоқылар аз кездеседі. Онда ертедегі палеозойдың магмасы мен шөгінді жыныстары тек биік жерлерде ғана көрініп жатады. Олар жазықтар мен ойыстарда палеоген дәуіріндегі көл және теңіз шөгінділерінің астында қалған. Бұл жақтың жер бедерінің қалыптасуына ұзаққа созылған үгілумен бірге бор және неоген дәуірлерінің шөгінділері әсер еткен. Мұндағы ірі ойыс – Теңіз-Қорғалжың қазаншұңқыры. Ол Сарыарқаның батыс бөлігін екіге бөліп жатыр. Оның солтүстік-батысында – Көкшетау таулары онша биік емес (900 м шамасында). Олар палеозойдың әктастары, кварциттері мен порфириттерінен түзілген. Олар ағынсулармен тілімделген. Таулар арасында көлдер бар. Олардың жағалауы мен тау беткейінде қарағайлы орман өседі. Ұлытау (биіктігі-1134 м) – негізі граниттен тұратын меридиан бағытындағы ірі антиклинордың қалдығы. Тау беткейлері кристалды тақтатастан, құмтастан, аралас жыныстардан (конгломерат) тұрады. Олар күшті тілімделген. Қайыңды тоғайлар кездеседі. Оның шеткі аймақтары төменгі кайнозойда әртүрлі саздан құралған дөңесті жазық болып келеді.

Қазақстан аумағында Есіл өзені алабының климатына келетін болсақ, ол әртүрлілігімен сипатталады. Оған Еуразия материгінің жүрегінде, континент ішінде, аласа таулар мен жазықты жер ортасында орналасқандығы және сібір-арктикалық суық климат пен ыстық орта Азия табиғи жағдайының әсері себеп. Алаптың оңтүстіктен солтүстікке қарай созылуы климаттың қалыпты-құрғақ аймақтан орманды-далалық аймаққа ауысуына әсер етеді. Есіл өзені алабының аумағы шұғыл континенталды және құрғақ климатпен сипатталады. Жылы айлар үшін ауаның жоғары температурасы, жауын-шашынның аз мөлшері және ауаның құрғауы, суық кезең үшін қатал қыс тән. Аймақтың климатының басты ерекшелігі ауа температурасы өзгергіштігінің амплитудасы, ауаның құрғақтығы,

атмосфералық жауын - шашынның мөлшерінің аздығы және климаттың шұғыл өзгергіштігі болып табылады.

Жауын-шашынның 60%-на жуығы (350 мм) жаз айларында түседі. Шілденің орташа температурасы 18 -20 ºС, қаңтарда 17 -19 ºС. Арасында 30 -35 ºС-тық аязды күндер жиі болып тұрады. Қар қалың түседі, орташа қалыңдығы 30-50 см-ге жетеді. Қысы суық, қаңтардың орташа температурасы -14 -18 ºС. Суық күндері – 40 ºС-қа дейін төмендейді. Жазы құрғақ, ыстық, шілденің орташа температурасы 20 -24 ºС, кейде 35 ºС-қа дейін көтеріледі. Жылдық ылғал мөлшері 200-300 мм. Ұсақ шоқылы тауларда ылғал молырақ түседі (370 мм) [24, 25].

Қарастырылып отырған аумақтың орташа жылдық ауа температурасы солтүстікте 0,5-1,0 °С, оңтүстікте 2,0-2,5 °С дейін ауытқиды. Ауа температурасының жылішілік өзгерісі қысқы уақыттағы тұрақты қатты аязбен, көктемгі жылудың қарқынды өсуімен және созылыңқы жазғы уақыттағы ыстықпен сипатталады.

Ең суық қаңтар айы. Қаңтар айының орташа ауа температурасы облыстың солтүстігінде -18-19 °С, оңтүстік бөлігінде -16-17 °С. Жеке жылдары абсолюттік минимум -50-51 °С (қаңтар-ақпан) жетеді.

Ең жылы ай - шілде айы. Шілде айының орташа ауа температурасы облыс аумағында 19-21 °С дейін тербеледі. Температураның абсолюттік максимумдары 40-43 °С жетеді. Бұдан орташа айлық ауа температурасының тербелісі 40 °С жуық, ал абсолютті амплитуда 90 °С асады. Жылы кезеңнің ұзақтығы (орташа тәуліктік ауа температурасы 0 °С жоғары) орташа есеппен 190-200 күнді құрайды.

Көктемдегі ауа температурасының 0 °С-тан өтуі облыстың көп бөлігінде әдетте 12-13 сәуірде, ал оңтүстік бөлігінде 10-12 сәуірде байқалады. Жылудың өсуі көктемгі кезеңде тез болады, 0 °С өткеннен кейінгі 10 күннен кейін ауа температурасы 5 °С болады. Күзде ауа температурасы 0°С өтуі орташа есеппен 22-25 қазанда байқалады. Қыстың орнауы өте ұзақ сипатқа ие.

Ақмола облысы ылғалдылығы жеткіліксіз аудан болып табылады. Жауын-шашынның жылдық мөлшері облыстың солтүстік бөлігінде 300-350 мм, оңтүстік бөлігінде 200 мм құрайды.

Жыл ішінде жауын-шашын бірқалыпсыз таралған. Жылдың суық бөлігіне (қараша-наурыз) жылдық жауын-шашын мөлшерінің 25-30% ғана тиесілі. Жылы кезең уақытында (қыркүйек-қазан) облыстың солтүстік бөлігінде 200-220 мм, ал оңтүстік бөлігінде 140-180 мм жауын-шашын түседі. Жауын-шашынның максимумы әдетте шілде айында, минимумы ақпан-наурыз айларында, кейде қыстың бірінші айларында да (желтоқсанда) байқалады. Жылдан жылға қарай жауын-шашын мөлшері үлкен мәндер шегінде тербеледі. Ерекше көп жауын-шашын және қар түскен жылдары жауын-шашын мөлшері солтүстік аудандарда 500-600 мм, ал оңтүстік бөлігінде 400 мм жетеді. Ал ерекше құрғақ жылдары жауын-шашынның мөлшері 50-100 мм дейін төмендеуі мүмкін. Сонымен қатар жылдың суық және жылы кезеңдерінің де жауын-шашын мөлшері тербеледі. Қар көп түскен жылдары жауын-шашынның мөлшері қараша-наурыз айларында

облыстың солтүстік аудандарында 200-250 мм, ал оңтүстік бөлігінде 100-150 мм, ал қар өте аз түскен жылдары жауын-шашынның мөлшері 10-20 мм құрайды.

Жауын-шашынның негізгі мөлшері қарқындылығы аз, аз мөлшерлі жауын-шашын немесе қар түрінде түседі. Түсетін жауын-шашын мөлшері 0,1 мм асатын күндер әдетте жыл ішінде 120-125 күнді құрайды (Атбасар мен Астана метеостанциялары), олардың 90 % жауын-шашын мөлшері 5 мм төмен күндер. Тәуліктік жауын-шашын мөлшері 20 мм асатын күндер жыл ішінде 3-4 күнге жетуі мүмкін.

Жоғарғы ауа температурасы жағдайында жазғы жауын-шашынның негізінен жер бетін сулап қана қояды да, бірден буланып кетеді. Жауын-шашын көп мөлшері маусым-шілде және қазан айларында түседі. Қатты жаңбырлар шілде айында жауады.

Жаңбырсыз кезеңнің ұзақтығы айтарлықтай. Аумақтың көп бөлігінде жауын-шашынның түспеуі қатарымен 20-30 күн бойы, ал кей жылдары 50-60 күн бойы байқалады. Негізінен тамыз, қыркүйек, кейде шілде айларында жаңбыр жаумайды.

Ақмола облысы аумағында қар жамылғысының таралуы зоналық сипатқа ие. Тұрақты қар жамылғысы Ақмола облысында әдетте орташа тәуліктік ауа температурасы -5 °С дейін төмендеген уақытта қалыптасады. Тұрақты қар жамылғысының қалыптасуы солтүстік бөлігінде орташа есеппен 5-10 қазанда, ал оңтүстік бөлігінде 15-20 қарашада байқалады.

Барлық қыстың 50-60 % тұрақты қар жамылғысының қалыптасуының алдында бірінші қар түседі де (қазанның аяғы қарашаның бірінші күндері) жылымық болғанда тез еріп кетеді.

Тұрақты қар жамылғысының қалыптасу датасының көпжылдық амплитудасы шамамен 1,5-2 айды құрайды. Ерте даталары қазанның үшінші декадасына, ал солтүстік шығыс бөлігінде қазанның бірінші жартысына сәйкес келеді, ал кеш даталары желтоқсанның ортасына дейін созылады. Қардың жинақталуы (қар жамылғысы биіктігінің өсу мен ондағы су қорының көбеюі) барлық қыстың 50-70% қыстың бірінші жартысында жоғарғы қарқындылықпен жүреді. Бұндай жағдайларда қаңтардан ақпанның басына қарай көктемгі қар еруінің алдында максималды қар қоры нормасынан ауытқу белгісі айқындалады. Қыстың екінші жартысында ақпан-наурыз айларында қардағы су қоры өзгермейді десек болады, көктемгі қар еруі алдындағы қардың максималды мәніне жақын болады.

Қар қорының максимумы мен көктемгі қар еруінің басы орта есеппен облыстың оңтүстік бөлігінде шамамен 5-10 наурызда (Есіл өзенінен оңтүстікке қарай), ал солтүстік бөлігінде 10-20 наурызда байқалады. Максималды қар қорының ең ерте датасы ақпан айына, ал ең кеш датасы сәуір айының бірінші онкүндігіне сәйкес келеді. Қар жамылғысының ең биік мәні көктемгі қар еруінің басында ашық учаскілерде облыстың солтүстік-батыс бөлігінде 25-35 см, ал облыстың қалған учаскілерінде 20-25 см жетеді. Қар аз жауған жылдары қар жамылғысының биіктігі облыстың солтүстік бөлігінде 15 см, ал оңтүстік бөлігінде 10 см ғана жетеді. Қар көп жауған қыста қардың максималды биіктігі облыстың солтүстігінде 50-60 см, ал оңтүстік бөлігінде 30-40 см жетеді.

Қар жамылғысының тығыздығы қар ерудің алдында шамамен 0,30 құрайды. Жылдар бойынша 0,20-0,25 – 0,35-0,45 дейін тербеледі. Қар тығыздығының ең үлкен мәндері қатты боран, қарлы желдер мен жылымықтар болған жылдары қыстың екінші жартысында байқалады. Қар жамылғысы максимум су қоры көктемгі қар ерудің алдында облыс аумағының көп бөлігінде орташа есеппен 60-80 мм, тек солтүстік бөлікте 100 мм жетеді. Қар аз болған жылдары максимум қар қоры облыстың солтүстік бөлігінде 50-70 мм, оңтүстік бөлігінде 25-30 мм дейін төмендейді. Қар көп жылдары қардағы максимум су қоры (қар ерудің басында) 100 мм асады. Қар жамылғысының еруі көктемде, әдетте ауа температурасының теріс мәндері болғанда да (шамамен -10 °С) күн радиациясынан келетін жылудың әсерінен ери бастайды. Оңтүстікте ауа температурасы жылы бола бастағанынан қар қатты қарқындылықпен ериді. Ашық жерлерде қар жамылғысы бірнеше күнде, кейде 5-7 күнде ериді.

Тұрақты қар жамылғысының еруі орташа есеппен облыстың оңтүстік бөлігінде 5 сәуір, ал солтүстік бөлігінде 10-15 сәуірде байқалады. Тұрақты қар жамылғысының еру датасының көпжылдық амплитудасы оның қалыптасу амплитудасынан бірнеше аз (айды құрайды), ерте көктемде наурыздың үшінші онкүндігінен, кеш көктемде сәуірдің үшінші онкүндігіне дейін созылады.

Ақмола облысының гидрографиялық желісі құрылысының ерекшелігі жер бедері сипатына байланысты. Облыстың орталық бөлігінің жазықтығы оның шеткі аймақтарында биік шыңдармен бірге келуі ағындының негізгі бағытын айқындайды, ол аумақтың шеткі аймақтарынан ортасына қарай бағытталған. Облыстың негізгі су артериясы Есіл өзені мен солтүстікте Көкшетау шыңынан, ал оңтүстікте Ұлытау тау сілемдерімен ағатын үлкен салалары. Сыртқы ағындысы бар, Ертіс өзеніне жететін Есіл өзенінің алабы Ақмола облысы ауданының жартысынан астам бөлігін алып жатыр.

Ақмола облысы аумағында ұзындығы 10 км асатын 400 жуық өзендер мен уақытша ағынсулар бар. Ақмола облысының табиғатының ерекшелігі, негізінен климатының құрғақшылығы өзен желісінің дамуына кері әсер етеді. Өзен желісінің жиілігі ең жақсы дамыған жері – Көкшетау мен Ерейментау жоталары. Өзеннің жазыққа шығар жерінде олардың салалары кенеттен азаяды. Өзендердің сирек жүйесімен қатар Ақмола облысының гидрографиялық ерекшелігі оның уақытша ағынсуларының көптігі. Облыс аумағында өзендер және уақытша ағынсулардың жиілігі 0-0,05 - 0,20-0,30 км^2 дейін құбылып тұрады (Е.П. Сенковтың мәліметі бойынша). Бұл құбылыс Терісаққан, Жабай, Есіл (Көкшетау, Ұлытау, Нияз және Ерейментау биіктерінде) өзендерінің жоғарғы бөлігінде жиі кездеседі. Жазықтық шегінде гидрографиялық жүйе жиілігі әдетте 0,05-0,10 км^2 аспайды (Есіл өзенінің оңтүстік жазық бөлігі, Селеті солтүстік жағасы, Қалқұтан өзенінің жоғарғы бөлігі), тек жыралар көп кездесетін бөлікте 0,20-0,30 км^2 жетеді.

Уақытша ағынсулардың көлемі әр түрлі. Олардың ең үлкендері 100-150 км, ал су жинау алабы 3 мың км^2 дейін жетеді.

Ақмола облысындағы өзендер суайрығы көбіне айқын емес. Суайрықтарының айқын еместігі жер бедерінің жазықтығына ғана емес, еңістіктердің тұйықтығына да байланысты. Бұл еңістіктердің бір бөлігі тұйық

сулар алабына жатады, бұлардың кейбіреулері ғана суы мол жылдары ғана өзендерді суландырып тұрады. Бұл су алаптарының көлемі өзгермелі: суы мол жылдары көлемі ұлғаяды, ал құрғақшылық жылдары көлемі кішірейеді.

Ақмола облысының өзендері жазықтық өзендер болып табылады, еңістігі 1-2 ‰ (кейбір жоғарғы су ағыстарында 5-10 ‰ дейін жетеді), тек олардың кейбіреулерінде ғана, еңістік мәндерінің артуына байланысты, су ағыстары жылдамдайды.

Суайрықтарының нашар бөлінгіштігі кей жағдайларда өзеннің бифуркациясына алып келеді. Бұған Есіл мен Нұра өзенінің ең жақын орналасқан жерінде олардың көп қайталанып қосылуы жатады.

Нұра мен Есіл өзенінің қосылуы 3 тармақ Сарқырама, Қозыкөш, Мұқыр бойынша Есіл өзеніне құяр жерінде бір салаға құйылуынан болады. Тармақтардың қосылу жері Есіл өзенінен 9 км жерде болады. Нұра мен Есіл өзендерінің бифуркацияланған жерінде өзен аралығының жер беті уақытша ағынсулармен ғана емес, сонымен қатар көлдер орналасқан көптеген жабық төмендеулермен қиылысқан. Өзен аңғарлары кең, тегіс келеді. Жартасты жерлерге келгенде өзен аңғары күрт тарылады, кейбір жерлерде шатқал тәріздес болады. Бұл бөліктер әдетте ұзаққа бармайды және өзендердің жалпы жазықтық сипатын бұзбайды. Аңғардың формасы көбінесе трапеция тәріздес. Өзендердің төменгі ағыстарында аңғарлар айқын емес және олар сыртқы қоршаған ортамен біртіндеп ұласып кетеді. Уақытша ағынсулардың да аңғарлары айқын емес. Үлкен өзендердің аңғарларының кеңдігі 5-10 км жетеді (Есіл, Нұра өзендері). Кіші су ағыстарының аңғарлары су арналарымен салыстырғанда кең болып келеді. Орта есеппен алғанда олардың кеңдігі 0,5-1,0 км (су жинау көлемі < 1000 км^2), кейбір жерлерде 2-3 км құрайды. Беткейлердің биіктігі әдетте 10-15 м аспайды, бірақ жеке өзендерде (Аршалы, Сарқырама және т.б.) 25-50 м жетеді. Облыстың биік аудандарында және арналары терең қазылған өзендерден басқа (Қызылсу, Аршалы, Қарасу, Жыланды, Жаман-Қайрақты және т.б.) өзендер аңғарларында жайылма дамыған. Суы мол жылдары су басудың ені 1-3 км, облыстың үлкен өзендерінде 5-10 км жетеді. Ал сулылығы орташа жылдары жайылманың төмен бөлігі мен арна маңындағы учаскілерді ғана су басады. Кіші ағынсуларда (су жинау алабының ауданы 200 км^2 және одан төмен) жайылманың ауданы 50-100 м аспайды.

Кіші ағынсулардың арналарының ені 10-20 м, ал су жинау алабының ауданы 5-10 мың км^2, өзен алабының ені 50-70 м аспайды. Көкшетау мен Ерейментау таулары аймағындағы өзендердің арналары жақсы дамыған. Олардың қазылу тереңдігі негізінен 3-6 м, ал жекелеген өзендерде 10-12 м жетеді (Аршалы, Жаман-Қайрақты, Қызылсу және т.б.). Облыстың оңтүстік бөлігінің ағынсуларының арналары жақсы дамымаған, әсіресе олардың жоғарғы учаскілерінде (Жақсы-Шад, Жаман-Шад, Қанқарасу, Керей және т.б.) нашар дамыған. Осы өзендердің төменгі ағысының арналары 3-5 м қазылған. Облыстың ағынсулары негізгі өзендерін қоспағанда, ағындысы тек көктемгі кезеңде ғана болады. Бұл кезде су деңгейінің қатты көтерілуі байқалады, кейде өзен суы жайылмаға көтеріледі. Жылдың қалған бөлігінде ағынсулардың көп бөлігі құрғап қалады да, құрғақ арналарға айналады. Қысқы айларда олардың көбісі

қатады. Облыстың оңтүстік бөлігінде кіші ағынсулар жылдың барлық уақытында дерлік (көктемгі айларды қоспағанда) кеуіп қалады [26-29].

Кесте 2 - Есіл өзенінің ұзындығы және ауданы бойынша таралуы [30].

Алап атауы	Өзен атауы	Өзен ұзындығы, км	Алап ауданы, мың км^2	Көпжылдық су өтімі, м^3/с	Өзеннің қоректенуі, %
Кар теңізі алабы	Есіл	2450	177	65,3	15; 78; 7;
Ескерту – Өзеннің қоректенуі (жылдық ағындыны құраушы): грунт, қар, жаңбыр.					

Алап өзендері көктемгі қар, грунт және жаңбыр суларымен қоректенеді, көктемде тасиды. Жаз айларында құрғап, үзіліп-үзіліп қара суға айналады. Есіл өзенінің ұзындығы және ауданы бойынша таралуы, қоректену көздері кесте 2-де көрсетілген.

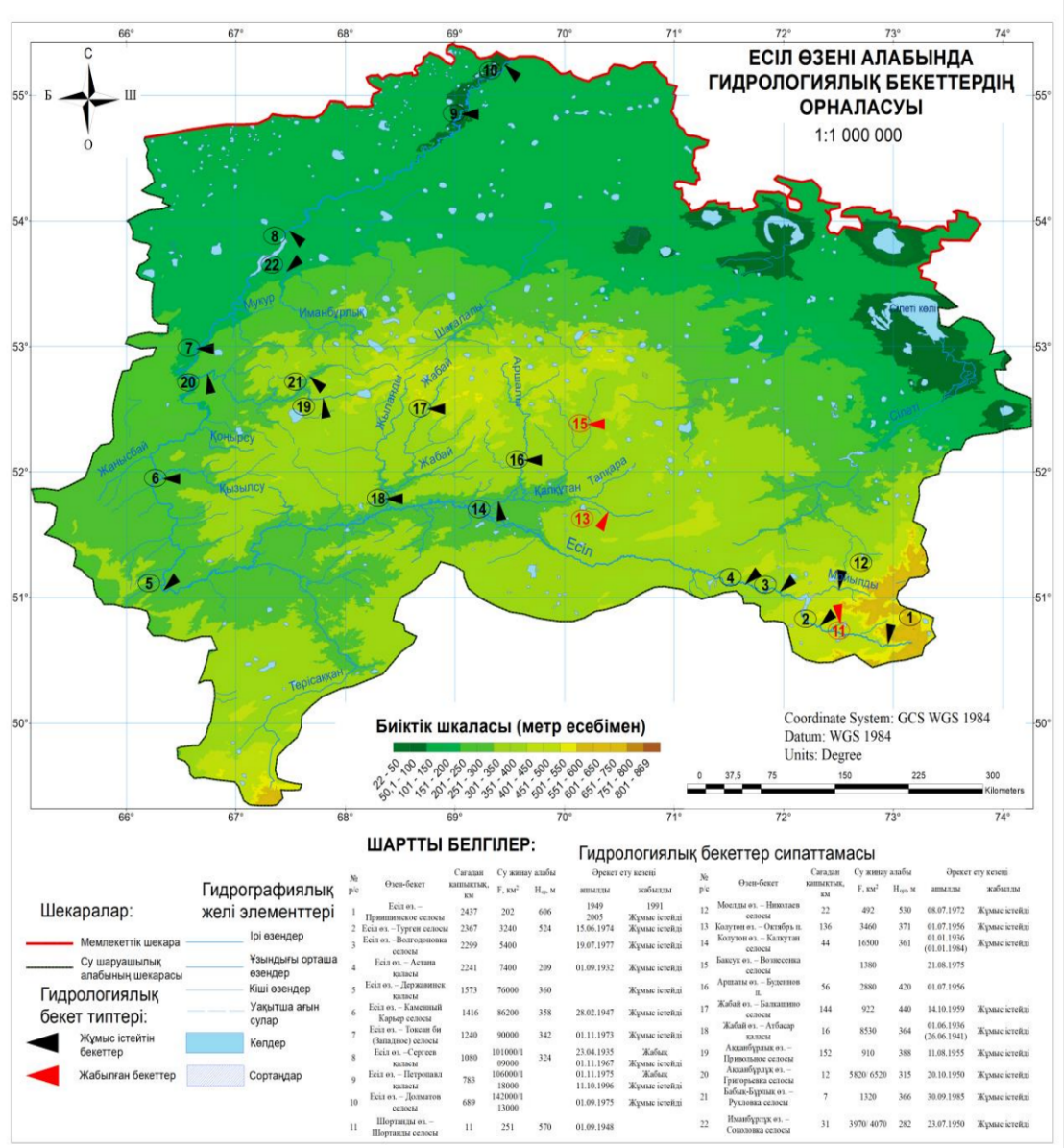
Есіл – Ертіс өзенінің сол жақ саласы, Обь өзен жүйесіне жатады. Ақмола, Солтүстік Қазақстан облыстары және Ресейдің Түмен, Омбы облыстары жерімен ағады. Бастауын Сарыарқадағы Нияз тауы етегінен алып (560 м биіктіктен), Ертіс өзеніне сол жағынан құяды. Есіл өзені су шаруашылығы алабының жалпы ауданы 237 226 км^2, оның ішінде Ақмола облысы - 122 100,8 км^2, Қарағанды облысы – 11 520,9 км^2, Қостанай облысы – 5611,3 км^2, Солтүстік Қазақстан облысы – 97 993 км^2. Есіл өзені Қазақстан аумағында 50º38'05" с.е. 73º11'41" ш.б және 55º23'15" с.е. 69º21'46" ш.б. координаталар бойынша ағып өтеді. Өзеннің ұзындығы 2450 км, су жинау алабының ауданы -177 000 км^2, оның ішінде белсенді алабының ауданы - 141 000 км^2. Өзеннің бастауынан сағасына дейінгі құлау еңістігі 513 м, әр 1 км-дегі еңістігі 21 см. Ақмола облысындағы алаптың орташа биіктігі 350 м, Астана қаласына дейін 460 м, Астана қаласынан төменгі ағысында жазықтыққа ұласады. Өзен негізінен қар суымен (80%-дайы) қоректенеді. Көктемде су деңгейі көтеріліп (ең жоғарғы деңгейі сәуірдің үшінші онкүндігінде байқалады), су басу болып тұрады. Шілденің ортасында су деңгейі төмендеп, үшінші онкүндігінің басында сабасына түседі. Есіл өзені алабының физикалық-географиялық және бекеттердің орналасу картасы сурет 1-де берілді.

Өзеннің негізгі салалары - Қалқұтан, Жабай, Терісаққан, Аққанбұрлық, Төменгі Бұрлық. Өзен аңғары жоғарғы ағысында тар және иректі орта есеппен 10-25 км дейін кеңейеді.

Қалқұтан өзені. Су жинау алабы 17 400 км^2, ұзындығы 233 км, су жинау алабының биіктігі 360 м, өзен желісінің жиілігі 0,10 км /км^2. Бастаудан сағаға дейін 83 м, орташа еңістігі 37 см/км. Негізгі өзендері оң жағалаудан, Көкшетау қыратынан ағатын Талқара (су жинау алабы 2300 км^2, ұзындығы 48 км), Бақсық (су жинау алабы 4830 км^2, ұзындығы 171 км), Аршалы (су жинау алабы 4160 км^2, ұзындығы 174 км).

Өзеннің бастауы тегіс жазықтықтан басталып, Есілге екі жеңмен құйылады. Су жинау алабы асимметриялы, оның тек оң жақ бөлігі дамыған. Оң жағалаудың жер бедері тілімделген, өзен салаларының жоғарғы ағысы ұсақ шоқылы.

Топырағы қара топырақты, оның 2% сортаңдалған. Өсімдіктері далалы. Өзен аңғарының жоғарғы ағысында белгісіз, оның орташа беткейлері тік, биіктігі 4-6 м. Жайылма екі жақты, оның ағыс бойымен төмен қарай ені 0,3-0,4-тен 4-5 км дейін артады, Бақсық пен Аршалы суайрықтары арасындағы ауданда оң жағалауда барлық өзен аралықтары су астында қалады.



Сурет 1 - Есіл өзені алабының физикалық-географиялық және гидрологиялық картасы

Арнаның иректілігі орташа. Оның көтерілу кезіндегі ені жоғарыдан төменге қарай 2-5-тен 10,5 м-ге дейін артады. Арнаның табаны құмды немесе құмды-тас тәрізді, ағынды жерлерде сазды.

Негізгі ағынсулардың төменгі ағысының орташа жылдық су өтімі 3,71 $м^3/с$, ең жоғарғы су өтімі 200 $м^3/с$ жақындайды.

Су тасу кезінде су деңгейі 4-5 м дейін көтеріледі. Су тасудың ұзаққа созылған төмендеуі кейде маусым айының ортасына дейін сипатталады.

Жабай өзені. Су жинау алабы 8800 км^2, ұзындығы 196 км, орташа биіктігі - 364 м, өзен желісінің тығыздығы - 0,11 км/км^2. Бастаудан сағаға құлау еңістігі 233 м, орташа еңістігі айтарлықтай мәнде - 1,2 ‰. Негізгі салалары Сарқырама немесе Сарымсақты (ауданы 1500 км^2, ұзындығы 79 км), Ащылы (ауданы 1060 км^2, ұзындығы 58 км), Жыланды (Керегетас) (ауданы 3650 км^2, ұзындығы 140 км).

Жабай Көкшетау қыратының оңтүстік беткейіндегі бұлақтан басталады. Су жинау алабының жоғарғы бөлігі төбелі, төменгі жағы жазықты. Топырағы сазды, беткейлерінде орман өсімдіктері бар. Тұщы көлдер көп.

Өзен аңғары жақсы дамыған, ағыс бойымен төмен қарай оның ені 1,2-1,8-ден 3,0-3,6 км-ге дейін ұлғаяды, ал баурайлардың биіктігі 50-ден 9-14 м дейін азаяды. Оның беті тегіс, топырағы сазды, шабындық өсімдіктер кеңінен таралған.

Арна әлсіз тарамдалған, ені 10-50 м, бірақ төменгі бөлігінің ені - тек бірнеше метр. Сағадағы орташа жылдық су өтімі 8,04 м^3/с, ең жоғарғы су өтімі 1000 м^3/с аспауы мүмкін.

Жоғарғы ағысында өзен жыл сайын құрғайды, ал қыс мезгілінде мұз қатады. Қыста ең үлкен мұз қалыңдығы орта есеппен 120-140 см, ал кейде 160-180 см дейін жетеді.

Терісаққан өзені. Су жинау алабының ауданы 19500 км^2, өзен ұзындығы 334 км, су жинау алабының орташа биіктігі 350 м, өзен желісінің тығыздығы 0,15 км/км^2. Өзеннің құрғақ арнасы Ұлытау тауларында 640 м биіктікте басталады. Қатты аналық жыныстар саздақпен, құмдақпен, қиыршық тастармен көмкерілген. Өсімдіктері далалы және жартылай шөлейтті, өзен алаптарында бұталы. Су жинау алабының шамамен 7% ағынсыз кеңістік - 1300 км^2, көл айдынының жалпы ауданы 117 км^2. Су тасқыны кезінде су деңгейінің көтерілуі 6,5 м жетеді.

Аққанбұрлық өзені. Жақсы-Жанғызтау көлінің батыс жағалауынан бастау алып, Есіл өзеніне сағасынан 1280 км қашықтықта оң жағынан құяды. Ұзындығы 176 км, су жинау алабының ауданы 6720 км^2, оның ішінде ағынсыз ауданы 731 км^2, өзеннің жалпы құлауы 188 м, орташа еңістігі 1‰. Су жинау алабы асимметриялы: сол жақ жағалауға қарағанда оң жақ жағалаудың ауданы 2 есе үлкен және төбелі, әлсіз жазықты болып келеді. Аңғар ені 0,1-ден 1,5 км дейін ауытқиды.

Өзен алабында биік, құрғақ, бұталар өскен, оның ені 150-200 м. Жағалаулар барлық ұзындықта биік және тік, олар 4-5 ден 0,2-0,5 м аралығын құрайды.

Көктемгі су тасқыны әдетте сәуірдің екінші жартысында өтеді. Су тасуының ұзақтығы 40-50 күнге дейін, төменгі ағысында деңгей тербелісінің ең үлкен амплитудасы 8-9 м, орташа 3-5 м, ең азы 1,5-2 м. Қыста өзен түбіне дейін қатады, мұздан ашылу ұзақтығы 5-8 күнді құрайды.

Ақмола облысы аумағының едәуір бөлігі жазықты болып келеді, жер бедері Қазақстан даласына тән су жинауға, көлдердің пайда болуына қолайлы жағдай жасайды. Көлдердің көп бөлігін өзендер мен уақытша ағынсулар құрайды. Бұл көлдер категориясына облыстың ірі көлдері және Солтүстік

Қазақстанды алып жатқан Теңіз (ауданы 1590 км^2) және Қорғалжың (330 км^2) көлдері кіреді.Ұсақ көлдердің көп бөлігі өзендер жайылмасында кездеседі. Бұл су қоймаларын еріген қар сулары және көктемгі су тасқындары құрайды. Ақмола облысының көлдерінің ерекшелігі тұйық сулар. Қарастырылып отырған аумақта шамамен 400 көл бар, оның 90 % көлемі 1 км^3 [31, 32]

Қарастырылып отырған Есіл өзенінің ағындысы шаруашылықтың түрлі салаларында кеңінен пайдаланылады. Өзен алабындағы елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындарды сумен қамтамасыз ету үшін Қазақстан шегінде кесте 3-те көрсетілгендей Есіл өзенінде көпжылдық, маусымдық және уақытша реттеу типіндегі 45 су қойма салынған, көлемі 100 млн м^3 асатын 3 кешенді бағыттағы, көлемі 10 млн м^3 асатын 6 және сыйымдылығы 1-ден 10 млн м^3 дейінгі 36 нысан бар. Соның ішінде көпжылдық ағындыны реттейтін – Астана және Сергеев бөгендерін, сондай-ақ маусымдық ағындыны реттейтін Есіл және Петропавл бөгендерін айтуға болады. Жоба бойынша кешенді және арнайы мақсаттағы су қоймаларының жалпы сыйымдылығы 1583,52 млн. м^3, жалпы пайдалы көлемі 1446,36 млн м^3 құрайды. Суқоймалардың су айдынының ауданы 311,95 км^2 құрайды. Жұмыс істейтін су қоймалар туралы мәлімет кесте 3-те көрсетілген.

Кесте 3 - Есіл өзені алабында орналасқан (жұмыс істейтін) су қоймалары туралы мәліметтер [31, б.363]

№	Су қойма	Суағар немесе суқойманың орналасқан аймағы	Пайдалануға берілген жыл	Жоба бойынша сыйымдылығы, млн м^3		Айдын ауданы, км^2		Ағындыны реттеу түрі
				Толық	пайдалы	ҚТД кезінде	ӨКД кезінде	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Ақмола облысы						
1	Есіл	Есіл ө.	1958	9,2	8.2	2,3	-	Маусымдық
2	Вячеславское (Астана)	Есіл ө.	1971	410,9	375,4	60,9	9,94	Көпжылдық
3	Селеті	Селеті ө.	1966	230,0	220,0	36,3	2,1	Көпжылдық
4	Шағалалы	Шағалалы ө.	1970	28	27,2	9,7	4,13	Көпжылдық
5	Анаркөл	Анаркөл к.	1946	3,48	2,8	4,05	3,02	Көпжылдық
6	Қараадыр	Талдысай ө.	1948	2,64	2,26	1,7	0,15	Маусымдық
7	Бөгембай	Бөгембай ө.	1955	4,5	3.82	1,46	0,2	Көпжылдық
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Бірсуат	Ақтасты ө.	1960	34,0	32,5	11,0	0,12	Маусымдық
9	Дамсы	Дамсы ө.	1962	1,51	0,8	1,03	0,13	Маусымдық
10	Ащылы-Айрық	Ащылы-Айрық ө.	1963	3,71	3,04	1,3	0,5	Маусымдық
11	Ждановское	Дамсы ө.	1963	1,02	0,52	0,34	0,25	Маусымдық
12	Основное	Дамсы ө.	1967	7,5	4,0	3,0	0,14	Көпжылдық
13	Жыланды-2	Жыланды ө.	1971	1,51	1,33	0,6	0,14	Маусымдық
14	Қарабұлақ	Ақсу ө.	1974	12,34	11,89	5,50	0,45	Маусымдық
15	Прохоровское	Қайрақты ө.	1974	4,98	4,52	2,67	0,46	Маусымдық
16	Губернаторское	Балка Безымянная	1975	3,48	3,42	1,59	0,35	Маусымдық
17	Ушаковское	Көшубай ө.	1975	2,17	2,10	1,37	0,03	Көпжылдық

3 - кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Мат	Мат ө.	1976	1,45	0,35	0,90	0,18	Көпжылдық
19	Асықсай	Асықсай ө.	1977	1,47	1,41	0,84	0,10	Көпжылдық
20	Осычки	Осычки	1977	1,0	0,90	0,52	0,06	Көпжылдық
21	Урюпинское	Степная ө.	1978	10,82	10,7	3,06	2,15	Көпжылдық
22	Тасмола	Тасмола ө.	1978	3,68	3,61	2,04	0,0)	Көпжылдық
23	Точим	Лог Точим	1978	1,57	1,54	0,64	0,05	Көпжылдық
24	Донец	Донец ө.	1979	2,04	2,01	1,15	0,08	Көпжылдық
25	Сарықамыс	Лог Сарықамыс	1980	2,17	2,13	0,6	0,04	Көпжылдық
26	Кенетай	Шортанды ө.	1980	16,41	10,0	5,22	1,66	Көпжылдық
27	Дальнее	Қалқұтан саласы	1981	1,19	1,17	0,88	0,02	Көпжылдық
28	Ақсуат	Ақсуат ө.	1982	3,41	3,24	1,82	0,03	Маусымдық
29	Зимбұлақ	Зимбұлақ ө.	1982	2,25	2,16	0,65	0,05	Көпжылдық
30	Қызылсай	Лог Қызылсай	1983	1,13	1,1	0,51	0,02	Маусымдық
31	Ерголь	Жолболды ө.	1983	8,65	7,74	2,73	0,49	Маусымдық
32	Ақжар	Ақжар ө.	1984	1,62	1,58	0,66	0,04	Маусымдық
33	Совет	Қалқұтан саласы	1986	2,04	2,02	0,76	0,11	Көпжылдық
34	Первомайск	Лог Сарықамыс	1988	3,0	2,59	0,9	0,02	Көпжылдық
35	Жоғарғы	Шортанбай ө.	1988	9,95	6,69	6,5	2,64	Көпжылдық
36	Қоянды	Қоянды ө.	1989	5,79	5,16	1,78	0,04	Көпжылдық
37	Төменгі	Шортанбай ө.	1989	2,76	1,88	1,75	0,89	Маусымдық
38	Қарасу	Қарасу ө.	1990	9,97	7,34	2,32	0,83	Көпжылдық
39	Петровск	Безымянный ө.	1991	2,8	2,33	1,53	0,50	Көпжылдық
40	Красноозерное	Жыланды ө.	1993	3,05	2,44	1,01	0,24	Маусымдық
41	Бел-ағаш	Жаман Қайрақты ө.	1962	2,24	2,14	1,67	0,07	Көпжылдық
42	Свободное	Соленая Балка ө.	1988	1,66	1,33	0,48	0,02	Маусымдық
Солтүстік Қазақстан облысы								
43	Сергеев	Есіл ө.	1969	693	635	116,7	19,2	Көпжылдық
44	Петропавл	Есіл ө.	1973	19,2	16,1	9,7	3,7	Маусымдық
45	Шарық	Шарық ө.	1987	8,26	7,9	2,12	1,14	Көпжылдық

Сонымен қатар, су ресурстарын аймақтық үлестіру бойынша Қазақстанның ең ірі жетістіктерінің бірі 1974 жылы пайдалануға берілген Қ. Сәтбаев атындағы Ертіс-Қарағанды каналы болып табылады. Бірқатар негізгі параметрлері мен өндірістік көрсеткіштері бойынша каналдың құрылыстары әлемдік тәжірибеде бірегей болып табылады. Каналдың ұзындығы 458 км, суды өткізу қабілеті 75 $м^3/с$, суды көтерудің геодезиялық биіктігі 416 м. Канал Екібастұз және Қарағанды-Теміртау өнеркәсіптік аудандарының негізгі су көзі болып табылады, ал 2001 жылдан бастап Астана қаласын қосымша сумен амтамасыз ету үшін пайдаланылып келеді [33]. Қазіргі уақытта іске асыру сатысында екі инвестициялық жоба бар: біріншісі, Қаныш Сәтбаев атындағы Ертіс-Қарағанды каналынан жылына 62,1 $м^3$ көлемінде Астана су қоймасын толтыру; екіншісі, Нұра ЖАСК есебінен жылына 14,1 млн $м^3$ көлемінде жерасты көздерінен резервтік сумен қамтамасыз ету болып табылады [34, 35].

Топырақ жамылғысы оңтүстік қара топырақ пен лесс тәріздес саздың үстіне түзілген күңгірт қызыл-қоңыр топырақтан, бозды, бетегелі шөптесін өсімдіктерден тұрады. Қарабас пен қылтықсыз арпабас, ашық жасыл шатыр гүлді сәбізшөп және басқа гүлдер өседі. Өзен аңғарларындағы аллювийлі сор мен сортаң топырақта сор шөп, ылғалды шөптесін аралас қалың қамыс кездеседі. Орманды жерлер Қостанай мен Солтүстік Қазақстан облыстарында таралған. Онда ауданы кішілеу, далалық орман типі басым, онда қайың мен көктерек кездеседі.

Солтүстік Қазақ жазығы республиканың егіншілік дамыған аймақтарына жатады. Оның бірқатар жері тың және тыңайған жерлерді игеру кезеңінде игерілген. Бірақ даланың сусыз өлкесі үнемі мол өнім бере бермейді. Орманды даладан басқа жерінде ылғал аз. Жылдық ылғалдың тапшылығы, топырақтың желдің әсерімен құрғауы, шаңды борандар жел эрозиясын туғызуда. Бұл – ауданның жер байлығын сақтау үшін белгілі шаралар қолданудың қажеттігін меңзейді.

Сарыарқа жері дала, шөлейт және шөл зоналарына кіреді. Көкшетау, Атбасар өңірінде, Есіл өзенінің бойында қара топыраққа тән өсімдік жамылғылары қалыптасқан. Ол жерлер егіндік алқапқа пайдаланады. Даланың аласа таулары мен ұсақ шоқыларында қарағай, қайың ормандары өседі [24, б.391-396].

1.3 Зерттеу аймағының су басу тарихына шолу жасау

XXI ғасырдың басы Қазақстанда жыл сайын дерлік болып жатқан, халыққа, республиканың экономикасы мен экологиясына үлкен материалдық залал келтіретін апатты су басулардың тұтас сипатымен белгіленгенін, осы тұрғыдан алғанда Қазақстанның солтүстігінде қауіптілігі жоғары су басулар Есіл өзені мен оның салаларына тән екені Р.И. Гальперин еңбегінде келтірілген [36].

Алаптағы су басулар жөніндегі ақпараттар гидрометеорологиялық мерзімді басылымдардан, мұрағаттық мәліметтерден, электронды ресурстардан, ғылыми мақалалардан және басқа да әдебиет көздерінен алынды. Есіл өзені алабындағы су басулар жөніндегі ақпараттар мен мәліметтерді жинақтай келе су басу жағдайы үш кезеңге бөліп қарастырылды: XIX, XX және XXI ғғ.

Зерттеу ауданындағы XIX ғасырдың су басу көрінісін талдауда [37, 38] қолда бар тарихи деректер пайдаланылды. 1800-1900 жж. аралығында су басу 1824, 1841, 1854, 1856, 1860, 1886, 1889, 1896 жылдары байқалған. Су басудың 100%-ға жуығы көктемнің наурыз-сәуір айларына тән. Негізгі пайда болу себептері әртүрлі: өзеннің жайылмаға шығуы, жауын-шашынның мол түсуі, қардың қарқынды еруі.

1820-1850 жж. аралығында байқалған су басу Петропавл қаласы, Ақмола облыстарында болған. Салдары: Петропавл қаласында 800 үйдің 700-і су астында қалса, Ақмола облысында болған су басу үш күнге ұласқан. Өзен жағасына жақын бекіністер, 2-ші Батыс Сібір желілік батальонының сарбаздары салған уақытша қазба жұмыстары су астында қалды. Су басудың салдарынан болған залал көлемі айтарлықтай үлкен болды және күрделі қалпына келтіру жұмыстарын қажет етті.

1850-1860 жж. аралығында су басу жиі байқалғандығын көруге болады. Пайда болу себебі қар қорының мол болып, оның қардың қарқынды еруімен байланысты. Ақмола және Петропавл қалалары су астында қалған.

Жоғарыда айтылған су басу даталарымен салыстырғанда су басу деңгейі 1886, 1896 жж. едәуір жоғары болған. Ақмола және Атбасар қалаларында су басу 1896 жылы сәуір айында 2 рет байқалған. Су басудың салдарынан ауылдарды су басып, көптеген үйлер бұзылған және бөгеттердің қирауына, диірмендердің жуып шайылуына әкелген. Қала іргесіндегі үйлердің басым бөлігін су басқан (35-

36 см). Көптеген үйлерде пештерді су шайып, қоршауларды су алып кеткен, бірақ адамдардың қаза болуы орын алмаған. Елді-мекендерді су басқан, көптеген үйлер зардап шеккен.

Бұл әрине тарихи толық мәлімет деп айтуға келмейді, қолда бар деректердің жеткіліксіздігіне байланысты кейбір жылдардағы су басудың пайда болу себептері анықталмады. Алайда, сол кезеңдердегі табиғи құбылыстарға шолу жасасақ, қар қорының мол болуы және қардың қарқынды еруі жайлы мәліметтер кездеседі. Сондықтан, су басудың пайда болу себебінің басым бөлігі көктемгі қар еруінің нәтижесінде пайда болды деген тұжырым жасауға болады.

«Ресурсы поверхностных вод районов целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская область. Казахской ССР» мәліметі бойынша Солтүстік Қазақстанда Есіл өзенінде жоғары су басу кезінде су деңгейінің көтерілуі тиісінше 5,5-6,0 және 8,5-9,0 м-ге дейін жүреді. Жоғары су басулар кезінде су деңгейі мен су өтімі жылдам көтеріледі. Мәселен, Ақмола облысының орташа және үлкен өзендерінде су деңгейінің ең жоғары тәуліктік көтерілуі 1,0-1,5 м құраған, суы мол жылдары ол 2,5-3,0 және тіпті 3,3-3,7 м жеткен.

XX ғасырдың су басу кезеңдерін талдау барысында мынадай деректер анықталды: Н.В. Антончев зерттеуі бойынша 1900-1920 жж. аралығында 5 рет су басу байқалған және көрініс беру даталары сәуір-мамыр айларына сәйкес келген. Оның 4-і, (1902, 1908, 1911, 1913) Есіл өзенінің көктемгі су тасуынан пайда болса, 1-уі (1912) су тасқынының нәтижесінде пайда болған. Салдары: көптеген крестьян және қазақ ауылдары су астында қалған. Оған дәлел ретінде, мәселен, 1912 жылы 5 сәуірде су тасқынының нәтижесінде болған су басудан Атбасар уездінде 30 крестьян ауылдары мен 48 қазақ ауылдары, Ақмола уездінде бір крестьян қыстағы зардап шеккендігін келтіруге болады. 1913 жылы 2-мамырда Есіл өзенінің жайылмаға шығуынан тек Есіл өзенінің төменгі жағалауының бір бөлігін ғана шайып өткен.

1930 жылдардан бастап Есіл өзені алабында ағынды мәліметтеріне қоса, ең жоғары ағынды мәліметтері бақылана басталды. Алайда, 1930-шы жылдары жоғары су басулар болмаған. [39, 40] зерттеулері бойынша 1940-1960 жж. аралығында, атап айтқанда 1940, 1942 және 1948 жылдары ең жоғары су деңгейлері тіркелген. «1942 жылы судың ең жоғары деңгейі барлық жерде дерлік жоғары болды, олардың қайталануы сирек, Есіл алабында – 10 жылда бір рет. Бұл жылдары қардағы су қорының мол болуы жоғары су тасулардың орын алуына ең басты себеп болды. 1948 ж. H_{max} барлық жерде жоғары: Есілде – P=2-3%. Астана қаласы тұстамасы бойынша $H_{қауіпті}$ мәннен асып кетуі шамамен екі жылда 1 рет болады, бұл ретте кезеңнің 1-3 күндік ұзақтығы басым, бірақ осы жылы ол 10 күнді құрады. Оның қалыптасуына сұйық жауын-шашын маңызды рөл атқарды».

1970-1980 жж. нақты су басу даталары белгісіз, қалыптасу жағдайы су деңгейінің шекті шамадан көтерілуінен пайда болған су басулар орын алды. Есіл алабындағы мұндай су басулар 1970, 1971 жж. көрініс тапқан. 1972 жылы Орталық Қазақстанда және Есіл алабында су тасудың үлкен көлемі күзгі топырақтың ылғалдылығының жоғары болуына әсер етті. Есілдің жоғары бөлігінде су тасудың қалыптасуына қар еру кезеңінде жауын-шашынның рөлі

зор, сәуірдің екінші онкүндігінде жауын-шашын нормадан сегіз есе асып түсті.

1980-1990 жж. су деңгейінің көтерілуінен болған су басу Есіл өзені алабының бірнеше тұрғылықты мекендеріне, облыстарына орасан зор нұқсан келтірілген. Оған дәлел ретінде, суы мол жыл ретінде тіркелген 1988 жылды нақты айтуға болады. Бұл жөнінде Р.И. Гальпериннің [37, б.134-136] ғылыми еңбегінде төмендегідей мәлімет берілген: Ең жоғары су деңгейлері Аққанбұрлық өзенінің Григорьевка, Привольное тұстамаларында тіркелген. Су тасудың нәтижесінде су басу аймағына Ақмола, Қарағанды, Көкшетау, Қостанай, Орал, Ақтөбе, Торғай облыстарының елді мекендері кірді, бірақ Ақмола облысына ең көп залал келді: кенттер су астында қалды, республикалық және жергілікті маңызы бар көлік жолдары шайылып кетті, көпірлер, байланыс желілері зардап шекті, Заречный ауылы жанындағы бөгеттің бір бөлігі шайылып кетті.

Бұл кезеңде Есіл өзені мен салаларында ең жоғары су деңгейлері 1986, 1987 жылдары да тіркелген және су тасу көлемі 5-15% көрсеткен.

Қазақстан өзендерінде шамамен 50-100 жылда 1 рет апатты су басулар орын алып тұрады. Бұл жағдай Қазақстандық ғалымдар П.А. Плеханов [40, б.78], Р.И. Гальперин [37, б.135] мағлұматтары бойынша XX ғасырдың соңғы он жылдығында байқалған апатты су басу 1993 жылы көктемде болған. Есіл, Қалқұтан, Жабай өзендерінде ең жоғары су деңгейлері шекті шамадан асып түскен. Солтүстік Қазақстан облысы аймағы бөлігіндегі Есіл өзенінде су басудың биіктігі 8 м астам болған. Қар қорының шектен тыс көп жиналуына, бір мезгілде нөсерлі жауын-шашынның түсуі мен күннің айтарлықтай күрт жылынуына байланысты республиканың барлық жазықтық өзендерінде жаңбырлы су тасқындары пайда болды. Нақты өзендер бойынша қамтамасыздығы әр түрлі жоғары су тасқындары кезінде су ағындарына іргелес аумақтардың су ақтарылу шекаралары мен су басу алаңдары анықталмаған. 1993 жылғы бағалау бойынша Қазақстандағы су басудан келген тікелей шығын 500-600 млн. АҚШ долларын құраған, 12,5 мыңнан астам адам эвакуацияланған. Мұндай жағдай ең жоғары төтенше жағдайлар санатына жататыны анық.

1995 жылы Есіл өзенінде және оның салаларында (Қалқұтан, Жабай, Терісаққан, Аққанбұрлық және т.б.) су деңгейі қауіпті белгілерден жоғары көтерілді, алайда бұл аумақта қысқа мерзімді су басуға байланысты елеулі залал келтірмеді.

XIX ғ. байқалған су басулар Есіл, Жабай, Қалқұтан, Аққанбұрлұқ өзендер алаптарында жиі болған және байқалған даталары көктем айының сәуір-мамыр айларына сәйкес келеді. Пайда болу себептерінің басым бөлігін көктемгі қар еру, жауын-шашын және су деңгейлерінің көтерілуінен деп айтуға болады.

Есіл өзені алабындағы XXI ғасырда орын алған апатты су басулардың көрініс беруі төменде берілді.

Еліміздің астанасы 1997 жылы Астана қаласы болып өзгертіліп ондағы халық санының өсуіне, қала маңында косалқы шаруашылықтардың дамуына, жерлердің игерілуіне байланысты, ауданның су басу қаупі арта түсті. Халық санының тез өсуі, өзендердің су қорғау аймақтарында нысандардың дамуы су басу қаупін едәуір арттырды, әлеуметтік шиеленіске және экономикалық шығындарға әкелді. Мысалы, 2014 жылы Ақмола облысындағы көктемгі су

басудан келген шығын 10 млрд. теңгеден астам болса [41], 2015 жылы 8-9 млрд. теңгені құраған.

Қазіргі замандағы апатты су басу деректерінің өткен ғасырларға қарағанда жеткілікті болуы, қауіпті гидрологиялық құбылысты егжей-тегжейлі талдауға мүмкіндік берді.

2000 жылдан бері қарай үлкенді-кішілі дәрежеде су басулар 12 рет байқалған. Су басу даталары көктем айының сәуір-мамыр айларында байқалған. Сондай-ақ, 1 жылда бірнеше мекенді су басу байқалған даталар да кездеседі. Су басудың пайда болуының басым бөлігі Қалқұтан, Жабай, Есіл өзендерінде су деңгейлерінің қауіпті шамаға дейін көтерілуінен болғандығы анықталды [42]. Оның ішінде сирек қайталанатын, орасан материалдық шығын әкелген апатты су басу 2014 ж. орын алды.

2007 жылы сәуір айында Қалқұтан өзенінің су деңгейі 690 см жетсе, Жабай өзенінде 808 см-ге дейін көтерілген. Нәтижесінде Қалқұтан ауылы мен Атбасар қаласы және өзен жағалауында орналасқан шаруашылық нысандар су астында қалды. Есіл өзенінің Петропавл қаласы тұсында да су деңгейінің қауіпті шамаға дейін көтерілуінен жергілікті елді мекендер су астында қалды [43]. Ал 2009 жылғы Петропавл қаласы тұсында су деңгейінің көтерілуінен қалыптасуынан төмен су басу орын алғандықтан, елді мекендер мен шаруашылық нысандарға айтарлықтай шығын келтірмеген [44].

2011 ж.12-13 сәуірде және 2016 ж. 7-9 сәуірде болған су басулар бөгеттер мен дамбалардың жарылуы кезінде су деңгейінің күрт көтерілуінен орын алған [45, 46]. 2011 жылы Жабай өзеніндегі Айдабол бөгетінің жарылуынан пайда болған су басу салдарынан Ақмола облысында 70 аула, Атбасар қаласында Балхашино ауылының сырт маңында орналасқан үйлер су астында қалды. Екінші су басу Атбасар тұстамасындағы Жабай өзені мен Қалқұтан тұстамасындағы Қалқұтан өзендерінде байқалған. Ауыл жолдары мен үйлері, қаладағы үйлердің бір бөлігі су астында қалып, адамдар қауіпсіз аймақтарға көшірілген.

2014 жылғы апатты су басу орын алды, қалыптасу себебі сәуір айынан мамыр айына дейін (8, 9, 11, 28 сәуір, 4 мамыр) ұласқан су тасу бірнеше өзен жүйелерінде байқалып, алап маңында орналасқан тұрғылықты елді мекендердің су астында қалуына және адамдардың қауіпсіз аймақтарға көшірілуіне әкеліп соқтырды. 2014 жылы Ақмола облысы аймағында Есіл өзеніндегі су тасудың биіктігі 3,4-7,3 м, Солтүстік Қазақстан облысында - 9-11 м, Қалқұтан, Селеті өзендерінде – 4,1-4,7 м, Жабай өзенінде – 5,1-6,2 м құраған [15, б. 23-30].

Су басудың пайда болуы Есіл алабының Жабай, Қалқұтан, Селеті, Шағалалы өзендерінде топырақ ылғалдылығы орташа шамадан бір жарым есеге көтеріліп, ал қар қорының 15-20% артып, сондай-ақ ауа температурасының Қазақстанның барлық өңірлерінде жоғары болып, Ақмола және Солтүстік Қазақстан облыстарында сәуір айында жауын-шашынның қарқынды болуымен түсіндіріледі. Мысалы, 2014 жылы 8 сәуірде Атбасар қаласында болған су басу ауа температурасының жоғарылауынан ағындының көп бөлігі еріген қар суынан қалыптасып, су өткізгіш каналдар суды жіберіп үлгермеуі нәтижесінде пайда болған. Салдары: Атбасар қаласында 103 үй су астында қалып, 79 адам қауіпсіз жерге көшірілді.

Сәуірдің 9, 11, 28 және 4 мамырда болған су басулар жоғарыда аталған факторларға байланысты су деңгейінің көтерілуі нәтижесінде Заречный ауылы, Жабай өзенінің бойында, Атбасар қаласының батыс бөлігі мен Петропавл қаласы тұстарында орын алған. Ең жоғары су деңгейі бұл жылы 4 мамырда Петропавл қаласы тұсында 1094 см жеткен. Алайда, осы жылдың сәуір айының аяғында Покровка, Долматов, Новоникольское ауылдары маңында демалыс орындарының, Челябинск-Новосибирск көлік жолдарының 528 км дейін су астында қалуы, Есіл өзеніне Сергеев су қоймасынан жіберілетін су өтімінің 1540 $м^3/с$ дейін артуы нәтижесінде байқалған [47]. Аталған жылғы апатты гидрологиялық құбылыс өте үлкен көлемді экономикалық шығын әкелді.

Қардың қарқынды еруі нәтижесінде пайда болған су басудың көрініс беруі 2015 [48] және 2017 [49] жылдары байқалды. 2015 жылы су басу Жабай өзенінің Атбасар қаласы тұсында, Қалқұтан, Новоникольское, Долматов ауылдары мен Петропавл қаласында болды. 18 үй, шаруашылық ғимараттар мен көкөніс бақшалары, сонымен қоса мемлекеттік маңызы бар Челябинск-Новосибирск көлік жолдарын су басты.

2017 жылы Солтүстік Қазақстан облысында су басу кезеңінде Есіл өзенінде су деңгейі максимум шекті шамадан асып кетті. Мәселен, Петропавл қаласының ауданында су деңгейінің тарихи максимумы 0,7 м-ден асты, бұған дейін Есіл өзеніндегі судың ең жоғары деңгейі 1994 жылдың көктемінде байқалған болатын. 16 сәуірде Ақмола облысының Атбасар ауданындағы Жабай өзенінде су тасқынынан қорғану дамбалары бұзылып, 269 тұрғын үй су астында қалды (ТЖ деректері бойынша). Атбасар қаласы ауданындағы Жабай өзенінде 17 сәуірде су деңгейі тарихи максимумнан асып түсті. 16 сәуірде Ақмола облысының Атбасар ауданындағы Жабай өзенінде тасқын сулармен қорғаныс бөгеті бұзылып, 269 тұрғын үй су астында қалды (ТЖ деректері бойынша). Атбасар қаласы ауданындағы Жабай өзенінде 17 сәуірде су деңгейі тарихи максимумнан асып түсті [49, б.168-179].

2018, 2019 жылдары да төмен су басулар көрініс берген. 2018 жылғы дерек бойынша 14 сәуірде Жабай өзені - Атбасар қ. бекетінде су деңгейі 687 см жетіп, 0,4 м шекті шамадан асқан, сондай ақ Сергеев бөгенінің төменгі тұстамалары Покровка, Новоникольское, Долматов бекеттерінде судың жайылмадан шығуы байқалған. Қызылжар ауданындағы Новоникольское ауылы аймағындағы Есіл өзеніндегі көпір су астында қалса, ал 25 сәуірде Петропавл қаласында «Челябинск-Новосибирск» көлік жолдары су астында қалған және сол аймақтың 123 саяжайын су басқан. Тұрғындардың жоқ болуы себепті көшіру жұмыстары жүргізілмеген. 2019 жылы да Жабай және Қалқұтан өзендерінде сәуірдің алғашқы онкүндігінде су деңгейі қауіпті шамадан асып (650 см, 618 см), бақшалар мен шаруашылық құрылыстар және ауылды аймақтан Жалтыр-Атбасар көлік жолына дейін су астында қалған [50, 51].

2020 жылғы гидрологиялық апатты құбылыстар жөніндегі дереккөзге сүйенсек [52], сәуір айының бірінші онкүндігінде Есіл өзенінің Түрген бекетінде су деңгейінің қауіпті шамадан асуы тіркелгенімен су басу болмаған, ал Қалқұтан бекеті мен Жабай өзенінің Атбасар бекетінде қауіпті шамадан асқан. Сәуірдің екінші онкүндігінде Сергеев бөгеніне шамадан тыс өзен суының құйылуына

байланысты Есіл өзенінің төменгі ағысында су деңгейі көтеріліп, Покровка , Петропавл бекеттерінде су деңгейі шекті шамадан асқан. Нәтижесінде Покровка, Заречный ауылдары және Петропавл қаласы маңында судың жайылмаға шығуы анықталған. 17 сәуірде халықаралық маңызы бар Челябинск-Новосибирск автожолының 528 км учаскесіндегі тас жолына судың жайылуы байқалған, 2300 саяжай құрылыстарын су басқан.

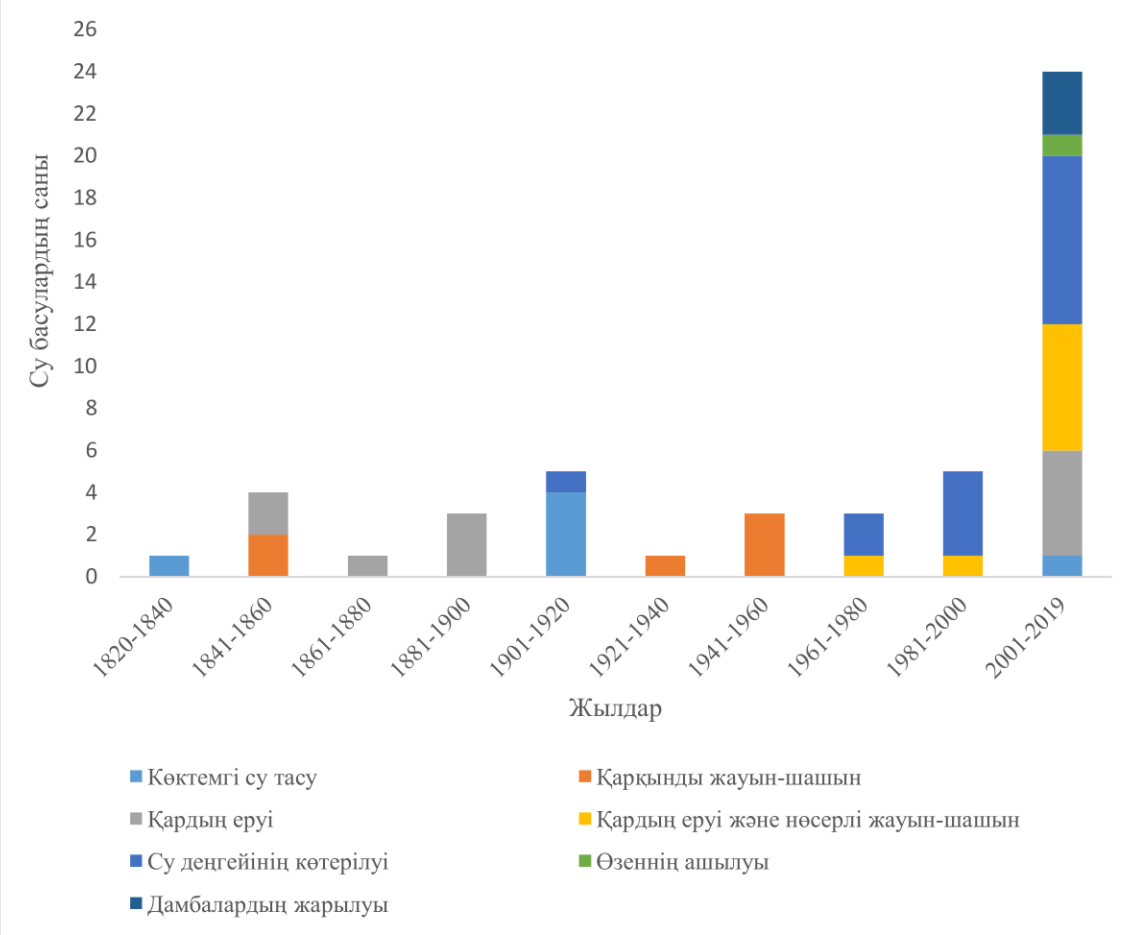
XX ғасырдағы су басулардың қайталану жиілігі өткен ғасырлармен салыстырғанда жоғары. Көктемде қардың еруі, қарқынды жауын-шашын, өзеннің ашылуы, сонымен қатар бөгеттер мен дамбалардың жарылуы әсерінен су деңгейінің күрт көтерілуінен пайда болғандығын ескере отырып, су басулардың көп болуы қазіргі таңдағы климаттық өзгерістер және антропогендік іс-әрекеттің әсерінен деп тұжырым жасауға болады, сонымен қатар мәліметтердің жеткілікті болуы да назардан сырт қалмау керек [53].

1.4 Есіл алабындағы су басуды қалыптастырушы негізгі факторларды бағалау

Есіл алабы бойынша су басу кезеңдеріне шолу деректеріне сәйкес, XIX ғасырдың 20 жж. бастап, Есіл өзені алабындағы су басу жөніндегі мәліметтерді талдау барысында, су басулардың қалыптасуын айқындайтын басты факторларды анықтауға талпыныс жасалды. Су басуды қалыптастырушы факторлардың рөлін бағалау су басудың масштабын анықтауға және оның алдын алу және зиянды салдарын төмендетуге бағытталған шараларды жүзеге асыруға, гидротехникалық имараттарды жобалауға және аймақтық экономика салаларын дамытуды жоспарлауда т.б. аса қажет.

Су басуды қалыптастырушы факторларды жіктеуге бағытталған зерттеу жұмыстарын талдау нәтижесі оның қалыптасу жағдайының көп факторлылығын, су басу аудандарындағы әр түрлі табиғи-климаттық жағдай мен антропогендік факторлардың да әсері бар екендігін анықтауға мүмкіндік берді.

Су басудың қалыптасу жағдайының күрделілігі мен пікірлердің алуан түрлілігі де бұл табиғи құбылысты айқындайтын факторларға байланысты жіктемелердің де алуан түрлі болуына ықпал етті. Алдыңғы тарауда келтірілген жіктемелердің Есіл өзені алабына сәйкес келетін түрін нақты анықтау мүмкін емес. Сол себепті зерттеліп отырған алапта байқалған су басулардың қалыптасу жағдайына тән негізгі факторлар анықталып, сурет 2-де ұсынылды.



Сурет 2 - Есіл өзені алабындағы қалыптасу жағдайы әр түрлі су басулардың үлестірілуі

Сурет 2-де көрсетілгендей, алаптағы су басудың қалыптасуына ықпал ететін факторлар негізгі 7 топқа біріктірілді. Оның ішінде көп жағдайда су басулардың қардың еруі мен қарқынды жауын-шашынның қосылуы нәтижесінде және су деңгейінің көтерілуінен пайда болатындығын көруге болады. Алаптағы су басуды қалыптастыруда нөсерлі жауын шашынмен бірге, көктемгі жылымық кезіндегі қардың еруі де маңызды рөл атқарады. Өзен учаскелерінде жиналған қар ұзақ уақыт бойы су ұстап тұру қабілетіне ие. Оның белсенді еруі ауа температурасының артуы және нөсерлі жауындардың түсуі кезінде үдей түседі. Бұл жоғары су тасқындарының қалыптасуына жағдай жасайды. Аталған факторлардың әсері су басу жағдайына да ұласып жатады. Мұндай су басулар Есіл өзені алабында 1901-1920 жж, 1961-1980 жж., 1981-2019 жж. аралығында анық көрініс берген. Атап айтқанда, 1854 ж. Есіл өзені жағалауында, 1856 ж. Петропавловск қаласында, 1902 ж. көктемінде және 2014 ж. сәуір айында Есіл өзені алабының бірнеше өзен жүйелерінде, 2015 ж. Атбасар, Петропавловск қалалары мен Қалқұтан, Новоникольское, Долматов ауылдарында орын алды. 2014 жылда орын алған апатты су басуды қалыптастыруға бірнеше табиғи факторлардың жиынтығы әсер етті деуге болады. Атап айтқанда, топырақ ылғалдылығы, қар қорының орташа шамадан 15-20%-ға жоғары болуы және көктем басталысымен ауа температурасының өсуі, қарқынды ери бастаған қар

мен қарқынды жауған жауындардың қосылуы нәтижесінде су басу орын алды. Ал, қарқынды жауын-шашынның әсері 1841-1860 жж. және 1921-1960 жж. су басулардың қалыптасуына жағдай жасаған. Сондай-ақ, тек қана қар еруінен пайда болған су басулар 1841-1900 жж. соңғы жылдықтарға сәйкес келеді. 2000 жылдан бері қарай су басулардың пайда болуына зер салсақ, аталған факторлардың түгелге жуығын қамтыған. Оны қазіргі таңдағы климаттық өзгерістер кезеңіндегі табиғи-климаттық факторлармен қоса, адамның шаруашылық іс-әрекеті әсерінен дамбалар мен бөгеттердің жарылуынан деп тұжырым жасауға болады.

Жоғарыда келтірілген мәліметтерге сүйене отырып, қалыптасу жағдайы әр түрлі су басулардың көрініс беру масштабына назар аударылды. Зерттеліп отырған алап бойынша кесте 4-те берілгендей талдау мынаны көрсетті: өзеннің тасуы мен ашылуы кезінде қайталану жиілігі 5-10 жылда 1 рет байқалатын төмен су басулар; қарқынды жауын-шашын және бөгеттер мен дамбалардың жарылуынан 20-25 жылда 1 рет байқалатын жоғары су басулар, ал 50-100 жылда 1 рет қайталанатын аса жоғары су басулар қардың қарқынды еруі мен су деңгейінің көтерілуі салдарынан орын алған. Қайталану жиілігі 100-200 жылда 1 рет кездесетін жоғары апатты су басуға Есіл өзені алабында қар еру мен қарқынды жауын-шашынның қосылуы ықпал еткені анықталды.

Кесте 4 - Есіл өзені алабында қалыптасу жағдайы әр түрлі су басулар мен оның масштабы

Қалыптастырушы факторлар / Қайталану жиілігі	Қардың қарқынды еруі	Қар еру мен қарқынды жауын-шашын	Су деңгейінің көтерілуі	Бөгеттер мен дамбалардың жарылуы	Өзеннің мұздан ашылуы	Өзеннің тасуы	Қарқынды жауын-шашын
5-10 жылда 1 рет							
20-25 жылда 1 рет							
50-100 жылда 1 рет							
100-200 жылда 1 рет							

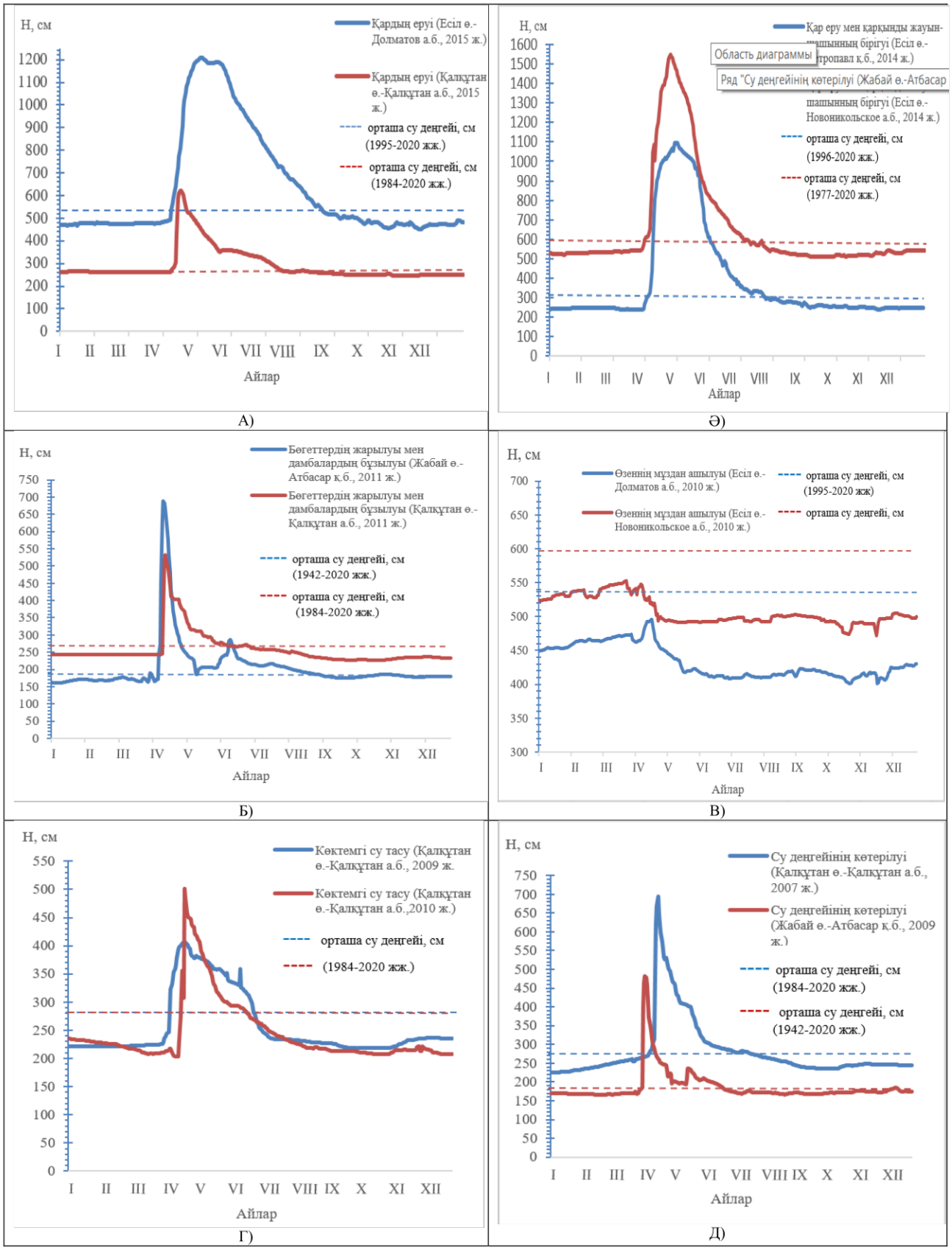
- апатты - аса жоғары - жоғары - төмен

Есіл өзені алабында орын алған су басулардың айтарлықтай бөлігі едәуір шығындарға алып келді. Қолда бар ақпараттарды жинақтап, қорытудың нәтижесінде апатты және аса жоғары су басулар шаруашылық нысандары мен елді мекендерге зиян келтірді. Масштабы орташа су басулар тұрғындар мен шаруашылық нысандарға, ал төмен су басулардың өзі қоршаған ортаның экологиялық тепе-теңдігіне нұқсан келтіргендігі айқындалды.

Жоғарыда келтірілген пайда болуы әр түрлі су басулар байқалған даталарға су деңгейлерінің гидрографтарын тұрғызу арқылы Есіл өзені алабындағы су басуларға тән ортақ заңдылықтар анықталды және сурет 3-те талдау нәтижесі көрсетілді: 2015 жылы қар еруден қалыптасқан су басу кезінде Есіл өзені – Долматов бекетінде су деңгейі 1207 см жетсе, осы жылы Қалқұтан өзені – Қалқұтан бекетінде 610 см жеткен және су деңгейінің жылдық жүргісіне сурет 3а қарасақ су деңгейінің көтерілуі сәуір айында басталып, суы мол кезең қыркүйек айына дейін жалғасқанын көруге болады және гидрограф формасы доғал тәріздес. Қар еру мен қарқынды жауын шашыннан орын алған 2014 жылғы апатты су басу кезіндегі су деңгейінің жылдық жүргісіне сурет 3ә зер салсақ, гидрограф формасы үшбұрыш секілді келген және ең жоғары су деңгейінің Есіл өзені – Петропавл қ. бекетінде 1542 см деп тіркелгендігін анық көруге болады, ал су басу ұзақтығы сәуір мен тамыз айлар аралығын қамтыды.

Адамның іс-әрекетінен нақты айтқанда Айдабол бөгетінің жарылуынан қалыптасқан 2011 ж. су басу бойынша тұрғызылған гидрографтан су деңгейінің күрт көтерілгендігін сурет 3б - ден байқауға болады және су деңгейінің көтерілуі тік болып келеді. Жабай өзені – Атбасар бекетінде, Қалқұтан өзені – Қалқұтан бекетінде су басудың ұзақтығы сәуір-шілде айларының аралығын қамтиды. Ал, қалыптасуы өзеннің мұзқұрсаулардан ашылуынан болған су басулар гидрографына сурет 3в-ге үңілсек, су деңгейі жылдық жүргісінің аса бір өзгеруі байқалмайды және су деңгейінің мардымсыз көтерілуі сәуір мен мамыр айларында ғана байқалады. Әлбетте, мұндай су басулар кезінде кесте 4-те көрсетілгендей айтарлықтай шығын әкелмейтін төмен су басулар орын алады. Кей кездерде көктемгі су тасулар су басуға ұласып жатады, мәселен зерттеу нысанымыздағы су деңгейінің сурет 3г – дегі жылдық жүргісінің өзіндік айырмашылығы бар, 2009 ж. Қалқұтан өзені – Қалқұтан бекетінің су жүргісі қар еру кезіндегі су деңгейі жүргісіне ұқсас доғал тәріздес болып келсе, ал дәл осы аталған бекет бойынша 2010 ж. су деңгейінің жылдық жүргісін көрсететін гидрограф формасы сүйірлеу болып келеді. Алайда байқағанымыздай екі жылда да көктемгі су тасу кезеңі көктем айының сәуір айынан тамыз айына дейінгі аралықты қамтиды. Су деңгейінің көтерілуі нәтижесінде қалыптасқан су басу кезіндегі су деңгейінің жылдық жүргісі сурет 3д көрсетілгендей шыңы сүйірлеу болып келген және су деңгейінің күрт көтерілуі байқалса, су басудың ұзақтығы наурыз-шілде айларына сәйкес келеді.

Қорытындылай келе, су басуларды қалыптастырушы факторлары бойынша топтастыру нәтижесі Есіл өзені алабында су басу құбылысының басталуының ең ерте датасы 25 наурыз ал, ең еш аяқталу датасы 10 қыркүйекке дейінгі уақыт аралығына сәйкес келетіндігін анықтауға мүмкіндік берді және ең жоғары су деңгейлері қардың еруі, қар еру мен қарқынды жауын-шашынның бірігуі нәтижесінде тіркеледі деп нақты айтуға болады [54].



Сурет 3 - Қалыптасу жағдайлары әр түрлі су басулар байқалған кездегі су деңгейлерінің біріктірілген гидрографтары

Есіл өзені алабындағы апатты су басулар туралы мәліметтерді жинақтап, қорыта келе мынадай тұжырым жасауға болады: Есіл өзені алабы А.В. Бариновтың жіктемесіне сәйкес айтарлықтай дәрежедегі су басу қаупі бар алаптар қатарына жатады. Алаптағы су басуларды қалыптастырушы факторлар: қардың еруі, қарқынды жауын-шашын, қардың еруі мен қарқынды жауын-шашынның қосылуы, су деңгейінің көтерілуі, өзеннің ашылуы, өзен суының тасуы және бөгеттер мен дамбалардың жарылуы. Зерттеу аймағында XIX ғасырдың 20 жылдарынан бері байқалған масштабтары әр түрлі 36 су басулардың (егер бір жылда әрбір өзен жүйесінде орын алған су басуларды ескерсек, онда жалпы саны 50 құрайды) үлес салмағы мынадай: тең жартысына жуығы (45%) төмен су басуларға, 27% жоғары, 24% аса жоғары және 3% апатты су басуларға сәйкес келеді. Өткен ғасырлармен салыстырғанда соңғы онжылдықтарда су басулардың қайталану жиілігі жоғары, оны қазіргі таңдағы климаттық өзгерістер мен антропогендік іс-әрекеттің әсерінен деп тұжырым жасауға болады, сонымен қатар мәліметтердің жеткілікті болуы да назардан сырт қалмау керек.

Бірінші тарау бойынша қорытынды

Су басу ұғымы туралы көптеген ғылыми зерттеулерге сүйене отырып, су басу бұл адамзат қоғамына үлкен залал келтіретін және қоршаған ортаны өзгеріске ұшырататын әлемдегі ең апатты құбылыстардың бірі деп айтуға негіз бар. Есіл өзені алабы Р.И. Нежиховскийдің және А.В. Бариновтың жіктемелеріне сәйкес айтарлықтай дәрежедегі су басу қаупі бар алаптар қатарына жатады.

Зерттеу нысаны ретінде алынған Есіл өзені алабы Солтүстік Қазақ жазығы мен Қазақстанның ірі физикалық-географиялық және табиғи-тарихи Сарыарқа аймағында орналасқан. Есіл өзені алабының аумағы шұғыл континенталды және құрғақ климатпен сипатталады. Оған Еуразия материгінің орталығында, континент ішінде, аласа таулар мен жазықты жер ортасында орналасқандығы және сібір-арктикалық суық климат пен ыстық орта Азия табиғи жағдайының әсері себеп. Алаптың оңтүстіктен солтүстікке қарай созылуы климаттың қалыпты-құрғақ аймақтан орманды-далалық аймаққа ауысуымен жалғасады. Аймақтың климатының басты ерекшелігі ауа температурасы өзгергіштігінің амплитудасы, ауаның құрғақтығы, атмосфералық жауын-шашынның мөлшерінің аздығымен сипатталады.

Есіл өзені алабы үшін апатты су басулар хроникасын зерттеу XIX, XX, XXI ғасырлар аралығына жүргізілді.

Су басудың қалыптасу жағдайының күрделілігі мен пікірлердің алуан түрлілігі бұл табиғи құбылысты айқындайтын түрлі су басу жіктемелерге бөлінуіне әкелген. Жоғарыда келтірілген жіктемелердің Есіл өзені алабына сәйкес келетін түрін нақты анықтау мүмкін емес. Сол себепті алапта байқалған су басулардың қалыптасу жағдайына тән негізгі факторлар анықталды.

Қолда бар материалдарды талдау су басу орындарын, байқалған даталары мен ұзақтықтарын, қалыптасу себептері мен зиянды салдарын анықтауға

мүмкіндік берді. Су басудың қалыптасу себептері көптеген ғалымдардың зерттеулеріне сүйене отырып, алаптағы су басулардың қалыптасу жағдайларына тән 7 топқа жіктелді. Нәтижесінде алаптағы су басуды қалыптастырушы факторлардың басым бөлігі қар еру мен қарқынды жауын-шашынның бірігуінен және су деңгейінің көтерілуінен болатындығы жөнінде тұжырым жасалды. Сондай-ақ, қазіргі таңдағы климаттық өзгерістер мен адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсері бар екендігі де анықталды. Су басулардың масштабы және шығын мөлшері бағаланды, нәтижесінде Есіл алабы бойынша су басудың қайталанғыштығы, ауқымы мен әкелетін жиынтық шығыны бойынша төмен (кіші), жоғары, аса жоғары (айтулы) және апатты деп бөліп қарастырылды.

Зерттеу аймағында XIX ғасырдың 20 жылдарынан бері байқалған масштабтары әр түрлі 36 су басулардың (егер бір жылда әрбір өзен жүйесінде орын алған су басуларды ескерсек, онда жалпы саны 50 құрайды) үлес салмағының тең жартысына жуығы 45% төмен су басуларға, 27% жоғары, 24% аса жоғары және 3% апатты су басуларға сәйкес келетіндігі бағаланды.

Өзеннің тасуы мен ашылуы кезінде қайталану жиілігі 5-10 жылда 1 рет байқалатын төмен су басулар; қарқынды жауын-шашын және бөгеттер мен дамбалардың жарылуынан 20-25 жылда 1 рет байқалатын жоғары су басулар байқалса, ал 50-100 жылда 1 рет қайталанатын аса жоғары су басулар қардың қарқынды еруі мен су деңгейінің көтерілуі салдарынан орын алған. Қайталану жиілігі 100-200 жылда 1 рет кездестін жоғары апатты су басуға Есіл өзені алабында қар еру мен қарқынды жауын-шашынның қосылуы ықпал еткен.

Қалыптасу жағдайлары әр түрлі су басулар байқалған кездегі су деңгейлерінің біріктірілген гидрографтарын тұрғызу нәтижесінде Есіл өзені алабында су басу құбылысының басталуының ең ерте датасы 25 наурыз ал, ең еш аяқталу датасы 10 қыркүйекке дейінгі уақыт аралығына сәйкес келетіндігі анықталды және ең жоғары су деңгейлері қардың еруі, қар еру мен қарқынды жауын-шашынның бірігуі нәтижесінде екендігі анықталды.

Өткен ғасырлармен салыстырғанда соңғы жылдықтарда су басулардың қайталану жиілігі жоғары, оны қазіргі таңдағы климаттық өзгерістер мен антропогендік іс-әрекеттің қарқындылығымен байланыстыруға болады, сонымен қатар соңғы жылдардағы мәліметтерге қол жеткізудің барынша алға қойылғандығын ескеру керек.

2 ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ЕҢ ЖОҒАРЫ АҒЫНДЫСЫН БАҒАЛАУ

2.1 Есіл өзені алабында суағарлардың ең жоғары ағындысын бағалау

Соңғы жылдардағы гидрологиялық деректерді және климаттың өзгеруін есепке ала отырып, халық тығыз шоғырланған Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысын анықтау алап шегінде шаруашылық жүргізуде үлкен рөл атқарады.

Есіл өзені алабындағы орналасқан бекеттер жүргізілген бақылау қатарларының қысқалығымен және бекеттердің аумақ бойынша біркелкі емес орналасуымен ерекшеленеді [55].

Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысын анықтауға бағытталған жұмыстардың [56-59] басым бөлігінде Есіл өзені алабындағы көктемгі су тасу фазалары, көктемгі су тасудың сипаттамаларын бағалау, су ресурсын нақтылау, болжау және басқару мәселелері қарастырылған.

Зерттеу аймағының ең жоғары ағындысын бағалау үшін РМК «Казгидромет» мекемесіне қарасты гидрологиялық бекеттердің ең жоғары ағындысының, орташа жылдық су өтімдерінің, ағынды қабатының мәндері «Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Акмолинская область. Казахской ССР. Гидрометеоиздат, 1958; Ресурсы поверхностных вод районов целинных и залежных земель. Кокчетавская область. Казахской ССР. Гидрометеоиздат, 1959; Ресурсы поверхностных вод районов целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская область. Казахской ССР. Гидрометеоиздат, 1960; Ресурсы поверхностных вод СССР., Карагандинская область. Гидрометеоиздат, 1966»; «Основные гидрологические характеристики. Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан.1963-1980 гг. Государственный Водный кадастр РК. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Выпуск 1. Бассейны рек Иртыш, Ишим,Тобыл (верхнее течение) Алматы, 2004; (1981-1999 гг.) Государственный водный кадастр РК. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Реки и каналы. -2000-2019 гг.» [60-64] әдебиеттерден алынып, алаптың гидрологиялық тұрғыдан зерттелгендігіне баға берілді.

Алаптың гидрологиялық зерттелгендігі осы жұмыстың А қосымшасында көрсетілген. Зерттеліп отырған алапта 1926 жылдан бастап 70-тен аса бекеттердің жұмыс істегендігі белгілі болды. Алайда, көптеген бекеттердің жабылғандығын ескере отырып және ең жоғары ағындыны бақылау қатарының ұзақтығы 6-10 жылдан асатын бекеттердің мәліметтері негізінде Есіл өзені алабы бойынша 22 бекеттің гидрологиялық қатарлары пайдаланылды.

Гидрологиялық қатарды қалпына келтіру, есептік кезеңді таңдау

Есіл алабы өзендерінің бақылау қатарын қалпына келтіру және өңдеу жұмыстары гидрологиядағы белгілі статистикалық әдістер көмегімен жүзеге асырылды. Қарастырылып отырған гидрологиялық сипаттаманы көпжылдық кезеңге келтіру гидрологиялық сипаттаманың есептік мәнінің орташа квадраттық қателігі жылдық және маусымдық ағындылар үшін 10% - дан, ең жоғары ағындылар үшін 20% - дан асқан жағдайда есептелінеді. Алдымен ұқсас өзен яғни аналог бекетті таңдау арқылы қатар көпжылдық кезеңге келтірілді, осы

орайда бекеттерде бақылау қатары мүмкіндігінше ұзақ аралықты қамтитын, сондай-ақ зерттелетін бекеттегі ағынды мен аналог бекеттердегі ағынды арасындағы байланыс тығыздығы ескерілді.

Регрессиялық талдауға негізделген талдау әдістерін пайдалана отырып, Q_i-дің жекелеген жылдарында бөлу параметрлерін және ағынды мәндерін есептеу кезінде мынадай шарттар сақталуы тиіс:

$$n \geq (6\text{-}10);\ R \geq R_{кр};\ R/\sigma_R \geq A_{кр};\ k/\sigma_k \geq B_{кр} \qquad (1)$$

мұнда n - зерттелетін бекетте және ұқсас өзен бекеттерінде бірлескен бақылау жылдарының саны ($n \geq 6$ бір аналогта, $n \geq 10$ екі және одан да көп аналогта) немесе қысқа мерзімді бақылау қатарларын қалпына келтіру кезінде ұқсас бекеттердің саны ($n \geq 6$);

R-зерттелетін өзен ағындысының мәндері мен ұқсас бекеттердегі ағындының мәндері арасындағы жұп немесе көптік корреляция коэффициенті;
k - регрессия теңдеуінің коэффициенті; σ_k - регрессия коэффициентінің орташа квадраттық қателігі;

$R_{кр}$ - жұп немесе көптік корреляция коэффициентінің күдікті мәні (әдетте $\geq 0{,}7$ қойылады);

$A_{кр}$, $B_{кр}$ - R/σ_R және k/σ_k қатынастарының күдікті мәндері (әдетте $\geq 2{,}0$ беріледі).

Гидрологиялық тұрғыдан нашар зерттелген ауданында $R_{кр}$, $A_{кр}$ және $B_{кр}$ азайтылуы мүмкін, ал жақсы зерттелген ауданда ұлғайтылуы мүмкін. $R_{кр}$, $A_{кр}$ және $B_{кр}$ мәндері ұлғайған кезде дәлдік артады, бірақ қалпына келтірілген деректердің көлемі азаяды [65].

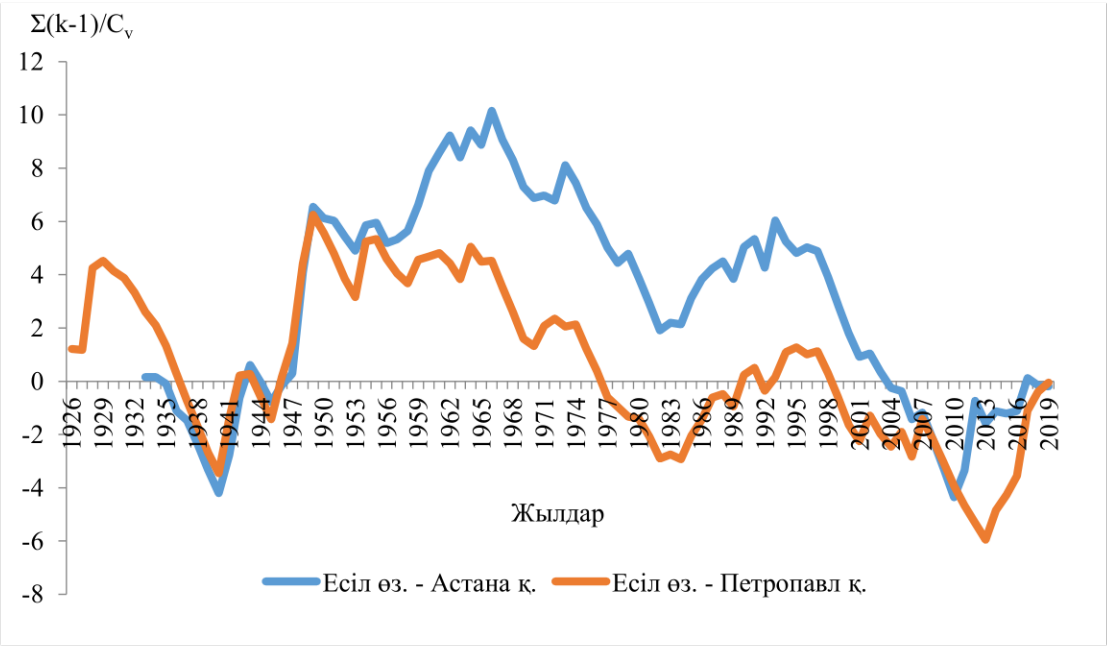
Алап өзендерінің ең жоғары ағындысын есептеу үшін алдымен есептік репрезентативті кезең белгіленді. Ол суы мол және суы аз жылдар тобынан тұратын аяқталған айналымдардың ең көп санынан тұрады. Тек үлкен аумаққа таралатын және осы ауданның барлық өзендерін қамтитын негізгі ұзақ айналымдар ғана назарға алынады.

Айырымдық интеграл қисықтары жекелеген салыстырмалы қысқа уақыт кезеңдері ағындысының тербелісін есепке алады. Ол модульдік коэффициенттердің орташа мәннен ауытқуын қосу жолымен тұрғызылады, яғни оның ординатасы $\sum(K\text{-}l)$ ретінде тұрғызылады. Мұндағы К $Q_i/Q_{орт}$ арқылы табылатын модульдік коэффициент. Сонымен айырымдық интеграл қисығының ординатасы әрбір жылдың соңында К модульдік коэффициенттердің қалыпты шамадан немесе көпжылдық орташа мәннен (К=1) ауытқуының қосындысын өсу ретімен береді. Әртүрлі өзендер ағындысының көпжылдық тербелісін салыстыру үшін вариация коэффицентімен сипатталатын ағындының уақыттық өзгергіштігінің ықпалын жойып жіберу жүзеге асырылады, ал қисық ордината бойынша келесі тәуелділік бойынша тұрғызылады.

$$\sum \frac{k-1}{C_v} = f(t) \qquad (2)$$

Айырымдық интеграл қисықтары жекелеген кезеңдердің (орташаға қатысты) сулылығын айқындауға мүмкіндік береді, сондықтан ұқсас өзендерді таңдау кезінде пайдаланылады. Ұқсас өзендер ретінде есептік өзендерге қатысты ағынды тербелістері синхронды немесе синфазалы өзендер ғана алынады. Біріккен графиктер бір масштабта тұрғызылады. Қатарларды ұзарту кезінде толық айналымды қамтуға ұмтылу қажет, өйткені жекелеген суы мол немесе суы аз жылдар тобын қосу қалыпты шаманың немесе көпжылдық орташа ағындының қателігін өсіруге алып келуі мүмкін [66,67].

Сурет 4-те көрсетілгендей, зерттеліп отырған алаптың ең жоғары ағындысын бағалауда ең жоғары ағындының айырымдық интеграл қисығын тұрғызу негізінде бақылау қатарларын көпжылдық кезеңге келтіру үшін есептік кезең таңдалды.



1 Есіл өзені-Астана қаласы бекеті
2 Есіл өзені-Петропавл қаласы бекеті.

Сурет 4 - Айырымдық интеграл қисықтары

Сурет 4-те көрсетілгендей, Есіл өзенінің Астана және Петропавл бекеттерінің ең ұзақ бақылау қатары пайдаланылып, айырымдық интеграл қисығы бойынша суы мол және суы аз жылдардың алмасуымен сипатталатын 1945-2019 жж. аралығы Есіл алабы бойынша есептің кезең ретінде таңдалды.

Ең жоғары ағынды бойынша қолда бар деректердің жеткіліксіздігіне байланысты, ұқсас өзен әдісін пайдалану арқылы есептеу жүргізілді. Байланыстың корреляция коэффициенті анықталып, байланыс графигі тұрғызылып, сурет 5-те ұсынылды. Айта кететін жайт, Есіл алабы өзендерінің ең

жоғары ағынды қатарын қалпына келтіру барысында, алдымен орташа жылдық су өтімдері жөніндегі мәліметтер жинақталып, қалпына келтірілді және қосымша Б1 берілген. Одан кейін қосымша Б2 ұсынылған орташа жылдық су өтімдерінің гидрологиялық қатарымен ағынды қабаты қатарының байланыс тығыздығының жоғары болуы қалпына келтіру жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік берді. Бос қалған жылдардың ең жоғары ағындысы зерттелетін өзеннің ағынды қабаты (Н, мм) бойынша қалпына келтірілді және қосымша Б3 берілді.

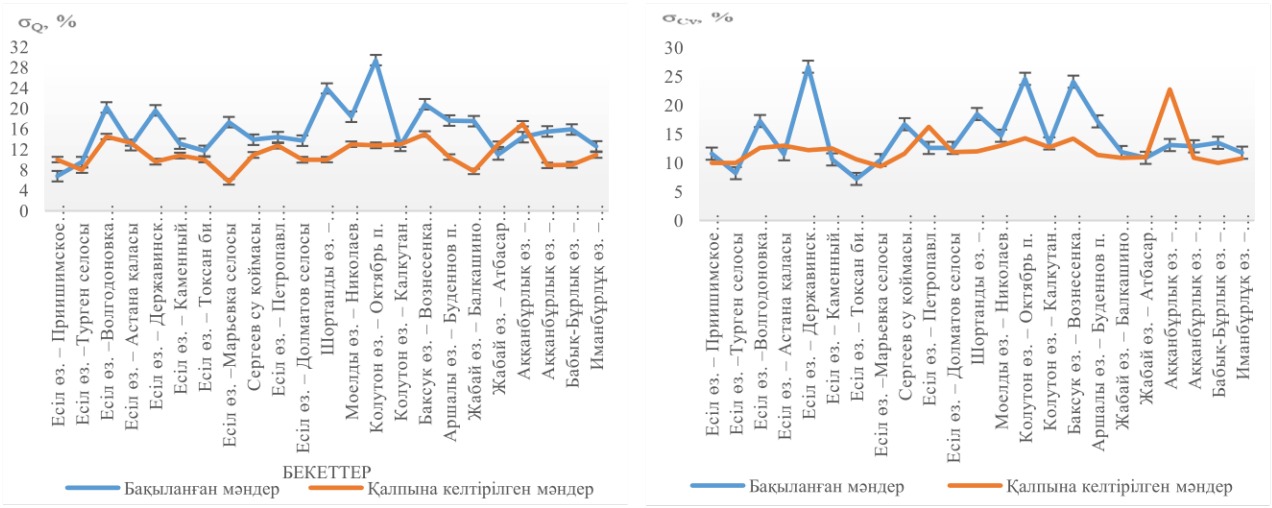


Сурет 5 - Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысы мен ағынды қабатының байланыс графиктері

Сурет 5-те және қосымша Б3 – те берілген ең жоғары ағынды қалпына келтіру жұмыстарында байқағанымыздай (1) формулаға сәйкес талаптарды қанағаттандырады, яғни алап бекеттері бойынша Q_{max} мен h арасындағы байланыс тығыздығы 0,72-0,91 аралығында екенін көрсетті. Аталған ұқсас өзен әдісі арқылы регрессия теңдеулері көмегімен ең жоғары ағынды қатары көпжылдық кезеңге келтірілді, Есіл өзені алабы бойынша ең жоғары ағындыны есептеу ұзақтығы 75 жылды құрайды.

Қалпына келтірілген қатарлардың қателігін тексеру

Төмендегі сурет 6-да берілгендей алап өзендерінің қалпына келтірілген ағынды қатарының қателігі бақыланған кезеңмен салыстырғанда азайды. Ең жоғары ағындының бақыланған қатарының орташа квадраттық қателігінің шамасы 29,4%-6,78% аралығында, ал орта есеппен 15,8% құраса, ағынды қатарын есептік кезеңге келтіргеннен кейін орташа квадраттық қателіктің мәндері 15,9%-5,67% аралығында, орташа есеппен 11,4 %-ға төмендегенін көрсетті. Бақыланған қатардың вариация коэффициентінің қателігі 26,7%-7,2% аралығында болды және орта есеппен 14,4%-ды көрсетсе, есептік кезеңге келтірілгеннен кейінгі вариация коэффициентінің қателік шамасы 12,6% -ды құрады.



Сурет 6 - Бақыланған және қалпына келтірілген кезең бойынша су өтімінің ең жоғары ағынды мәндері (а) мен вариация коэффициентерінің (б) қателіктері,%

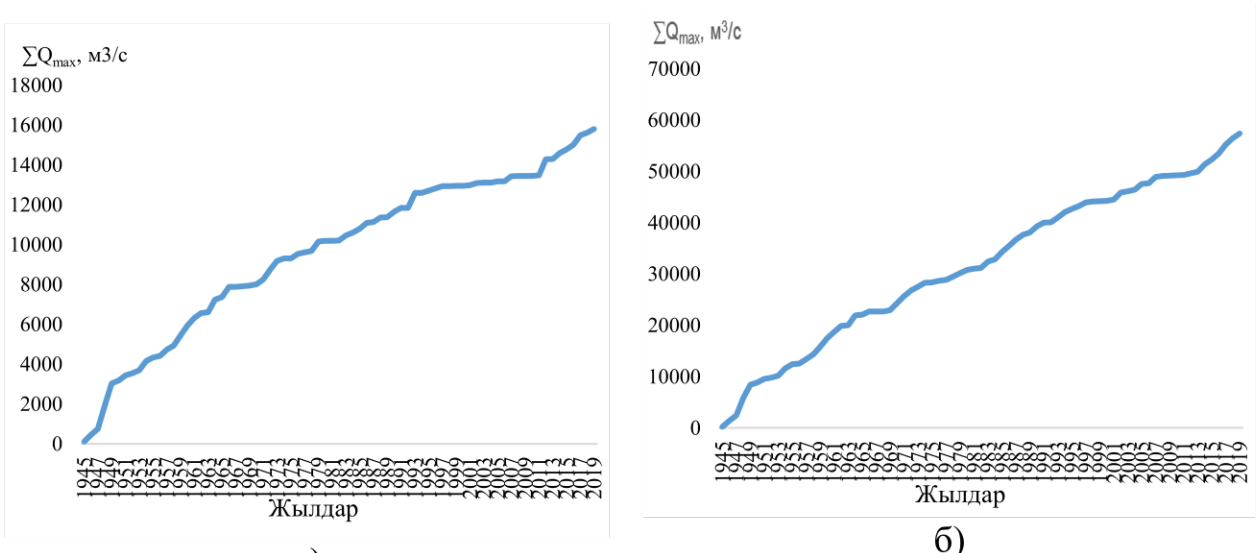
Кей бекеттерде жылдық орташа мәндерінің салыстырмалы орташа квадраттық қателігінің шамасы σ_Q 10-15 %, ал вариация коэффициентінің қателігі σ_{Cv} 15-20% аспайтын болса жеткілікті [28, б.97-114] деген қағиданы толықтай қанағаттандырмады. Бұл статистикалық параметрлердің дәлділігінің төмен болуымен, ағындының құбылмалылығымен, бақылау қатарының жеткіліксіздігімен және табиғи ағындыға адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсерін есептеудің күрделілігімен түсіндіріледі.

Қатарды біртектілікке тексеру

Ең жоғары ағындының қалпына келтірілген қатарлары параметрлік Стьюдент, Фишер және параметрлік емес Вилкоксон-Манн Уитни критерийлерін [68] пайдалану негізінде біртектілікке тексерілді. Стьюдент параметрлік критерийі арқылы қатарларды орташа мәні бойынша біртектілікке тексеру нәтижесі алаптағы: Есіл ө. - Астана қ., Аршалы ө. – Буденновка а., Жабай ө. - Балкашино а. бекеттерінің гидрологиялық қатарының біртектілігі жөніндегі гипотезаны жоққа шығырып, біртекті емес екендігін көрсетті. Фишер параметрлік критерийі арқылы қатардың дисперсиясы бойынша біртектілікке тексеру нәтижесінде алаптың: Есіл өзені бойындағы: Астана қ., Державинск қ., Петропавл қ. тұстамалары, Шортанды өз. – Шортанды а., Баксук өз. – Вознесенко а. Жабай ө. - Атбасар қ. және Аққанбұрлық ө. – Ковыльное а. бекеттерінде ең жоғары ағынды қатары біртекті емес.

Вилкоксон критерийін Манн-Уитни ғалымдары жетілдіріп, қазіргі кезде Вилкоксон – Манн Уитни параметрлік емес критерийі деп атала бастаған. Ол нөлдік гипотезаны тексеру мақсатында қолданылады. Осы критерий арқылы қатарларды біртектілікке тексеруде алаптағы мына бекеттердің ең жоғары ағынды қатарлары біртекті емес екендігі анықталды: Есіл өзенінің: Волгодановка а., Астана қ. тұстамалары, Аршалы ө. – Буденновка а. және Жабай өз. – Балкашино а.

Жалпы алғанда, Есіл алабы өзендерін ең жоғары ағынды қатарларын біртектілікке тексеру нәтижесінде мына 10 бекеттің біртекті емес екендігі анықталды, олар: Есіл өз.- Волгодановка а., Есіл өз. - Астана қ., Есіл өз. – Державинск қ., Есіл өз. – Петропавл қ., Шортанды өз. – Шортанды а., Баксук өз. – Вознесенко а,. Аршалы ө. – Буденновка а., Жабай өз. – Балкашино а., Жабай ө. - Атбасар қ., Аққанбұрлық ө. – Ковыльное а.



а) б)

а) Есіл ө. – Астана қ., б) Есіл ө. – Державинск қ.

Сурет 7 - Ең жоғары ағынды мәндері бойынша тұрғызылған жиынтық интеграл қисықтары

Қатардың біртектілігін тексерудің тағы бір графикалық әдісі ағынды сипаттамаларының жиынтық интеграл қисығын тұрғызу болып табылады.

Сурет 7 - де байқағанымыздай, Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағынды қатары екі кезеңге бөліп қарастырылды. Гидрологиялық қатардың екіге бөлінуінің басты себебі стационарлықтың шамаланған бұзылу датасымен байланыстырылған [69]. Қарастырылып отырған жағдайда табиғи және бұзылған кезеңдердің шамаланған бұзылу датасы 1966 жылға сәйкес келеді.

Алап бойынша анықталған бұзылған кезең мәліметтері гидрологиядағы адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсерін есепке алу әдісі арқылы табиғи шартты кезеңге келтірілді. Алап бойынша анықталған бұзылған кезең мәліметтері гидрологиядағы адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсерін есепке алу әдісі арқылы табиғи шартты кезеңге келтірілді. Адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсерін ескеру арқылы ең жоғары ағындыны есептеу формулалары [70, 71] мәлімет көзінен алынып, есептелінді. Жылдық ағындыға бөгендер мен су тоғандарының әсерін есептеу төмендегі формулалардың көмегімен жүзеге асырылды:

$$\delta = 1\text{-}W_к/(y_{тұрм.}+W_к) \quad (3)$$

мұндағы δ – бірлік үлесіндегі жылдық ағындының өзгеру (төмендеу) коэффициенті, $y_{тұрм.}$ – адамның шаруашылық іс-әрекеті әсер еткен тұрмыстық ағынды, $W_к$ – бөгендер мен су тоғандарды толтыру көлемі.

Бөгендер мен су тоғандарын толтыру көлемі ағынды коэффициентімен анықталды:

$$W_к=k_{б.}W_п \quad (4)$$

мұндағы $k_б$ - босату коэффициенті, $W_п$ – бөгендер мен су тоғандарының пайдалы көлемі, млн.м^3.

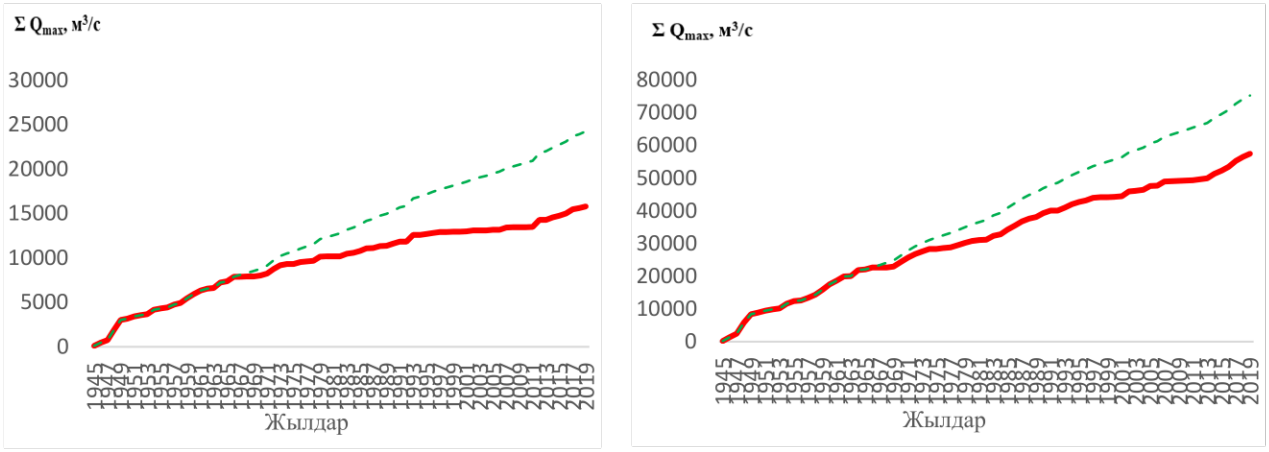
Ағындының абсолютті өзгерістері (азаю) төмендегі формуламен анықталды:

$$\Delta y_{орт.жылд} = y_{орт.жылд.}(1- \delta) \quad (5)$$

Табиғи ағынды келесі формуламен есептелді:

$$y_{таб.} = y_{орт.жылд.т.}+ \Delta y_{орт.жылд.} \quad (6)$$

Қалпына келтірілген есептік, табиғи, бұзылған және табиғи-шартты кезеңдердегі ең жоғары ағынды мөлшері кесте 5-те көрсетілген.



а) б)

а) Есіл өзені – Астана қаласы бекеті, б) Есіл өзені – Державинск қаласы бекеті,
-табиғи (бұзылған) кезең, ----- табиғи-шартты кезең

Сурет 8 - Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының жиынтық интеграл қисықтары

Жоғарыда сурет 8-де көрсетілген ең жоғары ағындының өзгеріске ұшырауы (3-6) формулалардың көмегімен есептеліп, табиғи және табиғи-шартты кезең бойынша жиынтық интеграл қисығы тұрғызылды, нәтижесінде Есіл өзенінің Астана және Державинск бекеттерінде, табиғи-шартты кезеңге қарағанда, қазіргі табиғи кезеңде ағындының айтарлықтай өзгергендігіндігі, яғни төмендеуі байқалады.

Ең жоғары ағындының статистикалық параметрлері және қамтамасыздығы әр түрлі су өтімдері

Зерттеліп отырған өзендердің ең жоғары ағындысының статистикалық параметрлерін анықтау мақсатында моменттер әдісі арқылы үлестірім қисықтарының параметрлері ығысуды жоюға түзету енгізіле отырып және $C_s=2C_v$ болғанда k_p биномдық асимметриялық қамтамасыздық қисығының ординаталары кестесін пайдалану арқылы теориялық қамтамасыздық қисығын тұрғызып, үлестірім мәні өрнектелді. Ең жоғары ағындының орташа мәнін анықтау үшін төмендегі формула пайдаланылды:

$$Q_0 = \frac{\sum_1^n Q_i}{n} \qquad (7)$$

мұндағы, Q_i – әр жылдағы ең жоғары ағындының мәні, $м^3/с$, n – бақыланған қатар саны.

Вариация және асимметрия коэффициенттері төмендегі формулалар бойынша моменттер әдісімен анықталды:

$$C_v = \left(a_1 + \frac{a_2}{n}\right) + \left(a_3 + \frac{a_4}{n}\right)\widetilde{C_v} + (a_5 + a_6/n)\widetilde{C_v^2}\ ; \qquad (8)$$

$$C_s = \left(b_1 + \frac{b_2}{n}\right) + \left(b_3 + \frac{b_4}{n}\right)\widetilde{C_s} + (b_5 + b_6/n)\widetilde{C_s^2}\ ; \quad (9)$$

мұндағы $a_1,...a_6$; $b_1,..., b_6$ – арнайы кесте [68, б.53-56] бойынша анықталатын коэффициенттер;

Вариация және асимметрия коэффициенттерінің ығысқан мәндері:

$$\widetilde{C_v} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(k_i-1)^2}{n-1}} \quad (10)$$

$$\widetilde{C_s} = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(k_i-1)^3}{\widetilde{C_v^3}(n-1)(n-2)} \quad (11)$$

C_v<0,6 және C_s<1,0 кезінде вариация мен асимметрия коэффициенттерін (10) және (11) формулалар бойынша түзетулер енгізбестен анықтауға болады.

Таңдама ортасының кездейсоқ орташа квадраттық қателіктері қатардың іргелес мүшелерінің арасындағы автокорреляция болғанда қолданылатын жуық тәуелділігі бойынша анықталды:

$$\sigma_{\underline{Q}} = (\sigma_Q/\sqrt{n})\sqrt{\frac{(1+r)}{(1-r)}} \quad (12)$$

C_s=2C_v кезіндегі вариация коэффициенттерінің кездейсоқ орташа квадраттық қателіктері төмендегі формула негізінде есептелді:

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{n+4C_v^2}\sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2}}\left(1 + \frac{3C_v r^2}{1+r}\right) \quad (13)$$

Моменттер әдісімен есептелген шектес жылдар ағындысының арасындағы автокорреляция коэффициенттері мен квантильдерінің басқа да үлестіру параметрлерінің кездейсоқ қателіктерін статистикалық сынақтар әдісімен алынған арнайы кестелер бойынша анықтау керек [72]. Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағынды қатарларының ығысқан және ығыспаған мәндерін есептегенде кейбір бекеттерде қатардың ығысқан мәндері теріс мәнге ие болды, ол өз кезегінде басқа да параметрлік мәндерге ықпал етті. Атап айтқанда, Есіл өз. – Астана қ., Бақсық өз.-Вознесенко а. бекеттері. Ол осы тұстамадағы өзен ағындысының реттелгендігіне байланысты болуы мүмкін.

Гидрологиялық сипаттамалардың эмпирикалық жыл сайынғы асып түсу ықтималдығы P_m, % мына формула бойынша анықталды:

$$P_m = \frac{m}{n+1}100, \% \quad (14)$$

мұнда m - гидрологиялық сипаттаманың қатары мүшелерінің реттік нөмірі; n - қатар мүшелерінің жалпы саны.

Есіл өзені алабындағы ең жоғары ағындының сирек кездесетін ықтимал мәндерін бағалау мақсатында моменттер, графо-аналитикалық және қиылған (усеченный) үлестірім әдістері пайдаланылды. Есіл алабының негізгі өзендерінің ең жоғары ағындысын есептеу жұмыстарында жоғарыда берілген (7-14) формулалар көмегімен жүзеге асырылды.

Жыл сайынғы асып кету ықтималдығының эмпирикалық қисықтары ықтималдық клетчаткаларында құрылады. Ықтималдықтар клетчаткасының түрі ықтималдылықтарды үлестірудің қабылданған аналитикалық функциясына және C_V вариация коэффициентіне C_S асимметрия коэффициентінің алынған қатынасына сәйкес таңдалады [73-75].

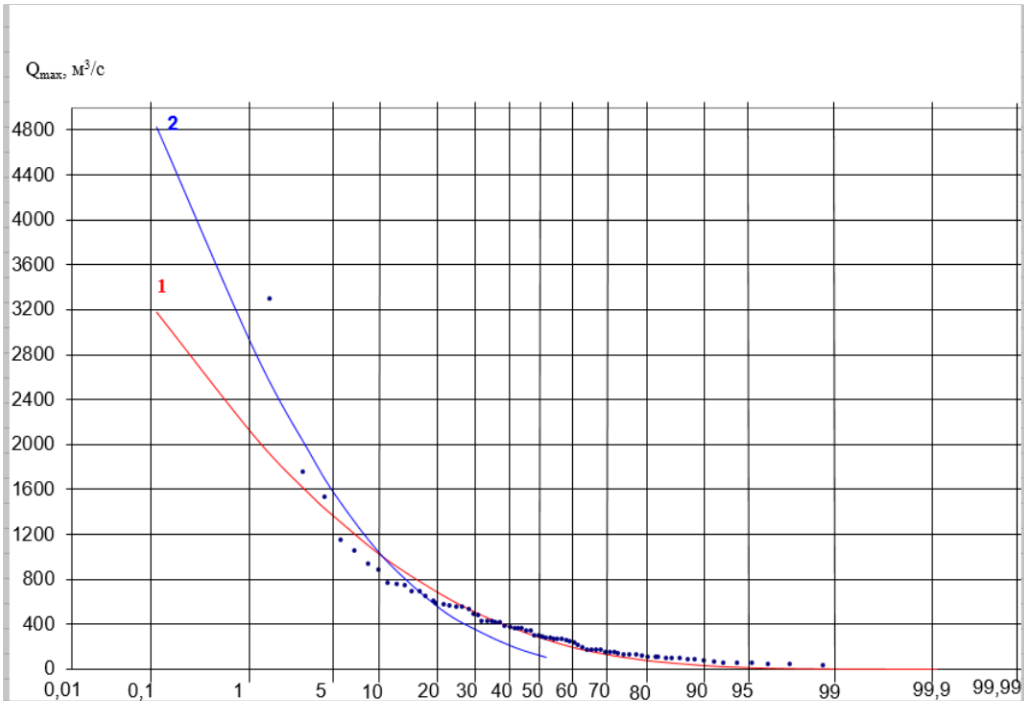
Алексеевтің графо-аналитикалық әдісінде $S(Q_5+Q_{95}+2Q_{50})/(Q_5-Q_{95})$ формуласы бойынша төмендету коэффициентін (коэффициент скошенности) есептейміз. Ең жоғары ағындының сирек қайталанатын ықтимал мәндері теориялық қамтамасыздық қисығы арқылы анықталды [68, б.65].

Қиылған (усеченный) әдісте [76] көрсетілген формулалар мен кестелер мәндерін пайдалану арқылы, қамтамасыздық қисығы тұрғызылды оның сирек ($Q_{1\%,\ 3\%}$) және жиі ($Q_{5\%,\ 10\%}$) қайталанатын ең жоғары су өтімдерінің мәні алынды [77].

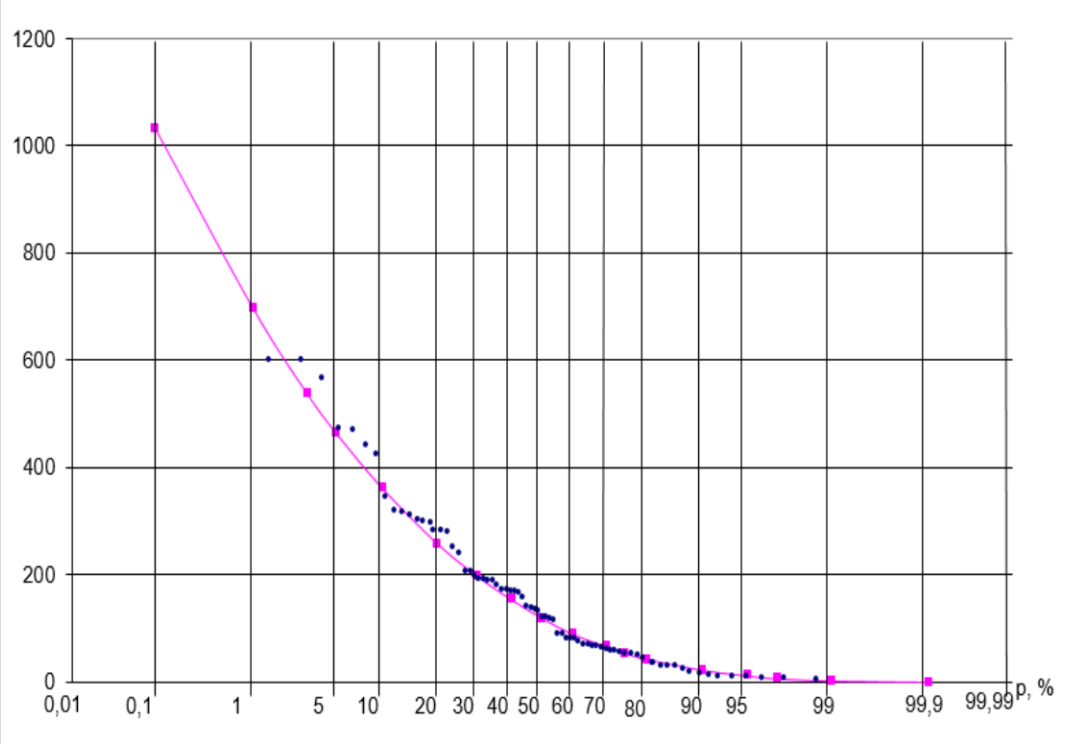
Ең жоғары ағындының дәлдігі эквиваленттік кезеңді ескере отырып бағаланды. Қазақстанның жазықтық өзендері үшін ерекше маңызды, себебі бұл өзендердің ең жоғары ағындысы өзгергіштігімен және көбінесе реттелгендігімен сипатталады. Сонымен қатар, аумақтың нашар зерттелуін, су өтімдерін өлшеу мәліметтерінің сапасының төмендігін және көптеген өзендер мен бекеттерде бақылау қатарларының қысқа болып келуін атауға болады.

Қарастырып отырған Есіл алабындағы өзендердің гидрологиялық бақылау қатарын ұзақ мерзімге келтіргеннен кейін ең жоғары ағындының тиімділігін бағалау үшін тиімділік көрсеткіші деген коэффициент (К) қолданылады. Есіл өзенінің негізгі өзендері бойынша ең жоғары ағындының дәлділігі мен тиімділігі [75, б.203-213] [76, б.20-21] есептелінді. Атап айтқанда, Есіл өзенінің Астана қ., Петропавл қ., Каменный Карьер а. және Түрген а. тұстамалары бойынша есептеулер жүргізу барысында ең жоғары ағындының дәлдігі 0,91 -11,7 $м^3/с$, ал егер пайыздық үлеспен көрсетсек, 8,69-16,3 % аралығын көрсетті. Аталған тұстамалар бойынша ең жоғары ағындының тиімділік көрсеткіші 75% – 66,6 % мәні аралығын құрады.

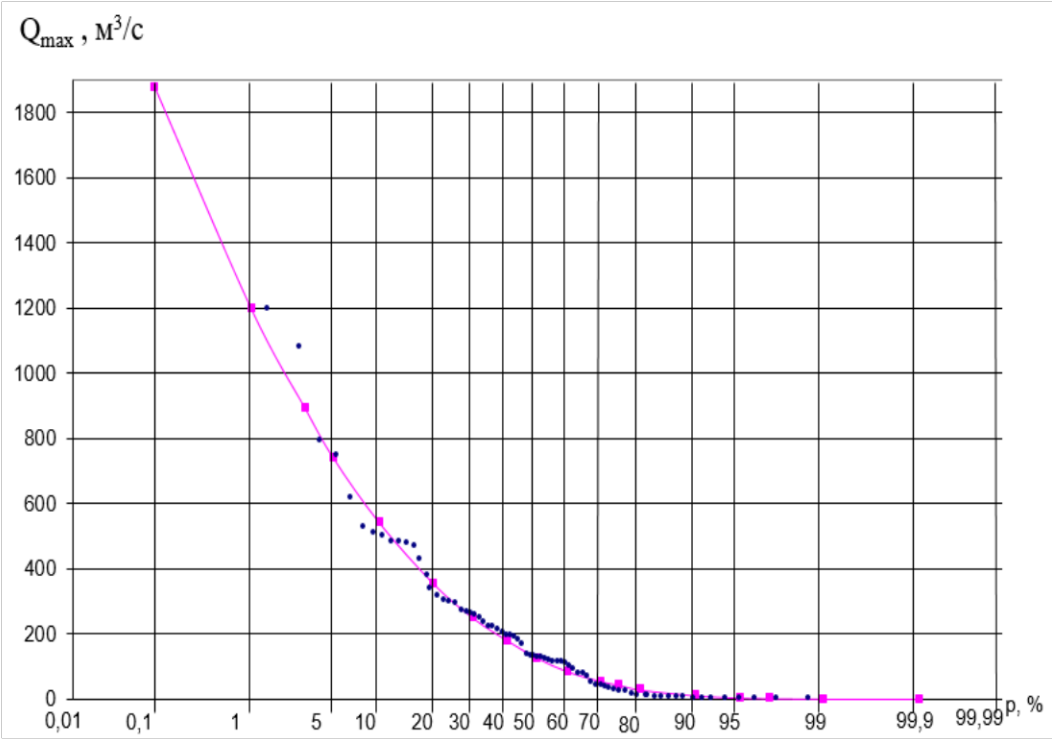
Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысын бағалау және оның статистикалық параметрлері мен қателіктерін есептеу, сонымен қатар ең жоғары су өтімдерінің қамтамасыздық қисықтарын тұрғызу жоғарыда атап көрсетілген әдістердің көмегімен қол жеткізіліп, суреттер 9.1-9.6–де көрсетілді, қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдерінің ықтимал мәндерінің таңдамалы нәтижелері төмендегі кесте 5-те берілді.



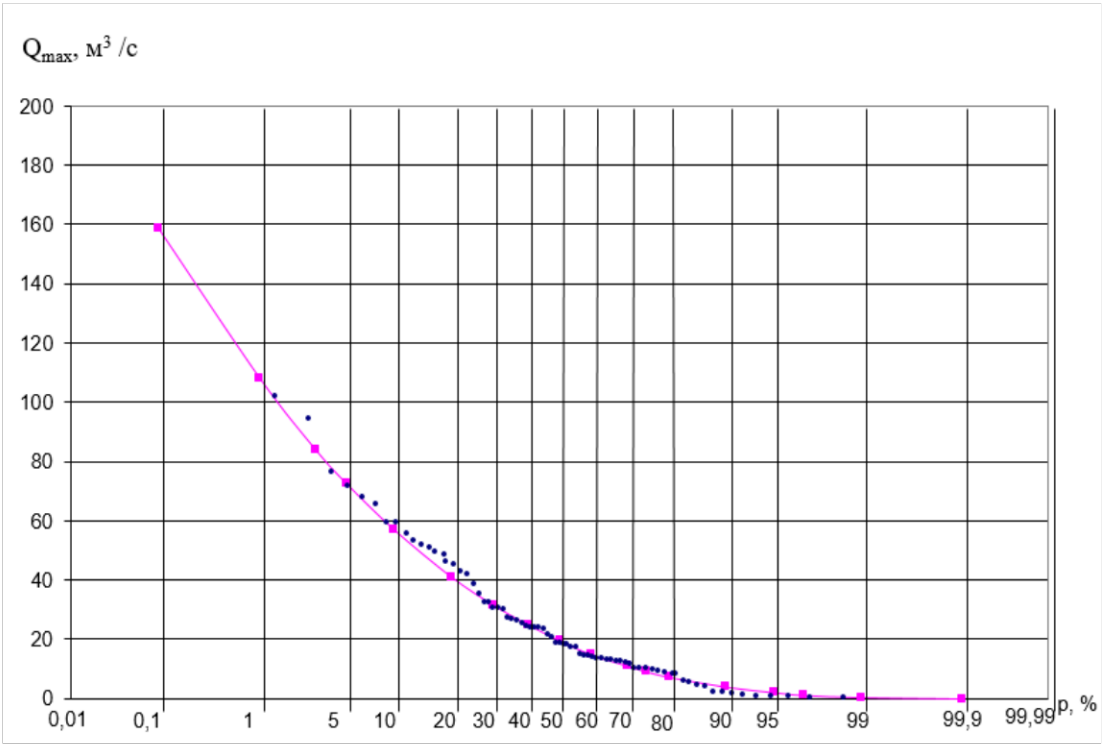
Сурет 9.1 - Жабай өзені – Атбасар қаласы бекетінің ең жоғары ағындысының қамтамасыздық қисығы (1945-2019 жж.)
1 толық үлестірім; 2 қиылған (усеченный) үлестірім



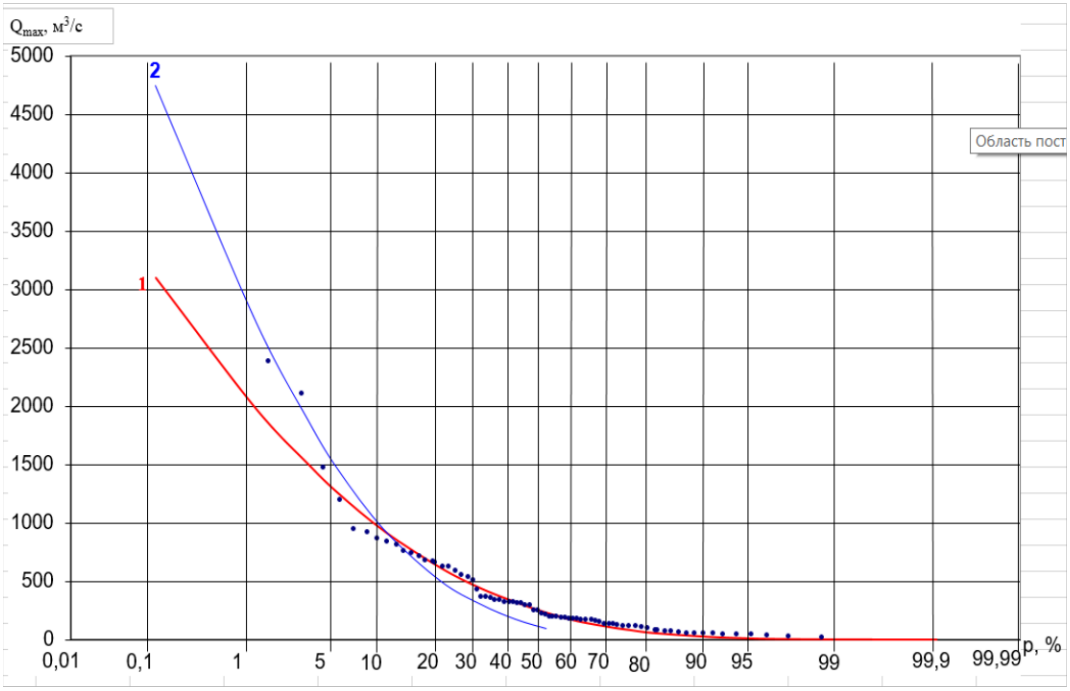
Сурет 9.2 - Аршалы өзені – Буденновка ауылы бекетінің ең жоғары ағындысының қамтамасыздық қисығы (1945-2019 жж.)



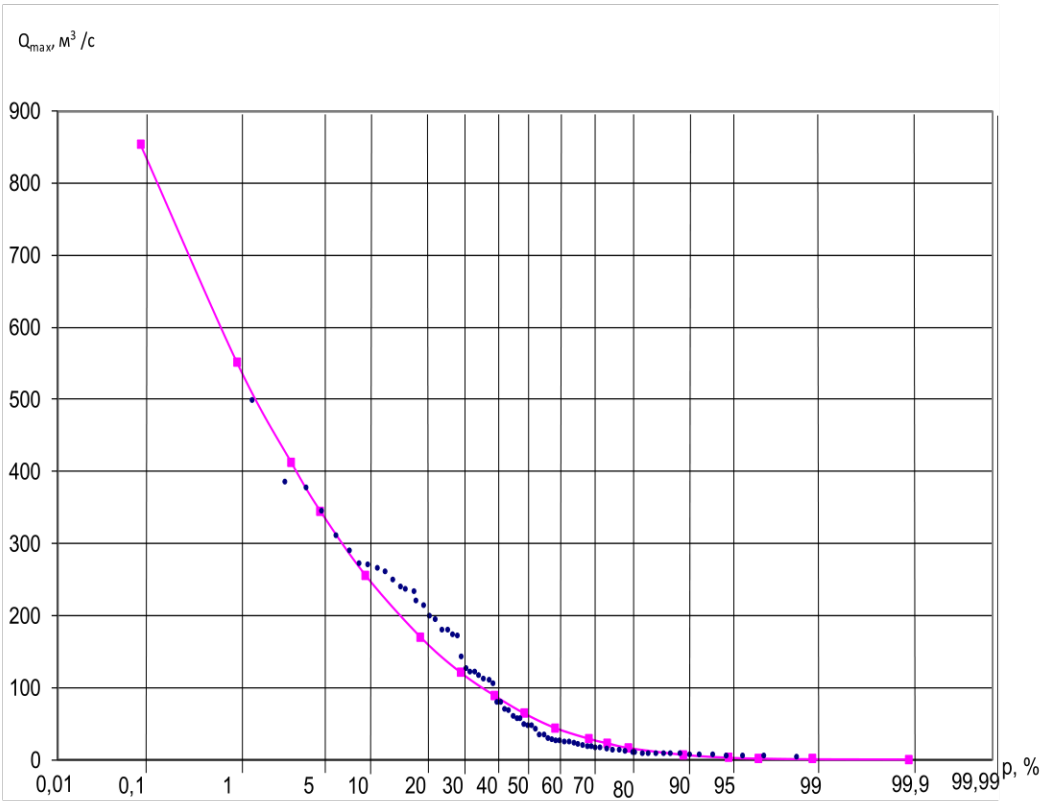
Сурет 9.3 - Есіл өзені – Астана қаласы бекетінің ең жоғары ағындысының қамтамасыздық қисығы (1945-2019 жж.)



Сурет 9.4 - Шортанды өзені – Шортанды ауылы бекетінің ең жоғары ағындысының қамтамасыздық қисығы (1945-2019 жж.)



Сурет 9.5 - Мойылды өзені – Николаев ауылы бекетінің ең жоғары ағындысының қамтамасыздық қисығы (1945-2019 жж.)
1 толық үлестірім; 2 қиылған (усеченный) үлестірім



Сурет 9.6 - Қалқұтан өзені – Октябрь ауылы бекетінің ең жоғары ағындысының қамтамасыздық қисығы (1945-2019 жж.)

Кесте 5 - Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының сипаттамалары және оның қателіктері, қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдері

№	Өзен-бекет	Кезең	Әдіс	$\underline{Q_{max}}$	C_v	$\sigma_{\underline{Q_{max}}}$	σ_{C_v}	Қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдері			
								1%	3%	5%	10%
1	Есіл өз. – Приишимское ауылы	1945-2019	Момент	36,6	0,89	$\frac{3,72}{10,0}$	$\frac{0,094}{9,97}$	146	114	98,4	77,6
2	Есіл өз. – Түрген ауылы	1945-2019	Момент	236	0,70	$\frac{19,1}{7,95}$	$\frac{0,075}{9,98}$	776	627	556	457
3	Есіл өз. – Волгодоновка ауылы	1945-2019	Момент	167	1,28	$\frac{24,1}{14,5}$	$\frac{0,16}{12,6}$	999	733	598	427
		1945-1966	Алексеев	271	0,81	$\frac{44,9}{16,6}$	$\frac{0,15}{18,8}$	1162	920	805	648
		1967-2019	Алексеев	125	1,61	$\frac{26,7}{21,4}$	$\frac{0,25}{15,9}$	1214	817	633	407
		1967-2019 (шартты-табиғи)	Алексеев	273	0,76	$\frac{23,3}{8,50}$	$\frac{0,09}{12,3}$	1192	837	677	482
4	Есіл өз. – Астана қаласы	1945-2019	Момент	211	1,17	$\frac{28,0}{13,3}$	$\frac{0,15}{13,0}$	1200	894	738	542
		1945-1966	Алексеев	358	0,88	$\frac{64,1}{17,9}$	$\frac{0,17}{19,2}$	1740	1334	1143	882
		1967-2019	Алексеев	150	1,25	$\frac{25,4}{16,9}$	$\frac{0,18}{14,2}$	1063	771	625	440
		1967-2019 (шартты-табиғи)	Алексеев	310	0,45	$\frac{19,7}{6,38}$	$\frac{0,05}{10,6}$	1103	829	696	532
5	Есіл өз. – Державинск қаласы	1945-2019	Момент	766	0,84	$\frac{73,3}{9,60}$	$\frac{0,10}{12,2}$	2977	2334	2033	1619
		1945-1966	Алексеев	1041	0,84	$\frac{178}{17,1}$	$\frac{0,16}{18,8}$	4527	3550	3090	2455
		1967-2019	Қиылған	656	0,77	$\frac{68,5}{10,4}$	$\frac{0,11}{13,8}$	2415	1943	1718	1405
		1967-2019 (шартты-табиғи)	қиылған	993	0,33	$\frac{45,7}{4,60}$	$\frac{0,03}{10,7}$	2365	1985	1802	1498
6	Есіл өз. – Каменный Карьер ауылы	1945-2019	Момент	954	1,00	$\frac{109}{10,8}$	$\frac{0,13}{12,5}$	4394	3346	2859	2198
7	Есіл өз. – Токсан би (Западное) ауылы	1945-2019	Момент	1145	0,87	$\frac{114}{10,0}$	$\frac{0,103}{10,6}$	4602	3585	3112	2463
8	Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) –Сергеев қаласы	1945-2019	Момент	970	0,96	$\frac{107}{10,9}$	$\frac{0,12}{11,6}$	4248	3260	2803	2179
9	Есіл өз. – Петропавл қаласы	1945-2019	Момент	700	1,12	$\frac{88.7}{12,7}$	$\frac{0,18}{16,3}$	3535	2660	2254	1680
		1945-1966	қиылған	1086	1,10	$\frac{234}{21,6}$	$\frac{0,29}{26,7}$	8060	5404	4179	2665
		1967-2019	Алексеев	559	0,97	$\frac{73,8}{13,2}$	$\frac{0,14}{14,3}$	2501	1925	1653	1283
		1967-2019 (шартты-табиғи)	Алексеев	1038	0,38	$\frac{54,6}{5,30}$	$\frac{0,04}{10,7}$	2701	2174	1903	1564

5 - кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Есіл өз. – Долматов ауылы	1945-2019	Момент	478	0,89	$\frac{48,7}{9,97}$	$\frac{0,11}{11,9}$	1942	1510	1309	1034
11	Шортанды өз. – Шортанды ауылы	1945-2019	Момент	26,1	0,88	$\frac{2,62}{10,0}$	$\frac{0,11}{12,0}$	108	83,9	72,6	57,1
		1945-1966	Алексеев	36,6	0,85	$\frac{6,50}{17,8}$	$\frac{0,15}{18,1}$	152	118	101	79,1
		1967-2019	Алексеев	21,7	0,80	$\frac{2,35}{10,8}$	$\frac{0,11}{13,7}$	78,5	63,2	55,8	45,6
		1967-2019 (шартты-табиғи)	Алексеев	31,8	0,39	$\frac{1,70}{5,40}$	$\frac{0,04}{14,6}$	86,2	68,8	59,8	48,6
12	Мойылды өз. – Николаев ауылы	1945-2019	Қиылған	378	1,14	$\frac{50,0}{13}$	$\frac{0,15}{13}$	2767	1870	1451	935
13	Қалқұтан өз. – Октябрь п.	1945-2019	Момент	104	1,13	$\frac{13,3}{12,8}$	$\frac{0,16}{14,3}$	550	411	344	254
14	Қалқұтан өз. – Қалқұтан ауылы	1945-2019	Момент	341	1,02	$\frac{45,6}{13,0}$	$\frac{0,12}{12,7}$	1575	1199	1025	788
15	Баксук өз. – Вознесенка ауылы	1945-2019	Момент	25,6	1,32	$\frac{3,84}{15,0}$	$\frac{0,19}{14,2}$	163	119	96,2	67,7
		1945-1966	Алексеев	34,9	1,73	$\frac{10,0}{28,7}$	$\frac{0,45}{25,7}$	291	195	151	97,1
		1967-2019	Қиылған	20,8	1,14	$\frac{3,38}{16,2}$	$\frac{0,15}{13,4}$	153	104	81,2	52,9
		1967-2019 (шартты-табиғи)	Алексеев	31,7	0,61	$\frac{2,69}{8,50}$	$\frac{0,07}{11,3}$	130	94,1	77,1	56,3
16	Аршалы өз. – Буденнов п.	1945-2019	Момент	163	0,93	$\frac{17,0}{10,5}$	$\frac{0,10}{11,4}$	698	538	464	362
17	Жабай өз. – Балкашино ауылы	1945-2019	Момент	66,0	0,67	$\frac{5,01}{7,70}$	$\frac{0,07}{10,9}$	206	168	150	124
		1945-1966	Алексеев	49,4	0,82	$\frac{8,33}{16,9}$	$\frac{0,15}{19,3}$	204	158	138	109
		1967-2019	Момент	72,9	0,60	$\frac{6,08}{8,03}$	$\frac{0,07}{12,1}$	205	169	153	128
18	Жабай өз. – Атбасар қаласы	1945-2019	Қиылған	410	1,17	$\frac{54.6}{13}$	$\frac{0,14}{11}$	2835	1932	1505	980
19	Аққанбұрлық өз. – Ковыльное ауылы	1945-2019	Қиылған	47,4	1,55	$\frac{8,29}{17.0}$	$\frac{0,36}{22,8}$	461	287	214	123
20	Аққанбұрлық өз. – Возвышенко ауылы	1945-2019	Момент	328	0,79	$\frac{29,8}{8,89}$	$\frac{0,088}{10,9}$	1190	945	829	669
21	Бабық-Бұрлық өз. – Гусаковка ауылы	1945-2019	Момент	118	0,82	$\frac{11,0}{8,99}$	$\frac{0,086}{10,0}$	443	350	306	245
22	Иманбұрлық өз. – Соколовка ауылы	1945-2019	Момент	116	1,02	$\frac{13,4}{10,9}$	$\frac{0,12}{10,8}$	534	407	348	267
Ескерту - Алымы – номиналды мәні, бөлімі – пайыздық мөлшері											

Есіл өзені алабының әр түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерін есептеу нәтижелерін «Ресурсы поверхностных вод» [26, б.146, 27, б.121] мәліметтерімен салыстыру нәтижелері кесте 6-да берілді.

Кесте 6 - Әр түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерін есептеу нәтижелерін «Ресурсы поверхностных вод» мәліметтерімен салыстыру

Қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдері, $м^3/с$	Есептелген деректер (1967-2019 жж. шартты-табиғи кезең)	«Ресурсы...» бойынша	Айырмашылығы, %
Есіл ө. – Астана қ.бекеті			
$Q_{1\%}$	1103	1690	53
$Q_{3\%}$	829	1250	51
$Q_{5\%}$	696	1030	48
$Q_{10\%}$	532	750	41
Есіл ө.-Петропавл қ.бекеті			
$Q_{1\%}$	2701	6600	144
$Q_{3\%}$	2174	4900	125
$Q_{5\%}$	1903	4020	111
$Q_{10\%}$	1564	2930	87
Қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдері, $м^3/с$	Есептелген деректер (1945-2019 жж. шартты-табиғи кезең)	«Ресурсы...» бойынша	Айырмашылығы, %
Есіл ө. – Каменный Карьер а.бекеті			
$Q_{1\%}$	4394	6740	53
$Q_{3\%}$	3346	4700	40
$Q_{5\%}$	2859	3740	31
$Q_{10\%}$	2198	2540	16
Жабай ө. – Атбасар қ. бекеті			
$Q_{1\%}$	2835	1590	-44
$Q_{3\%}$	1932	1200	-38
$Q_{5\%}$	1505	990	-34
$Q_{10\%}$	980	736	-25
Аққанбұрлық – Возвышенко (Григорьевка) а. бекеті			
$Q_{1\%}$	1190	880	-26
$Q_{3\%}$	945	652	-31
$Q_{5\%}$	829	550	-34
$Q_{10\%}$	669	408	-39
Иманбұрлық (Нижний Бурлук) – Соколовка а.бекеті			
$Q_{1\%}$	534	740	38
$Q_{3\%}$	407	525	29
$Q_{5\%}$	348	432	24
$Q_{10\%}$	267	300	12

Кесте 6-да көрсетілгендей, Есіл өзенінің Астана және Петропавл бекеттері бойынша есептелген деректерінің (1967-2019 жж.) «Ресурсы...» деректерімен салыстыру нәтижесі әр түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерінің барлығында дерлік азайғандығы байқалады, Есіл ө. – Астана қ.бекетінде айырмашылық 41- 53 % болса, Есіл ө.-Петропавл қ.бекетінде 87-144 % құрайды. Мұның себебі ағындыны реттеуші суқоймалардың салынуымен түсіндіріледі. Ал ең жоғары ағындының көпжылдық кезеңге келтірілген (1945-2019 жж.) қамтамасыздығы әр түрлі су өтімдері мен аталған алдыңғы зерттеу жұмысымен салыстыру нәтижесінде әркелкі айырмашылық байқалады. Мысалы, Есіл өзенінің Каменный Карьер бекетінде көпжылдық кезеңге келтірілген қамтамасыздығы әр

түрлі су өтімдерінің ықтимал мәндерінің төмендігі анықталды, айырмашылық 16-53 % көрсетті, Иманбұрлық өзенінің Соколовка ауылы бекетінде де осы жағдайға ұқсас, ағынды мәліметінің 1960 ж. дейінгі кезеңмен салыстырғанда төмендегендігі анықталды, айырмашылық 12-38 % құрайды. Алайда, Жабай өзенінің Атбасар қаласы бекетінде қамтамасыздығы әр түрлі су өтімдері мәліметінің 1960 ж. дейінгі есептелген деректерден жоғарылағаны анықталды, айырмашылық минус 25-44 % болса, Аққанбұрлық өзенінің Возвышенко ауылы бекетінде де айырмашылық минус 26-39 % құрайды. Мұның себебін антропогендік іс-әрекет пен қазіргі таңдағы климаттық өзгерістердің әсерінен болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Кесте 7-де берілгендей, алап өзендерінің қамтамасыздығы әр түрлі су өтімдері мәнінің соңғы онжылдықтарда өзгеру шамасы алдыңғы зерттеу жұмыстарымен [31, б.569-570] салыстырылды.

Кесте 7 - Есіл алабы өзендерінің қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдері мәндерін зерттеу жұмысымен салыстыру, %

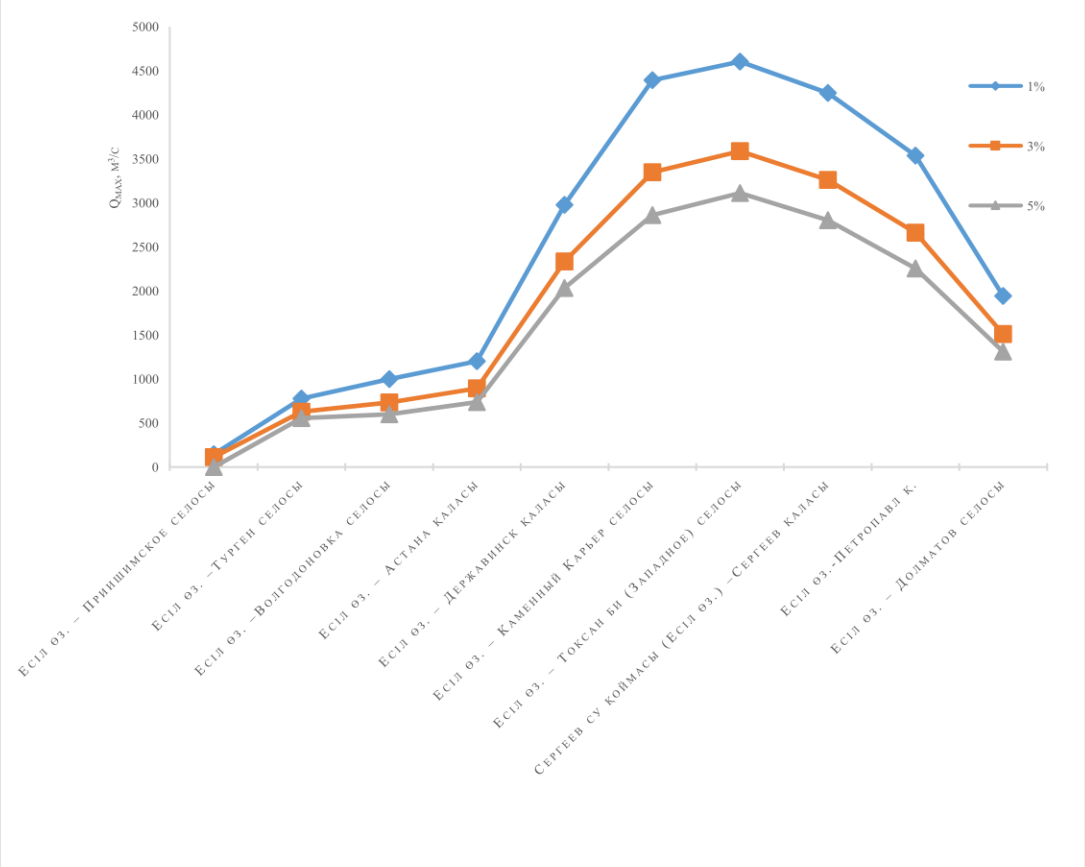
N	Өзен-бекет	F, км^2	Алдыңғы зерттеулер	Қамтамасыздығы әр түрлі ең жоғары су өтімдерінің алдыңғы зерттеулерден салыстырмалы айырмашылығы, %			
				1%	3%	5%	10%
1	Есіл-Приишимское а. (1945-2019)	202	1949-2007	-6,4	-1,7	+1,4	+2,0
2	Есіл-Волгодоновка а. (1967-2019)	5400	1978-2007	-22	-19	+18	+14
3	Есіл-Астана қ. (1967-2019)	7400	1967-2005	+2,2	+3,9	+4,8	+5,9
4	Есіл-Петропавл қ. (1967-2019)	106000/ 118000	1967-2007	+27	+12	+5	-5

Есіл өзені алабындағы негізгі тұстамалар бойынша түрлі қамтамасыздықтағы сирек қайталанатын су өтімдерін салыстыру нәтижесінде, Есіл өзені - Приишимское ауылы бекетінде (1945-2019 жж.) сирек қайталанатын ең жоғары су өтімі (1% және 3%) мәндерінің төмендеуі байқалса, жиі қайталанатын ең жоғары су өтімі (5% және 10%) мәндерінің жоғарылауы байқалады. Ал бөгеннің ықпалына ұшыраған Есіл өзенінің Волгодоновка ауылы тұстамасын (1967-2019 жж.) салыстыру нәтижесінде қамтамасыздығы 1, 3, 5, 10 % ең жоғары ағынды мәндерінің айтарлықтай өзгергендігін көрсетті. Нақтырақ айтқанда, Волгодоновка а. бекетінде сирек қайталанатын $Q_{1\%}$ ықтимал мәні 22%-ға, $Q_{3\%}$ ықтимал мәні 19%- ға төмендесе, жиі қайталанатын $Q_{5\%}$ ықтимал мәні 18%-ға, ал $Q_{10\%}$ қамтамасыздықтағы ықтимал мәні 14%-ға дейін жоғарылағанын көрсетті. Астана қ. тұстамасында әр түрлі қамтамасыздықтағы ең жоғары ағынды шамасының жоғарылауы байқалды. Ал, Петропавл қ. тұстамасында $Q_{1\%}$ ықтимал мәні 27%-ға, $Q_{3\%}$ ықтимал мәні 12%- ға, жиі қайталанатын $Q_{5\%}$ су өтімі 5%-ға жоғарыласа, тек $Q_{10\%}$ қамтамасыздықтағы су өтімі 5%-ға дейін

төмендегінін көрсетті. Демек, ең жоғары ағынды өзгерісінде белгілі бір заңдылық жоқ.

Алап өзендерінің ең жоғары ағындысының статистикалық параметрлерінің өзгеріске ұшырауы және ең жоғары ағынды мәндерінің төмендеуі басым жағдайда антропогендік факторлардың әсерінен болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Төменде сурет 10-да Есіл өзенінің ұзындық бойына ең жоғары ағындысының өзгерісі берілді.



Сурет 10 - Есіл өзенінің бастауынан сағасына дейінгі бекеттердің ұзындық бойынша Q_{max} өзгерісі

Сурет 10-да көрсетілгендей, Есіл өзенінің бойындағы бекеттерде қамтамасыздығы 1%, 3% және 5% ең жоғары су өтімдерінің өзгерісіне талдау жасайтын болсақ, Вячеслав су қоймасына дейінгі тұстамаларда су өтімінің ықтимал мәндері 114 $м^3/с$ пен 1200 $м^3/с$ аралығын қамтыса, Астана қ. тұстамасынан кейін өзеннің ұзына бойына Каменный Карьер және Тоқсан би бекеттеріне дейін ең жоғары су өтімінің ұлғаюы 4602 $м^3/с$ дейін жетсе, ал одан ары қарай Сергеев су қоймасынан кейін қайтадан ағынды төмендейді, тіпті Петропавл, Долматов тұстамаларында Тоқсан би тұстамасының ең жоғары су өтімінің мәндеріне қарағанда екі есе азаяды деуге болады.

2.2 Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына адамның шаруашылық іс-әрекетінің әсері

Климаттық жағдайының, топырақ және өсімдік жамылғысының ерекшеліктеріне байланысты өзен алаптары адамның шаруашылық жүргізуіне қолайлы болып келеді. Өзен алаптарында жүргізілетін шаруашылық іс-әрекеттер алуан түрлі. Су шаруашылығы шаралары кешендерінің басым бөлігі өзендер ағындысын және алаптың су теңдестігін реттеуге бағытталады. Бөгендер тұрғызудың нәтижесінде төменде жатқан учаскелердің ағындысы реттеледі. Ылғалдылығы жеткілікті зоналарда бөгендер ағындыны жылдың суы мол маусымдарынан суы аз маусымдарына қайта үлестіру үшін тұрғызылады [78].

Қарастырылып отырған жұмыстың алғашқы тарауында келтірілгендей, Есіл өзенінің ағындысы шаруашылықтың түрлі салаларында кеңінен пайдаланылады және өзен алабындағы елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындарды сумен қамтамасыз ету үшін Қазақстан шегінде Есіл өзенінде көпжылдық, маусымдық және уақытша реттеу типіндегі су қоймалар бар.

Есіл өзенінің ең жоғары ағындысына ықпал ететін антропогендік әсерді анықтау үшін, салынған су қоймалардан кейін орналасқан кейбір тұстамалардың мәліметтері келтірілген болатын және ағындыға әсерін бағалау жұмыстары (3-6) формулалар көмегімен есептелді. Олар: Есіл өзені бойындағы: Волгодоновка, Астана, Державинск, Петропавл және Шортанды өзеніндегі Шортанды ауылы тұстамалары.

Өзен ағындысына адамның шаруашылық іс-әрекетінің бар-жоқтығы 2 суретте тұрғызылған жиынтық интеграл қисықтары арқылы бағаланып, шаруашылық іс-әрекеттің басталу датасы анықталды және сурет 6-да көрсетілгендей, екі кезеңге бөліп қарастырылды. Есіл өзені алабы бойынша табиғи және бұзылған кезеңдердің шамаланған бұзылу датасы 1966 жылға сәйкес келеді. Мұны Есіл өзені алабында ірі су қоймаларында 1960 жылдардан бастап гидроқұрылыс жұмыстарының басталып, суды ұстап тұру мен бөгеннің қазаншұңқырын толтыруға кететін су шығынын ескерсек, ең жоғары ағындының өзгерісі антропогендік іс-әрекеттің ықпалынан болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Ең жоғары ағынды мәліметтерін талдау нәтижелері суқоймалардың ағындыны реттегіштік әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Есіл алабы өзендерінде суқойма салынған жылдардан кейін ең жоғары ағындының төмендегендігі байқалды. Мысалы, Есіл өзені-Астана қаласы бекетінде 1945-1966 жж. ең жоғары ағындының мәні 358 $м^3/с$ болса, 1967-2019 жж. 150 $м^3/с$ көрсетті. Мұның себебін суқойма қазаншұңқырын толтыруға кететін су шығынымен және су бетінен булану мөлшерінің артуымен, сонымен қатар шаруашылықтың түрлі салаларындағы су пайдаланылуымен байланыстыруға болады. Ал, ең жоғары ағындының қалпына келтірілген табиғи-шартты (1967-2019 жж.) кезеңімен салыстырсақ, ең жоғары ағындының мәні 310 $м^3/с$ құрайды.

Есептеулер нәтижесі Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының табиғи (1945-1966 жж.) және бұзылған (1967-2019 жж.) кезеңде айтарлықтай айырмашылыққа ие екендігін көрсетті. Атап айтқанда, Есіл өз. –Волгодоновка ауылы, Есіл өзені - Астана, Есіл өз. – Державинск қаласы, Шортанды өзені-

Шортанды ауылы тұстамалары бойынша ең жоғары ағынды шамасы бұзылған кезеңде (табиғи кезеңмен салыстырғанда) сәйкесінше 54%, 52% және 34 %, 32%-ға төмендеген. Ең жоғары ағынды мөлшерінің төмендеуі су қоймалардың салынуымен тікелей байланысты, осы орайда ағынды төмендетуші негізгі себептерге су қойманы толтыруға жұмсалатын су шығындарын, суқойма бетінен буланuға кететін су шығындарын және судың фильтрацияға жұмсалуын жатқызуға болады, сондай-ақ бөгеннің реттеушілік сипатын айтуға болады.

Табиғи-шартты кезең мен табиғи кезеңді салыстыру нәтижелері соңғы жылдардағы ең жоғары ағынды мөлшерінің азайғандығын көрсетіп отыр, оның басты себебі ретінде қазіргі таңдағы өзекті ғылыми мәселелердің біріне айналған климаттық өзгерістердің орын алуын алға тартуға болады.

2.3 Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына климаттық өзгерістің әсері

1884 жылы белгілі географ әрі климатолог А.И. Воейковтың «Реки России», «Климаты земного шара, в особенности России» және т.б еңбектері жарық көре бастады. 1882 жылы болған конференцияда А.И. Воейков алғаш рет гидрологияға қатысты пікірлерін білдіре бастаған, «өзендер – климаттың өнімі. Түскен судың бір бөлігі топырақ, су немесе өсімдіктер бетінен буланады, басқа бөлігі топырақ беті бойынша ағып, терең қабаттарға өтеді. Содан кейін ірі ағындарға - өзендерге жиналады... осылайша, өзендерді климат өнімі ретінде қарастыруға болады» деп тұжырымдаған [79].

Климат - кез келген мемлекет халқының әл-ауқаты, денсаулығы мен гүлденуі үшін өмірлік маңызы бар табиғи ресурс. Ұлттық гидрометеорологиялық қызмет жинайтын, басқаратын және талдайтын метеорологиялық ақпарат осы ақпаратты пайдаланушыларға, оның ішінде шешім қабылдайтын тұлғаларға қазіргі климаттық жағдайларды және климаттың өзгеруін ескере отырып, кез келген қызметті жоспарлауға көмектеседі. Метеорологиялық және климаттық өзекті ақпаратты пайдалану қауіптер мен шығындарды азайтуға ықпал етеді және әлеуметтік-экономикалық жағдайды оңтайландырады.

Климаттың сипатты ауа температурасының үлкен амплитудалары және жауын-шашынның аз мөлшері оның шұғыл континенталдығының айқын көрінісі болып табылады. Климаттың кішігірім өзгерістерінің өзі айқын білінетін гидрологиялық салдарларға алып келуі мүмкін, мысал ретінде су тасқыны шамасы мен оның қайталану жиілігін келтіруге болады [80]. Бірақ өзендердің су мөлшеріне тек климат қана емес, сонымен қатар жер бетінің құрылымы да әсер етеді, өйткені өзендердің алабы мен ағысы жер бедеріне тікелей байланысты. Өзен суының мол не аз болуын білу үшін кемінде 20-30 жылды құрайтын тұрақты түрдегі зерттеу жұмыстарын жүргізу керек, өйткені өзен суы ауа райына қарай әрдайым құбылып тұрады.

Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның (ДМҰ) зерттеу дерегі бойынша 2018-2022 жж. жаһандық орташа температура 1850-1900 жж. орташа көрсеткіштен 1,17±0,13 ºС жоғары деп бағалаған [81]. Климаттың өзгеруі гидрологиялық циклдің күшеюі арқылы су тасқыны қаупін арттырады деп

күтілуде, бұл өзен су тасқынының көлеміне, жиілігіне және маусымына әсер етуі мүмкін [82].

Көптеген елдерде, әсіресе Балқан түбегінде, Оңтүстік Азияда және Африканың кейбір бөліктерінде, Оңтүстік және Орталық Америкада апатты су басулар және су тасқындары болды. Мұндай экстремалды құбылыстар жыл сайын климаттың табиғи өзгеруіне байланысты қалыптасады, бірақ бүкіл әлемде су басудың жоғары жиілігі атмосферадағы парниктік газдардың энергиясы әсерінен гидрологиялық циклдің үдеуінің салдарынан туындайды.

Қазақстанда орташа жылдық ауа температурасының көтерілуі орта есеппен алғанда әр 10 жылға 0,32 ºС құрайды. Қазақстан аймағындағы климаттың жылыну қарқыны Қазгидромет ұйымының деректеріне сәйкес, 2020 жылы орташа жылдық ауа температурасының аномалиясы 1961-1990 жж. (5,4 ºС) ұзақмерзімді орташа мәннен +1,92 ºС құраған және 2019 жылға қарағанда 0,42 ºС жоғары болған [83]. Өзендер ағындысының көпжылдық тербелісі мен ауа райы тербелісінің мәселелері арасында тығыз байланыстың бар немесе жоқтығы әлі күнге дейін толық шешімін тапқан жоқ.

Климаттың өзгеруін бағалауға бағытталған көптеген жұмыстарда, негізінен, ауа температурасы мен атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық тербелістері зерттеледі, өйткені осы метеоэлементтер бойынша бақылаудың ең ұзақ мерзімді және сенімді мәліметтері жинақталған [84-86]. Аспаптық бақылаудың көпжылдық қатарының жинақталуы соңғы жылдары болған климаттық өзгерістерге объективті талдау жасауға мүмкіндік береді.

Қарастырылып отырған жұмыста біздің еліміз үшін стратегиялық маңызы үлкен аймақ, астанамыз Астана қаласын кесіп өтетін Есіл алабындағы өзендерге климаттың заманауи өзгерісінің тигізіп жатқан әсерін анықтау және оны бағалау барысында өзен ағындысы, ауа температурасы және атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық тербелісі, жылішілік ауа температурасы, жауын-шашын өзгерісінің өзен режиміне әсері қарастырылды.

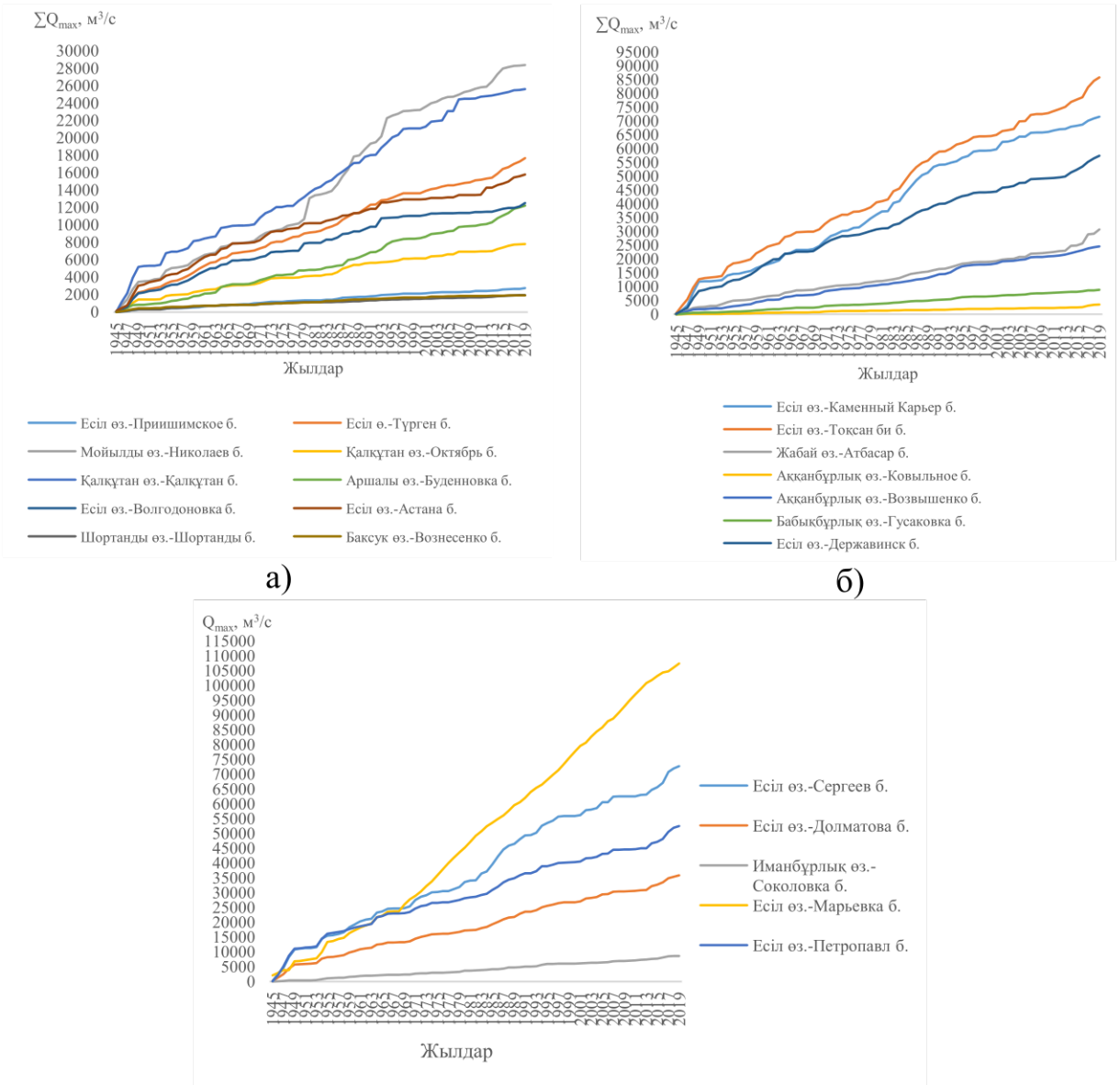
Есіл өзені бойында орналасқан 3 метеостанция климаттық сипаттамаларды анықтау үшін таңдалды: орманды-дала зонасы үшін - Петропавл, орташа-шөл далалы зонасы үшін - Атбасар, құрғақ далалы зонасы үшін - Астана қаласы.

Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысын бағалауда статистикалық тексеру нәтижесі бойынша [87, 88] алаптағы кейбір бекеттер параметрлік және параметрлік емес критерийлер бойынша біртекті деп танылғанымен, осы бекеттер бойынша тұрғызылған жиынтық интеграл қисықтарынан XX ғасырдың 80 жылдарынан бастап сыну нүктелерін байқауға болады, ол, өз кезегінде, ағынды мәндеріне климаттық өзгерістердің ықпалын бағалауға мүмкіндік берді.

Климаттық элементтердің Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына әсерін бағалау үшін, қарастырылып отырған аудан бойынша РМК «Казгидромет» мекемесіне қарасты метеостанциялардың (Астана, Атбасар, Петропавл) ауа температурасының, жауын-шашынның мәліметтері http://www.meteo.ru [89] және http://www.pogodaiklimat.ru [90] сайтынан жүктеп алынды.

Есіл алабында ағынды шамаларының ең жоғары мәндері, көктемгі су тасу фазаларының байқалуы, оның су басуға ұласуы, әдетте, сәуір мамыр айларына сәйкес келеді, сол себепті климаттық өзгерістердің ең жоғары ағындыға әсерін бағалау мақсатында метеорологиялық элементтердің сәуір және мамыр айларындағы мәндері алынды.

Жоғарыда атап өткендей, Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының өзгеріс заңдылықтарын анықтау үшін негізгі 22 гидрологиялық бекет таңдап алынды және 1945-2019 жылға дейінгі табиғи-шартты кезеңге келтірілген ең жоғары ағынды қатары бойынша жиынтық интеграл қисықтары тұрғызылып, сурет 11-де берілді.



а) МС Астана; б) МС Атбасар; в) МС Петропавл

Сурет 11 - Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағынды жиынтық интеграл қисығын метеостанциялар бойынша топтау

Сурет 11-де көрсетілгендей, Есіл алабы өзендерінде орналасқан 22 бекеттің ең жоғары ағынды қатарларының жиынтық интеграл қисықтарын Астана, Атбасар және Петропавл метеостанциялары бойынша топтау кезінде 1980 жылдардан ағынды мәндерінің өзгерістері байқалды, нақтырақ айтқанда, Астана метеостанциясына қарасты гидробекеттердегі ең жоғары ағындының өзгерістері 1980 жылдардан басталса, Атбасар және Петропавл метеостанцияларына қарасты гидробекеттерде ағынды шамалары 1982 жылдардан бастап өзгеріске ұшырағанын байқауға болады. Бұл жағдайды климаттық элементтердің өзгерісімен байланыстырып, метеорологиялық параметрлердің өзгеруін бағалау үшін ауа температурасы мен жауын шашынның бақылау қатарлары екі кезеңге бөлінді: 1980 жылға дейінгі және 1981-2019 жж аралығы.

Зерттеу нәтижелері бойынша Астана метеостанциясында жылдың жылы кезеңінде IV-V айларда байқалған ауа температурасының жүрісінде 1980-ші жылдарға дейін тренд сызықтарының статистикалық мәні жоқ, тіпті мамыр айында теріс мәндерге ие, алайда одан кейінгі кезеңде тренд сызығының көтерілгендігін байқаймыз. Тренд сызығы 10 жылдық жылжымалы орташа ауа температурасының аномалиясы бойынша тұрғызылды. 1981-2019 жж. аралығы бойынша трендтің статистикалық мәні бар. Сызықтық тренд дисперсиясындағы үлесін көрсететін детерминация коэффициенттері сәуірде 0,70, алайда мамыр айында 0,09 тең. Ауа температурасының жылдың жылы кезеңі сәуір айы бойынша жылыну қарқыны 0,9 ºС/10 жыл болса, мамыр айында жылыну қарқыны 0,2 ºС/10 жыл.

Атбасар және Петропавл метеостанцияларында бақыланған ауа температурасының сәуір, мамыр айларындағы тербелісін қарастырсақ, 1982 жылдарға дейінгі кезеңге қарағанда біршама өскендігі байқалады. Нақтырақ айтқанда, сәуір айларында тренд сызығының мәндері біршама жоғары, Атбасар метеостанциясында детерминация коэффициенті 0,61 тең, яғни ауа температурасы 0,7 С/10 жылдыққа өссе, Петропавл МС бойынша сәуір айында детерминация коэффициенті 0,47 тең, ауа температурасы 0,6 С/10 жылдыққа өскенін қосымша В-дан көруге болады.

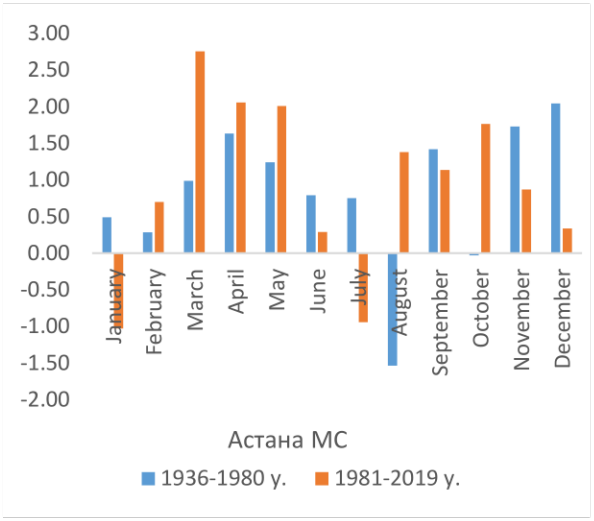
Жоғарыда аталған метеостанциялар бойынша сәуір-мамыр айларында байқалған атмосфералық жауын-шашынның жоғарылауы аса жоғары емес екендігі қосымша Г көрсетілген. 1981-2019 жж. аралығындағы жауын-шашын мөлшерін талдау барысында Астана МС сәуірде 3,2 мм/10 жылдыққа, ал мамыр айында небәрі 0,3 мм/10 жылдыққа көтерілген. 1983-2019 жж. кезеңінде Атбасар МС сәуір айында 10 жылда 3,7 мм, мамыр айында 1,6 мм артқан. Петропавл МС бойынша жауын-шашын мөлшері сәуірде 4,1 мм/10 жылдыққа, ал мамыр айында 10 жылда 2,0 мм жоғарылағанын байқауға болады. Детерминация коэффициені 0,66, статистикалық мәні бар. Демек, Есіл өзені алабының басты климаттық ерекшеліктерінің бірі жылы айлар үшін жоғары ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің аздығы дегенді растайды, жауын-шашынның тренд сызығының статистикалық мәндері жоғары емес, әртүрлі бағыттағы өзгеру үрдісі байқалған. Мұның себебін түрлі зерттеу жұмыстарынан қарастырып көрсек [91], ғаламдық ауа температурасы жоғарылаған кезеңде

экватор мен полюс арасындағы ауа температурасының айырымы төмендейді. Бұл атмосфералық қысымның қайта құрылуына және жалпы атмосфералық циркуляцияның өзгеруіне алып келеді, бұл өз кезегінде жауын-шашын режиміне ықпалын тигізеді.

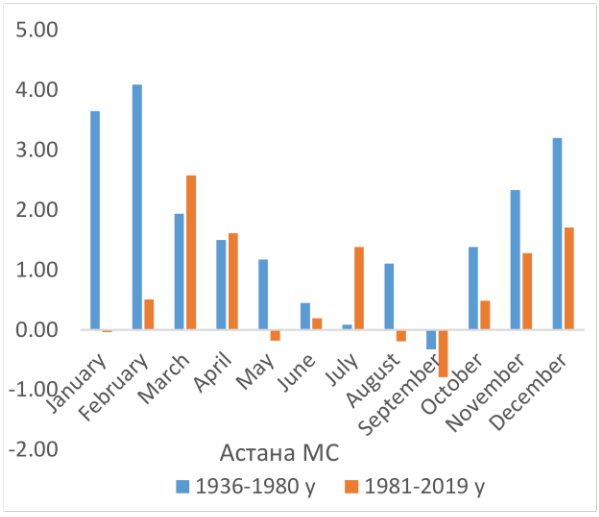
Қосымша Д көрсетілгендей, Есіл алабы бойынша орташа жылдық ауа температурасының базалық кезеңдегі (1991-2020 жж.) қалыпты мәннен ауытқуы 3 метеостанция бойынша да айтарлықтай, ал жауын-шашынның мөлшері таңдалып алынған метеостанциялар бойынша базалық кезеңмен салыстырғанда айтарлықтай мәнге ие емес. Орташа жылдық ауа температурасының тренд сызықтарының статистикалық мәні бар, олар 0,89-0,94 аралығын көрсетсе, жылдық жауын-шашынның детерминация коэффициенттері 0,68-0,72 аралығында. Байқағанымыздай, ауа температурасы мәндерінің жоғарылауы, қарастырылып отырған аймақтың ең жоғары ағындысына, көктем мезгіліндегі қардың қарқынды еруіне ықпал ететіндігі сөзсіз. Бұл графиктен Есіл алабында 2014 жылғы апатты су басудың орын алуына және 2017 жылғы Жабай өзені Атбасар қаласындағы Айдабол бөгетінің жарылуына да ауа температурасының күрт көтерілуі мен жауын-шашынның қалыпты мәннен айтарлықтай жоғары болуы әсер етті деп айтуға негіз бар екендігін көруге болады.

Көбінесе жылдық көрсеткіштер, ағындының, сондай-ақ метеорологиялық параметрлердің жыл ішінде болатын өзгерістерін нақты көрсетпейді. Жоғарыда атап өткеніміздей зерттеу жұмысында ауа температурасының мәндері 1980-ші жылдардан кейін үлкен өзгеріске ұшырап, біршама жоғарылаған. Метеорологиялық деректерді талдау кезінде Манн-Кендалл сынағы, яғни, ол көбінесе тренд маңыздылығын бағалау үшін параметрсіз тексеру мақсатында қолданылады. Манн-Кендалл бойынша сараптама көбінесе климаттық мәліметтердің уақыт бойынша монотонды өзгерулерін көрсету үшін қолданылады. Манн-Кендалл (М-К) тесті параметрлік емес статистикалық көрсеткіш, метеорологиялық сипаттамалардың өзгеру тенденциясын көрсетеді, егер тенденция болған жағдайда таңба тенденциясы үнемі өсу немесе үнемі төмендеу тенденциясын көрсетуге негізделген. Монотонды өсу (төмендеу) тренді тренд сызықтық болмаса да уақыт бойынша метеорологиялық сипаттаманың біртіндеп өсуін (төмендеуін) көрсетеді. Манн-Кендалл сынағы туралы толық сипаттамалар көптеген жұмыстарда қарастырылған [92,93].

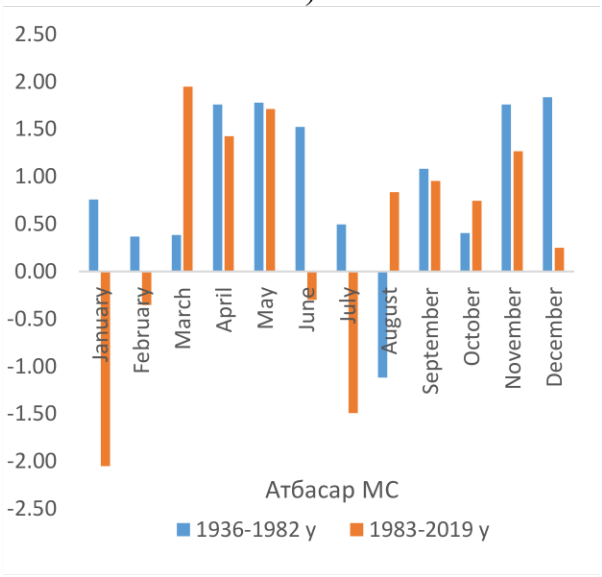
Ауа температурасының және атмосфералық жауын-шашынның жыл ішіндегі өзгерісінің маңыздылығына Манн-Кендаллдың Z-статистикалық сынағы арқылы талдау жасалды. Тренд сызығына талдау жүргізу сынағының жиынтық нәтижелері сурет 12-де көрсетілген.



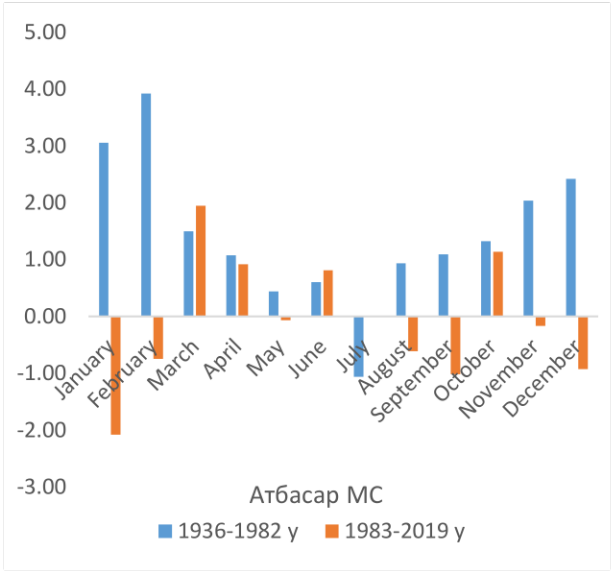
а)



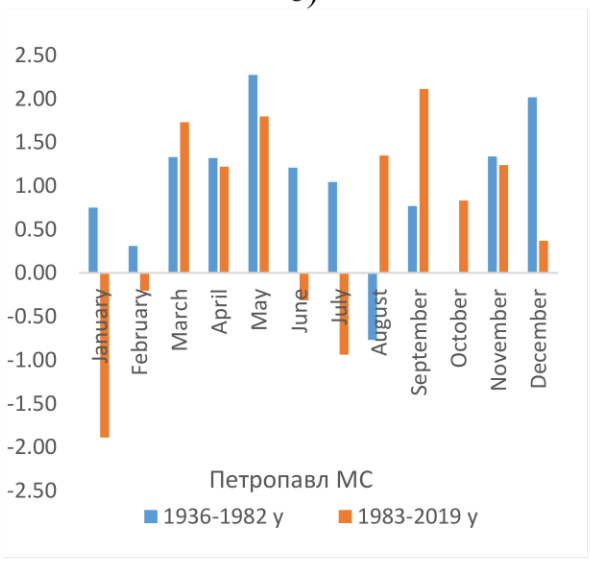
ә)



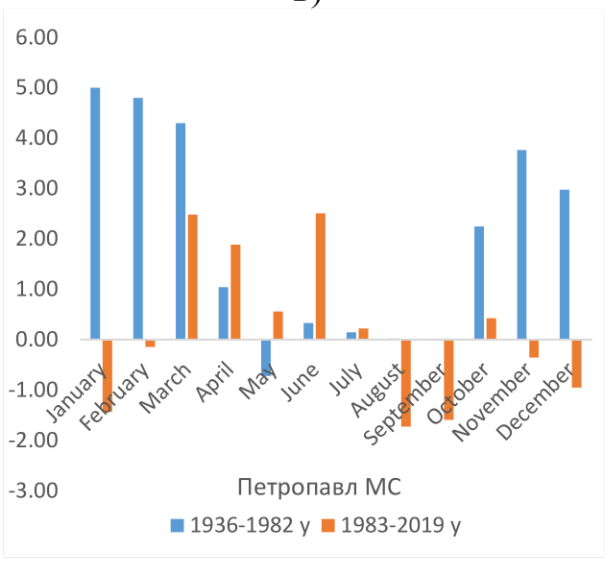
б)



в)



г)



д)

(а, б, г) ауа температурасы

(ә, в, д) жауын-шашын

Сурет 12 - Манн - Кендалл сынағы (Z статистикасы)

Астана, Атбасар және Петропавл метеостанциялары бойынша Манн-Кендалл Z-статистикасы негізінде ауа температурасы мен жауын-шашын мәліметтері екі түрлі уақыт кезеңі үшін 1936-1982 жж. және 1983-2019 жж. қарастырылды.

Қарастырылған метеостанциялардағы ауа температурасы бойынша өзгерулер біртекті емес, теріс таңбалы трендтер ақпан, тамыз және қыркүйек айларында байқалады. Сурет 12-де байқағанымыздай трендтердің ай сайынғы сынақ нәтижелері жыл ішіндегі ауа температурасының орташа айлық мәндерінің өзгеруі де екінші уақыт кезеңі үшін (1983-2019 жж) көктем мезгілінде оң таңбалы трендтер басым болған, ол қарқынды жылынуды көрсетеді. Көктемгі кезеңде оң таңбалы трендтердің басым болуы алап шегіндегі су басуды қалыптастырушы фактор ретінде танылған қар жамылғысының қарқынды еруіне ықпал етеді. Барлық метеостанциялар бойынша ауа температурасының максималды қарқынды жылынуы басқа айларға қарағанда наурыз, сәуір, мамыр айларына тән екенін көрсетеді және оның салдары өзен режиміне айтарлықтай әсерін тигізген. Көктемгі айлардың қарқынды жылынуы аймақтағы өзендерінің гидрологиялық режиміне, зерттеу аймағы Есіл алабы өзендерінде су басудың сәуір және мамыр айларында көрініс беруіне, су тасудың басталу және аяқталу мерзімдеріне әсер ететіндігі анық.

Атмосфералық жауын-шашынның жыл ішіндегі өзгерісінің маңыздылығын аталған Манн-Кендаллдың Z-статистикалық сынағы арқылы тексеру барысында оң және теріс таңбалы трендтер барлық метеостанцияларда байқалған. Жауын-шашын мөлшерінің азаюы 1983-2019 жылдар аралығында 2 айдан 6 айға дейін байқалады. Бірінші уақыт кезеңінде (1936-1982 жж.) қыс және көктем мезгілдерінде жауын-шашын мөлшерінің артқанын көруге болады. 1983-2019 жылдар аралығында жауын-шашын мөлшерінің аз мәнді артуы, көбінесе төмендеуі байқалған.

Қол жеткізілген нәтижелерді Есіл алабына климаттың әсерін бағалау жөніндегі зерттеу жұмыстарымен салыстырсақ [94] көктемгі кезеңде ауа температурасының көтерілгендігін және атмосфералық жауын шашынның аз мәнді артуын, көбінесе төмендеуін растайды. Нақтырақ айтқанда, көктемгі кезеңде ауа температурасының 0,37ºС/10 жылда көтерілгені анықталған. Метеоэлементтер мәндерінің өзгеруі, бұл өз кезегінде су тасқыны кезіндегі ағындыға әсер ететіндігі сөзсіз. [95] зерттеу жұмысы бойынша 2050 жылға қарай Есіл өзені алабында орташа жылдық ауа температурасы осы алаптың көпжылдық нормасынан 2,5°С дейін көтерілуі мүмкін деп болжанған. Жылдың суық кезеңінде жауын шашын мәндерінің артуына қарамастан, көктемгі кезеңде ауа температурасының артуы қар ерудің ерте басталуына, қар қорының жиналуы мен топырақ тоңдану кезеңдерінің қысқаруына және ылғал қорының азаюына әкеледі. Келесі ғылыми жарияланым бағалауына сүйенсек [96] ауа температурасының айтарлықтай өзгерісі басқа да метеорологиялық сипаттамалардың өзгерісіне де, соның ішінде қар жамылғысы сипаттамаларының өзгерісіне де себепші болатыны табиғи жайт. Солтүстік Қазақстан аумағында қар жамылғысы қабатының өсу тенденциясының сақталғанын, қар жамылғысы биіктігінің төмендеу тенденциясын көруге болады.

Тек әрбір онжылдықтар бойынша қар қабатының ұлғаю коэффициенті климаттық өзгеріс айқын байқалған кезең үшін (1974-2012 жж.) 0,12 см/10 жыл дейін кемігені байқалған. Демек, Солтүстік Қазақстан аумақтары үшін қар жамылғысы және өзендерінің ең жоғары ағынды сипаттамаларының өзгерісі аймақтық ерекшеліктерге байланысты [97] болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Екінші тарау бойынша қорытынды

Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысы туралы гидрологиялық мәліметтерді жинау және талдау негізінде Есіл алабының негізгі өзендерінің ең жоғары ағындысы нақтыланып, алаптың гидрологиялық зерттелгендігі бағаланды. Зерттеу нәтижесінде Есіл өзені алабында орналасқан бекеттердің біркелкі емес орналасуымен, гидрологиялық бақылау қатарының жеткіліксіздігімен сипатталатындығы анықталды. Ал бұл сипаттамалар тиісінше ең жоғары ағындыны есептеу қателіктерінің шекті шамадан жоғары болуына ықпал еткендіктен, ең жоғары ағындыны бағалаудың бірнеше әдістері пайдаланылды.

Гидрологиялық сипаттамалардың бақылау қатарларын өңдеудің белгілі статистикалық әдістерін қолдану арқылы зерттелетін өзендердің, нақтырақ айтқанда Есіл алабы бойынша 22 бекеттің гидрологиялық қатары қалпына келтіріліп, ең жоғары ағынды қатарлары біртектілікке тексеріліп, ең жоғары ағынды қатарларының статистикалық параметрлері есептелінді және олардың дәлдігі анықталды. Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының сипаттамаларын есептік, табиғи, бұзылған және табиғи-шартты кезеңдер үшін анықталды. Әрбір кезең үшін Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының көпжылдық қатарлары сипаттамаларының өзгерістері анықталды. Табиғи-шартты кезең мен табиғи кезеңді салыстыру нәтижелері соңғы жылдардағы ең жоғары ағынды мөлшерінің азайғандығын көрсетіп отыр, талдау нәтижелері суқоймалардың ағындыны реттегіштік әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Табиғи және бұзылған кезеңдердің шамаланған бұзылу датасы 1966 жылға сәйкестендірілді.

Есіл өзені бойындағы: Волгодоновка, Астана, Державинск, Петропавл және Шортанды өзені – Шортанды ауылы тұстамаларына суқойманың әсері бағаланды. Есептеулер нәтижесі Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының табиғи (1945-1966 жж.) және бұзылған (1967-2019 жж.) кезеңде айтарлықтай айырмашылыққа ие екендігін көрсетті. Атап айтқанда, Есіл өз. – Волгодоновка ауылы, Есіл өзені - Астана, Есіл өз. – Державинск қаласы, Шортанды өзені-Шортанды ауылы тұстамалары бойынша ең жоғары ағынды шамасы бұзылған кезеңде (табиғи кезеңмен салыстырғанда) сәйкесінше 54%, 52% және 34 %, 32%-ға төмендегенін көрсетті. Ең жоғары ағынды мөлшерінің төмендеуі су қоймалардың салынуына тікелей байланысты, осы орайда ағынды төмендетуші негізгі себептерге су қойманы толтыруға жұмсалатын су шығындарын, суқойма бетінен булануға кететін су шығындарын жатқызуға болады, сондай-ақ бөгеннің реттеушілік сипатын айтуға болады.

Алап өзендерінің ең жоғары ағындысының статистикалық параметрлерінің өзгеріске ұшырауы антропогендік және климаттық факторлардың әсерінен болуы мүмкін деген тұжырым жасалды. Мәселен, Есіл өзені алабындағы көктем айларында су басу апатты гидрологиялық құбылысының көрініс беруіне климаттық факторлардың әсері бар екендігі анықталды. Нәтижесінде өзен ағындысына климаттық факторлардың әсерін бағалау екі кезеңге (1945-1980 жж дейінгі және 1981-2019 жж. кейінгі) бөлу арқылы және зерттеу аймағында су басу апатты гидрологиялық құбылысының сәуір, мамыр айларында көрініс беруі себепті осы айлардың метеоэлементтеріне есептеу жұмыстары жүргізілді. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде бірінші уақыт кезеңдеріне қарағанда XXI ғасырдың 80-жылдарынан бастап ауа температурасының көтерілгендігін көрсетті және оның салдары өзен режіміне айтарлықтай әсерін тигізген. Ал аталған екінші уақыт кезеңінде атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің аз мәнді артуы, көбінесе төмендеуі байқалған. Астана, Атбасар және Петропавл метеостанцияларында жылдың жылы кезеңі IV-V айларда байқалған ауа температурасының жүрісінде 1980-ші жылдарға дейін тренд сызықтарының мәні жоқ, тіпті мамыр айында теріс мәндерге ие, алайда одан кейінгі кезеңде тренд сызығының көтерілгендігін байқаймыз. Тренд сызығы 10 жылдық жылжымалы орташа ауа температурасы бойынша тұрғызылды. Астана МС бойынша 1981-2019 жж. аралығы бойынша трендтің статистикалық мәні бар деуге келеді. Сызықтық трендтің айнымалының дисперсиясындағы үлесін көрсететін детерминация коэффициенттері сәуірде 0,70, алайда мамыр айында 0,09 тең. Ауа температурасының жылдың жылы кезеңі сәуір айы бойынша жылыну қарқыны 0,9 С/10 жыл болса, мамыр айында жылыну қарқыны 0,2 С/10 жыл. Атбасар және Петропавл метеостанцияларында бақыланған ауа температурасының сәуір, мамыр айларындағы тербелісін қарастырсақ, 1982 жылдарға дейінгі кезеңге қарағанда біршама өскендігі байқалады. Нақтырақ айтқанда, сәуір айларында тренд сызығының мәндері біршама жоғары, Атбасар метеостанциясында детерминация коэффициенті 0,61 тең, яғни ауа температурасы 0,7 ºС/10 жылдыққа өссе, Петропавл МС бойынша сәуір айында детерминация коэффициенті 0,47 тең, ауа температурасы 0,6 ºС/10 жылдыққа өскенін көрсетті.

Ауа температурасының жыл ішіндегі өзгерісінің маңыздылығын Манн-Кендаллдың статистикалық сынағы арқылы тексеру барысында басқа айларға қарағанда наурыз, сәуір, мамыр айларында ауа температурасының мәні қарқынды көтерілген және оның салдары өзен режиміне айтарлықтай әсерін тигізген. Атмосфералық жауын-шашынның жыл ішіндегі өзгерісінің маңыздылығын аталған Манн-Кендаллдың Z-статистикалық сынағы арқылы тексеру барысында оң және теріс таңбалы трендтер барлық метеостанцияларда байқалған. Бірінші уақыт кезеңінде қыс және көктем мезгілдерінде жауын-шашын мөлшерінің артқанын көруге болады. Екінші уақыт кезеңінде жауын-шашын мөлшерінің аз мәнді артуы, көбінесе төмендеуі байқалған. Демек Солтүстік Қазақстан аймақтары үшін метеорологиялық элементтердің өзгерісі аймақтық ерекшеліктерге байланысты болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

3 ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ЕҢ ЖОҒАРЫ АҒЫНДЫСЫН БАҒАЛАУ

3.1 Заманауи ГАЖ технологиясының мүмкіндіктері

География ғылымдарына жаңа ақпараттық әдістерді қарқынды енгізу қазіргі кезде жиі байқалуда. Әдетте бұл дәстүрлі әдістермен салыстырғанда, географиялық нысандар мен құбылыстарды бейнелеудің, талдаудың және модельдеудің үлкен мүмкіндіктеріне ие геоақпараттық технологияларды (ГАЖ-технологияларды) пайдаланумен байланысты.

Картографиялық және тақырыптық деректер базасын құру, әртүрлі иерархиялық деңгейдің және аумақтық қамтудың географиялық ақпараттық жүйелерін (ГАЖ) әзірлеу мен енгізуде қазіргі заманғы ақпараттық технологияларды пайдаланбау мүмкін емес. Оларды қолдану географиялық міндеттерді шешуде, қол жеткізілген нәтижелерді сапалы деңгейде шығаруға мүмкіндік береді [98]. Гидрологияда картографиялық кескіндеу әдісі өткен ғасырдың I жартысынан бастап қолданыла бастады. Аталған әдіс гидрологиялық сипаттамалардың кеңістіктік таралуын бейнелейтін карталарды құру мен оларды пайдалануға негізделген. Алайда, осы уақытқа дейін дәстүрлі формада орындалып келген бұл әдіс карта жасау және картометриялық жұмыстардың күрделілігі мен жұмыс көлемінің ауқымдылығына байланысты кеңінен қолданылмады. Картографиялық кескіндеу әдісі жаңа компьютерлік технологиялардың дамуына байланысты посткеңестік елдерде XXI ғасырдың басынан бастап, кеңістіктік мәліметтерді өңдеуде гидрологияда қайтадан кеңінен қолданысқа ие болды [99].

ГАЖ су ресурстарын зерттеуде, соның ішінде алаптарды бөлуде, морфометриялық талдауда, сондай-ақ су ресурстарын сандық және сапалық бағалауда тиімді құрал болып саналады [100]. Қазіргі уақытта сандық технологиялардың дамуы және қашықтықтан зондылау деректерінің кеңінен қол жетімділігі нәтижесінде Жер бедерін ландшафт құраушы фактор ретінде егжей-тегжейлі бағалауға мүмкін болды [101]. Жер бедерінің сандық модельдері (ЖБСМ) жер бедерінің көрінісін топографиялық тұрғыда талдайтын, гидрологиялық атрибуттарды алудың ең маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылатын топографиялық сипаттамаларды анықтау үшін кеңінен қолданылады, ЖБСМ арқылы құрғақ алқаптардың (бассейндер мен дренаждық жүйелер) сипаттамаларын сәйкестендіруге болады. Гидрологиялық зерттеулерде ЖБСМ дренаждық желіні, су жинау алабын анықтау үшін жиі қолданылады [102]. The Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) түсірілімі 30 м дәлдікпен жер бетін 60 º с.е. және 56º о.е. аралығын қамтитын су алаптарын бөлу және гидрологиялық зерттеулерде кеңінен қолданылатын қол жетімді ЖБСМ қамтамасыз етеді [103, 104].

Қазіргі таңда су басу гидрологиялық қауіпті құбылысын бақылауда ғарыштық мониторинг кеңінен таралуда, бұл өз кезегінде су тасқыны жағдайының дамуын бақылауға, масштабы мен зиянын бағалауға, ал кейбір жағдайларда су басу қаупін болжауға мүмкіндік береді. Ғарыштық жүйелер арқылы су басу аймағын тез анықтауға, әлі де су басу қаупі бар әлеуетті жерлерді

айқындауға және су тасқынынан қорғану және оның зиянды салдарын төмендетуді жоспарлау арқылы болашақта су басудың алдын алуға болады.

Ғарыштық кескіндер (біреуі - су басуға дейін, екіншісі - су басу кезінде) белгілі бір координаттар жүйесіне қосылған, бұл суреттерді тиісті масштабтағы карталармен салыстыруды, сондай-ақ су басқан жерлердің ауданын дәл өлшеуді жүзеге асырады. Ғарыштан алынған ақпараттың рөлі гидрометеорологиялық бекеттер мен гидрологиялық тұстамалардың санының азаюы жағдайында арта түспек.

Мәселен, қашықтықтан зондылау мақсатында: «Метеор» ғарыш жүйесі; «Мұхит» әлемдік мұхитты зерттеу жүйесі; 287 «Ресурс» құрлық бетін зерттеу жүйесі; бірқатар отандық эксперименттік аппараттар, сондай-ақ АҚШ, Жапония геостационарлық гидрометеорологиялық спутниктерінің және еуропалық METEOSAT спутниктерінің халықаралық жүйесінің деректері пайдаланылады.

Жалпы алғанда, қашықтықтан зондылау мәліметтері арқылы гидрометеорологиялық сипаттағы қауіпті құбылыстарды бақылау ең кең таралған, өйткені су басу құбылысын сапалы болжау үшін тек ұлттық деректер жеткіліксіз. Ғарыштық бақылау құралдары негізінен кеңістікті кескіндеу мүмкіндігі 30 м құрайтын аппаратурамен сканерлік түсіру арқылы жүзеге асырылады. Жер бедерінің сандық моделін құру су басу қаупі бар аудандарды нақты анықтауға мүмкіндік береді. Су деңгейінің ағымдағы орташа биіктігінен төмен орналасқан барлық облыстар жоғары қауіпті аймақтар ретінде жіктеледі және осы аудандарда арнайы қорғаныс жұмыстары жүргізіледі. Осылайша, жерлерді жіктеу су басудан келтірілетін залалды төмендетуге ғана емес, сонымен қатар келесі су тасқыны жағдайында әлеуетті қаржылай шығындарды бағалауға мүмкіндік береді, бұл қауіптерді анықтау және сақтандыру шарттарын жасау кезінде маңызды.

ГАЖ технологиясының гидрологияда қолданылу мүмкіндіктеріне бағытталған және де Есіл өзені алабының негізгі гидрологиялық сипаттамалары жөніндегі ғылыми зерттеулерде [105-110] гидрологиялық деректер жеткіліксіз жағдайда ГАЖ технологиясын пайдалану, су қоймалардың гидрологиялық сипаттамаларын анықтау, гидрологиялық ақпараттарды графиктік және картографиялық түрде бейнелеу мәселелері қарастырылған.

Демек, соңғы жылдардағы мәліметтерді ескере отырып, заманауи әдістердің көмегімен зерттеліп отырған аймақтың гидрологиялық картасын дайындау және жан-жақты зерттеу өзекті екені сөзсіз.

Карта арқылы кез келген құбылыстың уақыттық және кеңістіктік таралуы жөніндегі ақпаратты беруге болады. Ол зерттеліп отырған құбылыстың үлгісін көрнекі түрде көрсетуге, бұрын жүргізілген зерттеулер нәтижесін қорытындылауға мүмкіндік береді, сонымен қатар осы құбылыстарды анағұрлым тереңірек зерттеудің басты құралы болып табылады.

Өзен алабының гидрологиялық сипаттамаларын ГАЖ көмегімен анықтаудың немесе нақтылаудың өзіндік артықшылықтары бар. Мәліметтерді өңдеудің кең мүмкіндіктеріне ие ГАЖ бағдарламаларының жалпыға бірдей қол жетімді және жетілдірілген жаңа нұсқаларын онлайн жүктеп алуға болады.

Есіл өзені алабының мәліметтер қатары жеткіліксіз болған жағдайда ағынды қабаты мен ағынды модульдерін анықтау мақсатында ГАЖ технологиялары мүмкіндіктері пайдаланылды. Бағдарламалық құрал ретінде ArcGIS 10.x платформасы таңдалды, ол кез келген аспаптық ГАЖ-дың барлық негізгі артықшылықтарына ие. Оларға графиктік ақпаратты енгізу мен өңдеу, автоматты үйлестіру, оверлейлік операцияларды қолдана отырып, кеңістіктік және уақыттық талдау, түрлі ауқымды ақпараттық материалды пайдалану, географиялық нысандарға кеңістіктік байлау мүмкіндігі бар тақырыптық деректер базаларын құру және манипуляциялау, тақырыптық карталарды құру және қорытынды ретінде дайын картографиялық өнімді алу жатады. Су нысандарының су жинау алабы, өзен ұзындығы, салаларының саны, олардың орналасу реті, көл айдыны, өзен алабы мен суқоймалардың ауданы, сондай-ақ берілген масштабтағы су нысандары мен олардың алаптарының картасын жасау сияқты гидрографиялық сипаттамаларын анықтау өте қиын міндет болып табылатыны белгілі. ГАЖ-технологияларын пайдалану бұл көрсеткіштерді жылдам және барынша дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Таңдалып алынған аумақ бірнеше кескінде және басқа аумақтарды да қоса алған жағдайда ArcGIS 10.x платформасында ЖБСМ кескіндері біріктіріліп, зерттеліп отырған аумақ шекарасына сай кесіліп алынды. ArcMap қосымшасына жүктеп алған кескіндерімізді енгізіп, ArcToolbox қосымшасындағы деректерді басқару құралындағы (Data Management Tools), Растр құралдар тобынан (Raster) Растрлық деректер жиынтығына (Raster Dataset) өту арқылы жүктеп алынған ЖБСМ кескіндерін біріктіруге болады. Растрлы деректер жиынтығы - растрларға арналған негізгі деректер үлгісі. Ол – бір немесе бірнеше арна болуы мүмкін пикселдердің ұйымдастырылған массиві. Бұл құралдар тобы көшіруге, растрлы деректер жиынтықтарын қосуға немесе жасауға арналған құралдарды ұсынады. Жаңа растрға мозаикалау (біріктіру) (Mosaic To New Raster) құралы көмегімен растрлық деректердің бірнеше жиынтығын жаңа растрлық дерек жиынтығына біріктіруге болады. Растр (Raster) құралдар тобындағы Растрды өңдеу (Raster Processing) құралы растрлық деректер жиынтығын пайдалануға дайындау бойынша тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді. Сондай тапсырмалардың бірі - кесу. Бұл (Clip) құрал растрлық деректер жиынтығының, мозаика деректері жиынтығының немесе суреттер сервисі қабатының бөлігін қиып алады, қосымша Е берілген.

ГАЖ технологияларын гидрологиялық зерттеулерде қолдану зерттеліп отырған аумақтың карталық негіздемесін таңдаудан басталды. Аумақтың карталық негіздемесін келесі ғаламтор сілтемелерінен алуға болады: https://www.earthexplorer.usgs.gov/, https://www.earthdata.nasa.gov/, http://www.sasgis.org/sasplaneta/ және т.б. Жұмыс жасау барысында аталған ғаламтор сілтемелерінің ішінен https://www.earthexplorer.usgs.gov/ таңдалып алынды. Аумақтың карталық негіздемесін жүктеп алу үшін көрсетілген сілтемеге өтіп, жер бетінің географиялық картасына өзімізге керек аумақ белгіленді. Жер бедерінің сандық сипаттамаларын таңдап жүктеп алу үшін мәліметтер жиыны (Data Sets) функциясының сандық биіктік (Digital Elevation)

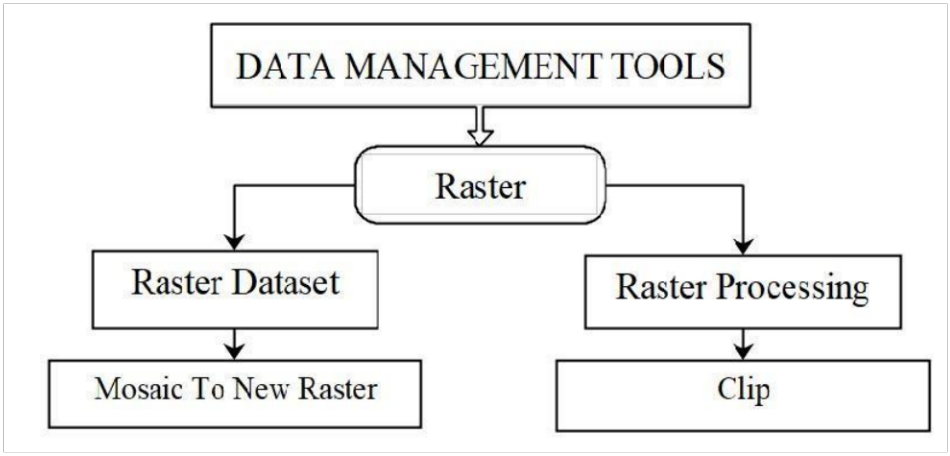
параметрінен GMTED 2010 сандық картасын белгілеп, нәтижелер (Results) функциясына өту арқылы көрсетілген барлық кескіндер жүктеп алынды.

Бағдарламалық құрал ArcGIS 10.x платформасы негізінде масштабы 1:1 000 000 болатын Есіл өзені алабының физикалық-географиялық және осы алаптағы статистикалық гидрологиялық сипаттамалар жөнінде мәліметтер беретін бекеттердің орналасу картасы сурет 1-де берілген, сонымен қатар алаптың ағынды қабаты мен ағынды модулінің сандық карталары жасалып, сурет 14-те ұсынылды.

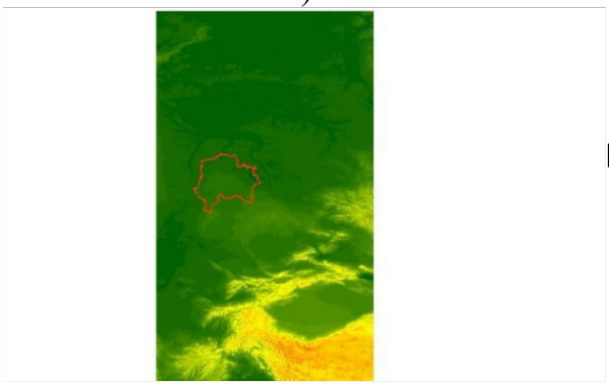
Картографиялық өнімді алу негізінде Есіл сушаруашылық алабының шекарасы, көлдер мен су қоймалар қабаттары полигональды түрде орындалды. Мұндай түрде орындалған объектілер алаптың пішіні мен көлемін бейнелеуге және оның ауданын жылдам анықтауға мүмкіндік береді. Өзендер қабаты - сызықтық нысан түрінде берілді. Аталған қабат өзеннің ұзындығын, салалардың санын анықтауға ыңғайлы. Ол екі әдіс: дәстүрлі және компьютерлік технологияның көмегімен жүзеге асырылды. Бекеттер қабаты – нүктелік нысан түрінде берілді. Ол арқылы бекеттердің бір-біріне қатысты орналасу қашықтығын, өзен сағасынан немесе бастауынан алыс-жақындығын анықтауға мүмкіндік бар.

Зерттеу нысанының әрбір нүктесінде бақыланатын нысандар мен құбылыстар үшін гидрологиялық параметрлер мәнін дәстүрлі әдістермен өлшеу қымбат және өте қиын, сондай-ақ уақытты талап етеді. Бірақ жаңа ақпараттық әдістерді қолдана отырып барлық аумақтарға берілуі мүмкін ықтимал мәндерді болжауға болады.

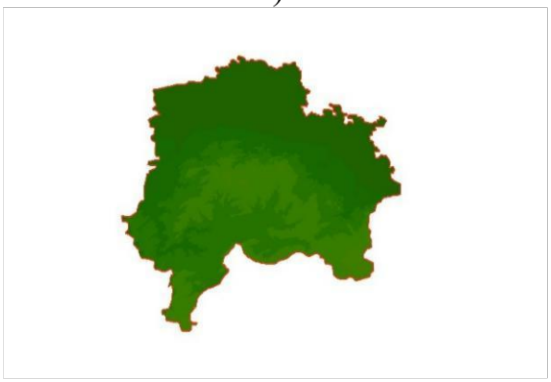
Зерттеу барысында ГАЖ технологиясының көмегімен Есіл өзені алабының ағынды қабаты мен ағынды модулінің таралуының сандық картасы тұрғызылды. Карта ArcGIS платформасында геоөңдеу моделін жасауға мүмкіндік беретін ModelBuilder қосымшасы арқылы жасалды. Кеңістікті талдау құралдарынан (Spatial Analyst Tools) Интерполяция (Interpolation) құралдар тобы таңдалынды. Ол бақылау бекеттері ретіндегі тірек нүктелерінде өлшенген мәндер бойынша үздіксіз (немесе болжанатын) растр бетін жасайды. Кері өлшенген қашықтық (IDW) әдісін қолдана отырып, нүктелердегі мәндерге негізделген растр беті интерполяциялынды. Бұл (IDW) құрал жер бедерінің формаларын бейнелеу және сандық өрнектеу үшін қызмет етеді. Растр бетіне контур сызықты объекті класын жасау үшін Бет (Surface) құралдар тобынан Контур (Contour) құралы таңдап алынды. Сызықтардың визуалды және картографиялық сапасын жақсарту және бұрыштарын тегістеу үшін Картография (Cartography) құралдарынан, Генерализация (Generalization) құралдар тобынан, Сызықты түзету (Smooth Line) құралы пайдаланылды сурет 13-те ұсынылды.



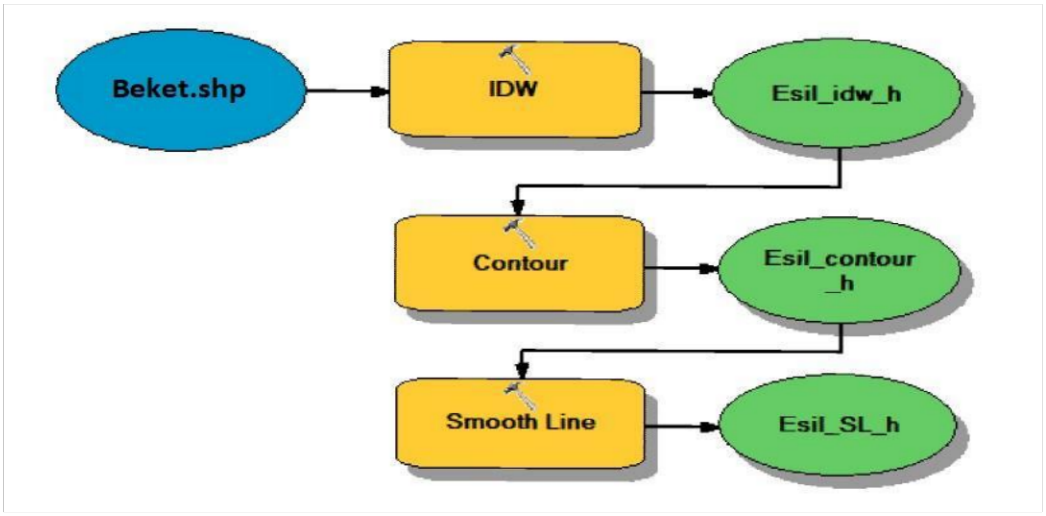
а)



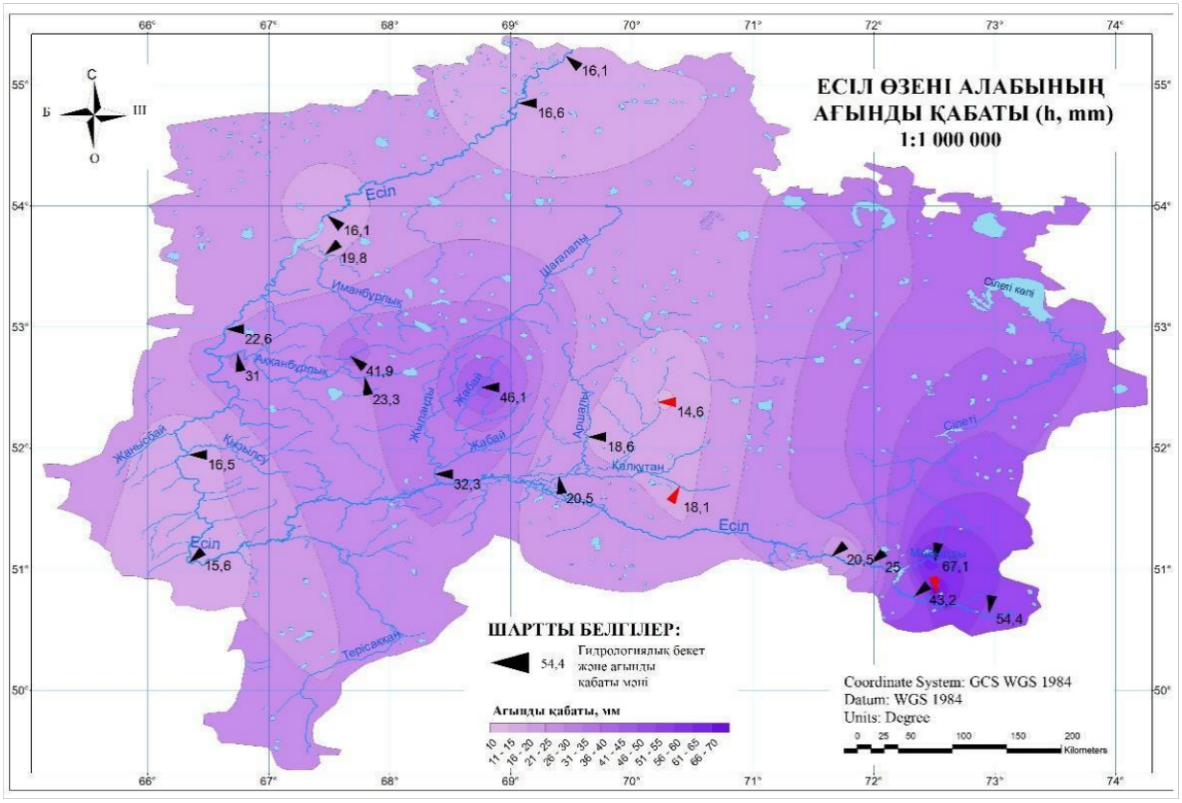
ә)



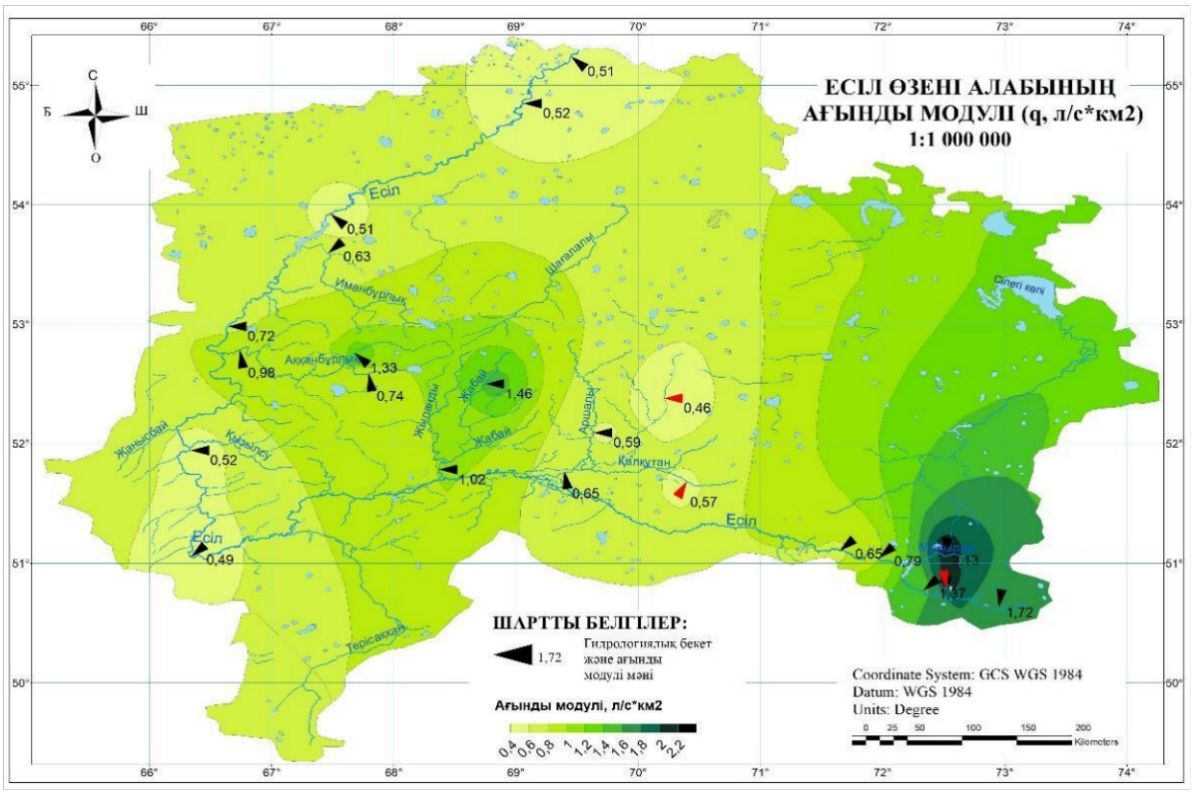
а) Деректерді басқару жиынының сұлбасы
ә) Есіл сушаруашылық алабының кесіліп алынған кескіні



Сурет 13 - ModelBuilder қосымша бағдарламасында жасалынған геоөңдеу моделінің сұлбасы



а)



ә)

Сурет 14 - Есіл өзені алабының ағынды қабаты (а) мен ағынды модулінің (ә) таралуының сандық картасы [111]

Суретте 14-те байқағанымыздай, алап бойынша ағынды қабатының (h) мәндері 14,6-67,1 мм аралығында болса, ағынды модулі (q) 0,46-2,13 л/с*км^2 мәндер шегінде жатқандығын көрсетті. [31, б.511-512] мәліметтермен салыстыру нәтижесі бұл мәндердің Есіл өзені алабына тән екендігін көрсетті. Бұл екі негізгі сипаттаманың – ағынды қабаты және ағынды модулінің біркелкі емес таралуы қарастырылып отырған аумақтың физикалық және географиялық ерекшеліктерімен түсіндіріледі [26, б.139, 27, б.113-114, 28, б.109].

ГАЖ технологияларының гидрологиялық зерттеулердегі мүмкіндіктерінің бірі гидрологиялық бекеттердегі бақылау мәліметтерін пайдалана отырып, зерттеліп отырған аумақтың барлық нүктелерінде (аумағында) мүмкін болатын гидрологиялық сипаттаманың картасын жасау. ArcGIS бағдарламасында Identify батырмасын жасалған картасының кез- келген нүктесіне (аумағына) басу арқылы өте қысқа уақыт ішінде Identify терезесінде сол нүктеге тән ағынды қабаты мәнін көруге болады Су режимінің карталары өзеннің сулылығын, ағындының сандық сипаттамаларын және кеңістік бойынша таралуын анық көрсетеді.

Алап өзендерінің ағынды қабаты мәндерінің соңғы жылдардағы өзгеру шамасы алдыңғы зерттеулермен салыстыру жұмыстары кесте 8-де берілді. 1960 жылдардағы жарияланған мәліметтер мен есептік кезеңге келтірілген 1945-2019 жж. үшін салыстыру нәтижесі төменде келтірілді.

Кесте 8 - Есіл алабы өзендерінің ағынды қабатының параметрлерін (есептік кезең 1945-2019 жж.) [26, б.139, 27, б.113-114] мәліметтерімен салыстыру

№	Өзен-бекет	Мәліметтер [26, б.139, 27, б.113-114]		1945-2019 жж. есептік кезеңі		Есептік кезең параметрлерінің (1945-2019 жж.) [26, б.139, 27, б.113-114] мәліметтерінен ауытқу мәндері, %	
		h, мм	Cv	h, мм	Cv	h, мм	Cv
1	2	3	4	5	6	9	10
1	Есіл – Ударное а.	49,3	0,99	55,1	0,79	+10,5	-25,3
2	Есіл – Астана қ.	23,0	0,97	20,8	0,90	-9,56	-7,78
3	Есіл - Каменный Карьер а.	13,5	1,13	16,8	0,83	+19,6	-36,1
4	Есіл – Петропавл қ.	15,6	1,09	17,4	0,83	+10,3	-31,3
5	Қалқұтан –Қалқұтан а.	10,6	1,08	20,0	1,09	+47,2	+0,92
6	Жабай – Атбасар қ.	19,7	0,92	36,4	1,02	+45,8	+9,8
7	Аққанбұрлық - Возвышенка а. (Григорьевка)	17,0	-	32,0	0,60	+46,9	-
8	Иманбұрлық – Соколовка а.	15,6	1,02	20,7	0,94	+24,6	-8,51

1960 жылдардағы жарияланған мәліметтер мен есептік кезеңге келтірілген 1945-2019 жж. үшін салыстыру нәтижесінде алап өзендеріндегі ағынды қабаты (h, мм) мәндерінің ауытқуы +47,2% дан -9,56 % аралығында өзгергендігі анықталды. Жалпы алғанда, ағынды қабатының мәндері соңғы жылдарда көтерілгендігі байқалады. Ал вариация коэффициентінің өзгергіштігі +0,92% дан -36,1 %-ға дейін төмендегенін байқауға болады. Құрастырылған карта нәтижесі бойынша Есіл өзенінің орта ағысындағы оң жақ жағалауынан келіп құятын Жабай, Қалқұтан, Аққанбұрлық сияқты ірі салаларындағы ағынды мәндерінің алдыңғы зерттеу нәтижелерімен салыстыру ағынды қабатының екі есеге жуық артқандығын көрсетті. Тек Есіл өзенінің Астана тұстамасында ағынды қабатының 9,56 % азаюы антропогендік ықпалдың әсерінен болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

3.2 Қашықтықтан зондылау мәліметтерінің су басудың ықпал ету зонасын анықтауда қолданылуы

Геоақпараттық жүйелерде түсірімдер кезінде қол жеткізген қашықтықтан зондылаудың алғашқы мәліметтері емес, оларды өңдеу барысында қалыптасқан туынды мәліметтер пайдаланылады. Ғарыштан алынған мәліметтер ең алдымен атмосфера әсерінен радиометриялық және геометриялық бұрмалануларданарылу үшін цифрлық өңдеуден өтеді. Бастапқы суреттердің визуалдық сапасын жақсарту мақсатында оның ашықтығы мен контрастығын өзгертуге бағытталған әрекеттер шуларды жоюға және шекаралар мен кішігірім сызықтарды көрінетіндей етуге бағытталған фильтрациялар жасалуы мүмкін.

Аэросуреттерді қолдану кезінде жергілікті жер бедерінің және түсірімдердің түсірілу еңкіштігінің бұрыштары нәтижесінде пайда болатын бұрмалануларға баса назар аударған дұрыс. Және мұндай бұрмаланулараэросуреттерді және ортофототрансформациялау кезінде жойылу керек.

Қазақстанда 2002 жылдан бастап су тасқыны мен су басуды ғарыштық мониторингілеу технологияларын құру бойынша жұмыстар жүргізілуде. Ғарыштық деректер негізінде су тасқынының мониторингі су басу аймақтарын жылдам және дәл талдауға мүмкіндік береді. Ғарыштық мониторинг келесідей іс-шараларды атқаруға мүмкіндік береді:

- су басу аймақтарын жедел анықтау;
- су басу аймақтарының ауданын анықтау және картаға түсіру;
- су тасқынының даму болжамын жүзеге асыру және олардың елді мекендер мен аса маңызды нысандар үшін әлеуетті қауіптілігін бағалау;
- әр түрлі аймақтар үшін су басу қаупін талдау және бағалау.

Су басу аймақтарын жедел карталау технологиясы күндізгі және түнгі ғарыштық түсірілімдерге негізделеді. Түнгі ғарыштық түсірілімдер инфрақызыл диапазонда шығарылады. Оларды пайдаланудың артықшылығы республиканың кейбір өңірлерінде күндізгі кезеңмен салыстырғанда түнде бұлттылықтың аз болуымен сипатталады.

Су тасқыны мен су басудың ықтимал қаупін бағалау үшін елді мекендер, жол және теміржол желілері, электр желілері, мұнай және газ құбырлары, орман алқаптары, аса маңызды нысандар және т.б. туралы ақпаратты қамтитын

геоақпараттық жүйе пайдаланылады. Су басу аймағының осы қабаттарына сүйене отырып, олардың жақын елді мекендерге және аса маңызды нысандарға қатысты орналасуын, сондай-ақ оларға дейінгі қашықтықты анықтауға болады. Қорытынды карталар ТЖ облыстық органдарына электрондық пошта арқылы жіберіледі. Су басу қаупін бағалау үшін Жерді қашықтықтан зондылаудың көпжылдық сериясы жинақталады және талданады, су басу жиілігін ескере отырып аумақтар бөлінеді және сараланады. Бұл аумақтардан халықтың өмір сүруіне және шаруашылық қызметіне қауіп төнбейтін сериялар алынып тасталады. Су тасқыны жағдайының дамуын болжау ерекше міндет болып табылады. Оны шешу үшін жер бедерінің 3D үлгілерін және су басу процесін үлгілеуге арналған арнайы бағдарламалар кешенін қолдану қажет. Ғарыштық мониторинг жүргізу су басу қаупі бар аймақтардағы су басудың алдын алуды жоспарлауды жақсартуға және тиісті қорғану іс-шараларын әзірлеуге мүмкіндік береді [15, б.83-85] [112].

Қарастырылып отырған жұмыста Есіл өзені алабының ғарыштық түсірілімін өңдеу ArcGIS бағдарламасының Spatial Analyst қосымша модулі растрлық деректермен (ұяшықтар негізінде) және нысандармен (векторлық деректермен) кеңістіктік талдау және үлгілеу құралдарының көмегімен орындалды. Spatial Analyst қосымша модулінің мүмкіндіктерін іске асыратын құралдар функционалдық категорияларға немесе топтарға бөлінген. Осы топтардың құрылымын білу арқылы қажетті құралды оңай табуға болады [113]. Аталған Spatial Analyst қосымша модулінің Hydrology тобының құралдары қысқа уақыт ішінде су нысандарының су жинау алабы, өзен ұзындығы, салалардың саны, олардың орналасу реті, су нысандары мен олардың алаптарының картасын жасауға мүмкіндік береді. Hydrology модульінің құралдары жер беті ағындарын үлгілеу үшін пайдаланылады. Бұл топтың құралдары жеке-жеке қолданыла алады және ағын сулар желісін құру немесе су бөлу үшін ретімен пайдаланылуы мүмкін.

Толтыру (Fill) құралы – барлық шағын қателер мен деректерге тән дәлсіздіктерді жою үшін ЖБСМ арқылы берілген үстіңгі қабаттың жергілікті төмендеуін толтырады. Жергілікті төмендеу - бұл ағынның белгісіз бағыты бар ұяшық; оның айналасында осы ұяшыққа қарағанда биіктігі аз ұяшықтар жоқ болғанымен түсіндіріледі. Сағаның нүктесі - жергілікті төмендетудің су жинау аймағы үшін биіктігі ең аз шекаралық ұяшық болып табылады. Z шектеуі төмендеу тереңдігі мен сағаның нүктесінің арасындағы ең жоғарғы шекті айырмашылықты анықтайды және қандай төмендеулердің толатынын, ал қайсысы жоқ екенін анықтайды. Z бойынша шектеу жергілікті төмендету толтырылатын ең жоғары тереңдіктің мәні болып табылмайды.

Ағын бағыты (Flow Direction) құралы – әрбір ұяшықтан ең үлкен құламаның беткейінен төмен жақын көрші ұяшықтан ағыс бағытының растрын жасайды. Құралдың шығыс деректерінің ағын бағыты мәні 1-ден 255-ке дейінгі диапазонда болатын 8 бағытты қамтитын бүтін растр болып табылады.

Жиынтық ағын (FlowAccumulation) құралы – әрбір ұяшыққа ағынның жинақталу растрын жасайды. Құралдың қорытынды мәліметтері барлық ұяшықтар үшін салмақ қосындысы ретінде анықталатын әрбір ұяшыққа

жиынтық ағынның растры, олар беткей бойынша төмен орналасқан әрбір ұяшыққа ағады. Нөлге тең жиынтық ағысы бар шығу ұяшықтары - бұл жергілікті топографиялық шыңдар; олар жоталарды немесе су бөлу желілерін бөлу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Бассейн (Basin) құралы – барлық су жинау бассейндерін белгілейтін растр жасайды. Су жинау алаптары алаптар арасындағы суайрық сызықтарын анықтау арқылы талдау терезесінің шегінде сызылады. Ағынның кіріс бағытының растры сол су бассейніне тиесілі барлық байланысты ұяшықтар жиынтығын табу үшін талданады. Дренажды бассейндер талдау терезесінің шеттері бойынша құю нүктелерін (су растрдан шығатын жерде), сондай-ақ кейіннен әрбір құю нүктесінің үстінен енгізу аймағын анықтай отырып, толтыруды (Fill) орналастыру жолымен құрылады. Бұл растрлық су бассейндеріне әкеледі. Ең жақсы нәтижелер ағын бағытының кіріс растрын жасаған кезде барлық шеткі ұяшықтардан (FORCE Python-да) мәжбүрлі түрде ағып кету опциясы қосылған болса алынады.

Растр калькуляторы құралы арқылы (Raster Calculator) оңай растр деректер жиынтығын беретін карта алгебра өрнектерін жасауға және іске қосуға мүмкіндік береді. Көптеген геоөңдеу құралдары мен операциялары Python стандартты синтаксисін пайдалана отырып, карта алгебра өрнегі ретінде жасалуы мүмкін. Тұрақты мәнді ұяшықтармен растр жасау үшін, ұяшық өлшемінің тиісті экстентін және ортасының параметрлерін көрсету және өрнекке сандық мәнді енгізу қажет. Растр калькуляторы құралы ModelBuilder қосымша бағдарламасында пайдалануға болады.

Spatial Analyst қосымша модулінің құралдарын пайдалана отырып алынған нәтижелерді өзімізге керек форматқа ауыстыру үшін Конвертация (Conversion Tools) тобының құралдары қолданылады. Конвертация жиынтығы әртүрлі форматтар арасында деректерді түрлендіретін құралдарды қамтиды. Растр тобынан құралдары (From Raster), ақпаратты растр деректер жиынтығынан деректер құрылымының әр түрлі түрлеріне, мысалы, кеңістіктік нысандар класы, кестелік немесе мәтіндік файл сияқты әр түрлі түрлеріне өзгертуге болады.

Raster to Polygon құралы – растрлық деректер жиынтығын полигоналды векторлық нысандарға түрлендіреді. Кіріс растр ұяшықтың кез келген өлшеміне ие болуы мүмкін және растрлық деректердің толық жиынтығы болуы керек.

Raster to Polyline құралы – растрлық деректер жиынтығын сызықтық векторлық нысандарға түрлендіреді. Кіріс растр ұяшықтың кез келген рұқсат етілген өлшемі 0-ден артық және растрлық деректердің кез келген рұқсат етілген жиынтығы болуы мүмкін [114-116].

Spatial Analyst және Conversion Tools құралдарын қолдана отырып жасалынған зерттеу жұмысы нәтижесі төмендегі кескіндерде бейнеленген (Қосымша Е). Қашықтықтан зондтау мәлеметтерін пайдалана отырып ГАЖ-технологияларының көмегімен жасалынған карта сапасы қойылған талаптарға сай екендігін көруге болады [117]. Гидрологиялық зерттеулердегі ГАЖ-

технологияларының мүмкіндігі уақыт өткен сайын артып келеді. Осы мүмкіндіктерді тиімді пайдалану арқылы су нысандарын зерттеуді анағұрлым аз уақыт ішінде жүзеге асыра аламыз.

3.3 HEC-RAS моделі және оның су басу сипаттамасын анықтаудағы ерекшеліктері

Жаһандық масштабтағы гидрологиялық үлгілер әдетте судың тапшылығын, су тасқыны мен құрғақшылық қаупін бағалау үшін пайдаланылады. «HEC-RAS» бағдарламалық қамтамасыздандырылу өнімі болып табылады: Гидрологиялық инженерлік орталық, бұл Америка Құрама Штаттарының Су ресурстары институтының бөлімшесі және Әскери инженерлік корпус (HEC), ал «RAS» - «Өзендер жүйесін талдау» деген сөзінен шыққан. Бұл бағдарламалық өнім - қарастырылып отырған өзен профилінің бетіндегі тұрақты ағындының жылдамдығын анықтауға және бағалауға, тұрақсыз су ағынын үлгілеуге, шөгінділердің тасымалдануы мен өзен түбінің өзгеруін есептеуге және су сапасын талдауға, су басудың жайылу енін анықтауға, сонымен қатар мәліметтерді оңай енгізуге мүмкіндік береді, ал нәтижелерге гидрологиялық қауіп-қатер карталары арқылы қол жеткізуге болады.

HEC-RAS - бұл көп тапсырмалы ортада интерактивті пайдалануға арналған біріккен бағдарламалық жүйе болып табылады. Бағдарламалық жүйе графикалық пайдаланушы интерфейсінен (GUI), жеке талдау компоненттерінен, деректерді сақтау мен басқарудан, графикалық құралдардан, карталардан және есеп беру құралдарынан тұрады.

HEC-RAS жүйесі өзендерді талдаудың мынадай құрамдас бөліктеріне топтастырылған: (1) тұрақты ағысы бар су беті кескінінің бір өлшемді есептеулері; (2) тұрақты емес ағынды бір өлшемді немесе екі өлшемді үлгілеу; (3) ағынның жылжымалы ортасында шөгінділердің тасымалдануын тұрақты емес немесе толық тұрақты емес есептеулері (1D және 2D); (4) судың сапасын бір өлшемді талдау. Дегенмен барлық төрт компонентке геометриялық деректер мен геометриялық және гидравликалық есептеулерді жүргізу барысы ортақ қолданылады. Бұл аталған төрт құрамдас бөліктерден басқа, жүйеде су бетінің профильдерін есептегеннен кейін іске қосуға болатын бірнеше гидравликалық дизайн функциялары бар. HEC-RAS-та кеңістіктік деректерді интеграциялау және картаға түсірудің кең жүйесі қолданыс тапқан (HEC-RAS Mapper) [118].

Қарастырылып отырған гидрологиялық үлгі туралы ғылыми зерттеу жұмыстарын соңғы жылдардағы ғылыми жарияланымдардан көптеп кездестіруге болады. Соның ішінде, И.В. Шевердияевтің [119] зерттеулеріне сүйенсек, HEC-RAS моделі келесідей мүмкіншіліктерге ие:

- бір өлшемді және екі өлшемді гидрологиялық процестерді модельдеу (өзен желісі бойынша судың қозғалысы және аумақты су басу) және олардың комбинациясы;
- экономикалық және экологиялық жүйелерді жүйелік талдау және модельдеу;

-Сен-Венан теңдеуі үшін де, екі өлшемді ағындар үшін диффузды толқын үшін де есептеулер жүргізу;

- ағындардың әртүрлі режимдерін, соның ішінде гидравликалық секіруді есептеуге мүмкіндік беретін бақылау көлемі әдісінің алгоритмін қолдану;

- тұрақты және тұрақты емес есептеу торларын қолдану;

- есептеу ұяшықтары мен олардың шекаралары үшін беттік гидравликалық сипаттамаларын (жергілікті жердің/жер бедерінің сандық моделіне, бетінің кедір-бұдырлығына байланысты және т.б.) ескеру;

- алапты су басудың егжей-тегжейлі картасын және оның анимациясын жүргізу;

- есептеу кезінде көптеген операцияларды қолдану.

Hec-Ras гидрологиялық үлгісін пайдалану нәтижелері туралы бірнеше мысал келтіруге болады. Мәселен, [120] еңбекте келтірілгендей, Боливиядағы Амазонканың Льянос-де-Мохос кең жазығы Маморе өзенімен үнемі су астында қалуы, су тасқынының бірнеше күнге созылуы және Тринидад сияқты маңызды қалаларға әсер етіп, адамдарды, малды, сондай-ақ, егістік жерлерді су басуы су басу қаупінің алдын алу үшін зерттеуге түрткі болған. Мұнда бұлтты аспанға байланысты қашықтықтан бақылау кейбір аудандарда бірнеше күнге дейін шектеледі. Сол себепті, су тасқыны мен ықтимал зардаптардың сипаттамалары мәліметтерінің жеткіліксіздігі кездеседі. Екі өлшемді (2D) сандық модельдеу негізінде модельденген су тасқыны су тасқынының ғарыштық бейнесімен салыстырғанда жақсы нәтиже көрсеткен. Дәлірек айтқанда, су басу қалыптасатын нақты орындар анықталған. Үлгілеу нәтижесінде, Маморе өзенінің батыс жазығында су басудың жиі көрініс беруі ықтимал екендігі; Тринидад қаласына қауіп төндіретін су басу екі жерде болуы: біреуі солтүстікке қарай 32 км, екіншісі оңтүстік - батысқа қарай 10 км қашықтықта болуы мүмкін екендігі анықталған. Ал, Сан-Хавьер қаласында су басудың басталуы су тасқыны басталғаннан кейін бес күн өткен соң су астында қалуы ықтимал екендігін көрсеткен. Су басуды зерттеу үшін жаңа HEC-RAS 2D мүмкіндіктерінің қолданылуы мен құндылығының айтарлықтай ерекшеліктерге ие екендігін аңғартады.

Ал, [121] зерттеу жұмысында 1987 жылы Альберто аймағындағы Пис өзенінде орын алған су басу оқиғасын үлгілеу жүзеге асырылған және үлгіні пайдалану кезінде деректердің қол жетімділігі, су басуды болжау кезінде ықтимал дәлдікке қол жеткізуге болатындығы айтылған.

Меллах бөгетінің бұзылуына байланысты [122] Мохаммедиядағы (Марокко) су басудың ықтимал қаупін бағалау үшін HEC-RAS моделі қолданылған. HEC-RAS 2D гидравликалық моделі су тасқыны үшін калибрлеу және оның сезімталдығы талданған. Осылайша, адам өлімін жою мақсатында үлгілеу көмегімен әлеуметтік-экономикалық және гидравликалық деректерді қолдану арқылы жүргізілген.

Қарастырылып отырған жұмыста су басудың ықпал ету аймағы және су басудың жайылу енін анықтау картасы HEC-RAS Mapper бағдарламалық өнімінде жүзеге асырылды. Бұл тұста су басу карталарын анимациялауға және бірнеше беттік қабаттарды (рельеф, аэрофототүсірілім және т.б.) қамтуға

болады. Қорытынды кестелер қол жетімді. Пайдаланушы алдын-ала анықталған кестелерді таңдай алады немесе өзінің жеке кестелерін жасай алады. Барлық графиктік және кестелік деректерді экранда көрсетуге, тікелей принтерге (немесе плоттерге) жіберуге немесе мәтіндік процессор мен электрондық кесте сияқты басқа бағдарламалық өнімге Windows алмасу буфері арқылы беруге болады.

Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалауда үлгілеуге қажетті мына мәліметтер пайдаланылды:

- зерттеу жер бедерінің сандық моделі;
- өзеннің тереңдігі, м;
- өзеннің еңістігі, ‰
- 100 күндік су өтімі, $м^3/с$;
- Түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерінің ықтимал мәндері, $м^3/с$.

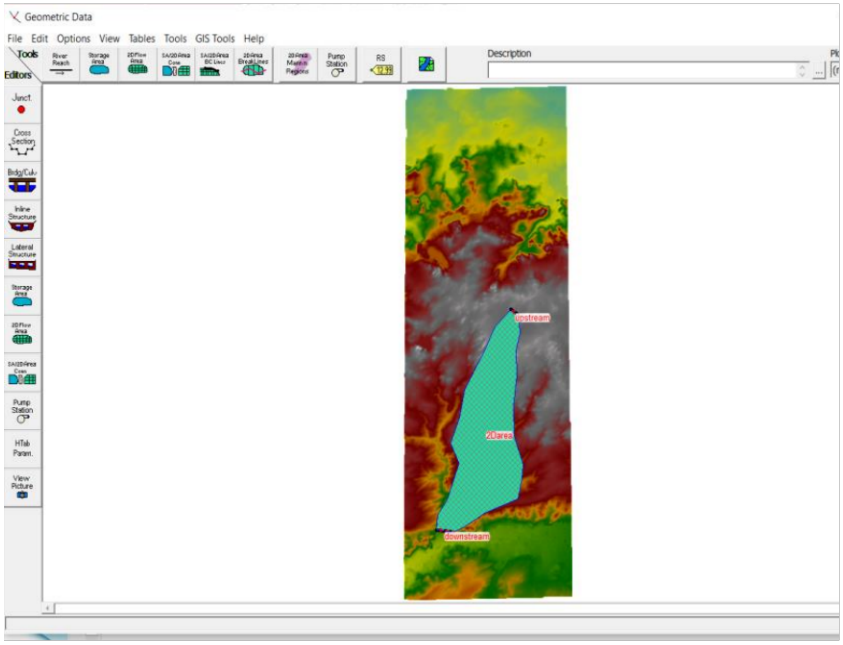
3.4 Су басудың қалыптасу және ықпал ету аймағын анықтау

Аумақтардың су басуын және су басу қаупін азайту, төтенше жағдайлардың алдын алу үшін ықтимал төтенше жағдайлардың қауіптілігін, сондай-ақ олардың әлеуметтік-экономикалық салдарын ғылыми зерттеу, болжау және бағалау басымдыққа ие болуға тиіс.

Есіл өзені алабында су басудың қалыптасу және ықпал ету аймағын анықтау мақсатында Жабай өзенінің Атбасар қаласы тұстамасы алынды. Себебі, алғашқы тараулар мен бөлімдерде келтірілген көптеген деректер мен мәлімет көздеріне сүйенсек, осы Жабай өзені алабында жыл сайын төмен су басулардан бастап апатты су басулар орын алып тұратыны жиі байқалады. Hec-RAS бағдарламалық өнімі көмегімен Жабай өзені - Атбасар бекетіндегі 2014 жылғы орын алған апатты су басу қаупі бағаланды. Су басу қаупін үлгілеуге қажетті – зерттеу аумағының жер бедерінің сандық моделі; өзеннің тереңдігі, м; өзеннің еңістігі, ‰; 100 күндік су өтімі, $м^3/с$; түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерінің ықтимал мәні, $м^3/с$ енгізілді.

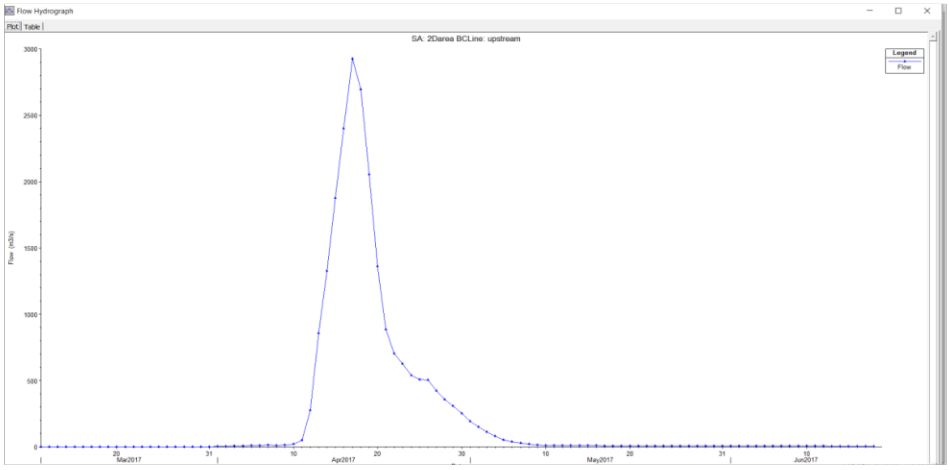
Сурет 15-те көрсетілгендей, гидрологиялық модельдің геометриялық мәліметтер функциялары көмегімен нақты Жабай өзенінің бастауынан сағасынан дейін белгілей отырып, 2D ауданымен су басудың қалыптасу аймағы анықталып алынды.

Су басу қаупін бағалау кезінде алдымен су басудың қалыптасу аймағы анықталып алынғаннан кейін, гидрологиялық сипаттама ең жоғары ағындыны бағалауда анықталған сирек қайталанатын қамтамасыздығы 1% және 3% су өтімдерінің ықтимал мәндері пайдаланылды. Дәлірек айтқанда, жоғарыда есептелінген 5-кестенің көмегімен сирек қайталанатын су өтімдері кезінде Жабай өзені бойындағы Атбасар қаласының су астында қалуы мүмкін аумақтары анықталды.



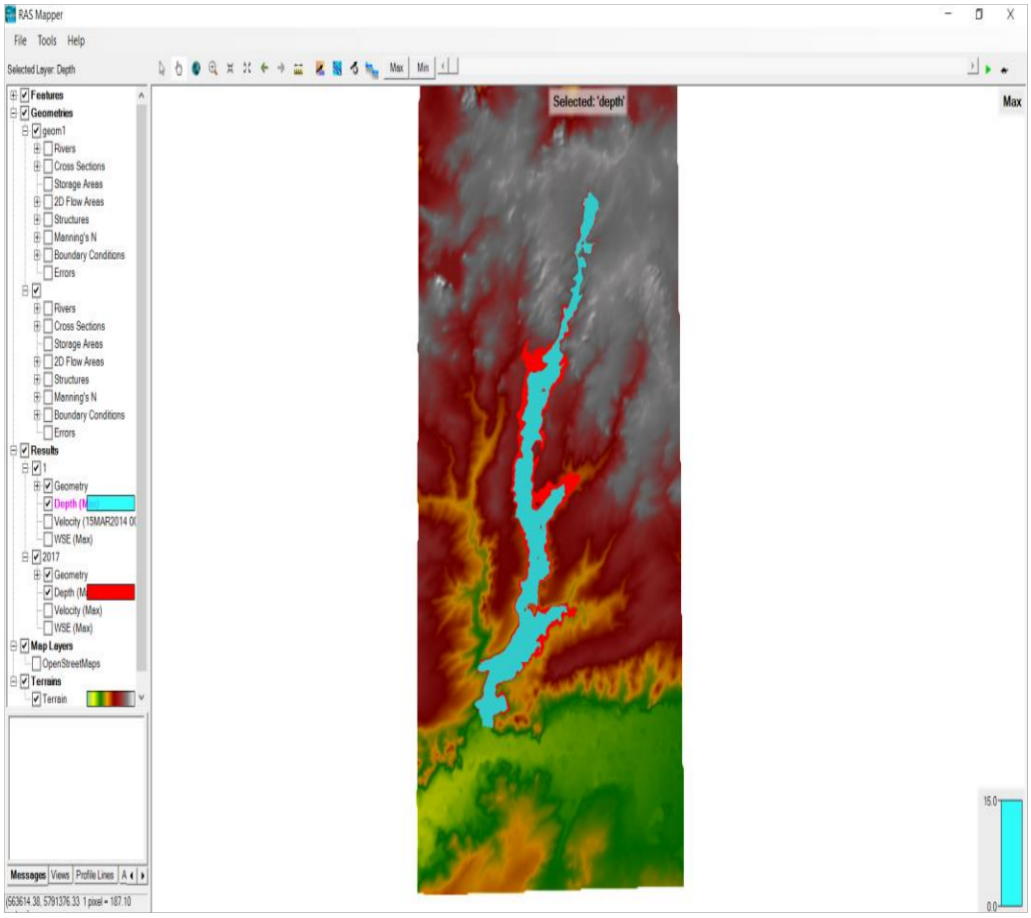
Сурет 15 - Жабай ө. – Атбасар қ. су басудың қалыптасу аймағы

Ол үшін таңдалып алынған жылдағы су басу кезеңінде байқалған 100 күндік су өтімі мәндері қажет. Айта кететін жайт, 2014 жылы Жабай өзені Атбасар қаласы тұстамасында байқалған ең жоғары су өтімі 1750 $м^3/с$ көрсеткішпен 11 сәуірде тіркелген. Ал бұл тұстама бойынша қамтамасыздығы 1% дағы су өтімінің ықтимал мәні одан асып түсті, 2835 $м^3/с$ мәнге ие. Сондықтан аталған тұстама бойынша 2017 жылдың гидрологиялық ағынды қатары пайдаланылды. Себебі, бұл жылы да аса жоғары су басу болғаны белгілі және ең жоғары су өтімі 17 сәуірде 3290 $м^3/с$ мөлшерінде тіркелген. Арифметикалық есептеулер көмегімен пайыздық үлестіріммен теңестіру арқылы есептелінді. Демек, Hec-Ras моделі арқылы алдымен 2017 жылдың гидрологиялық су өтімі қатарымен тұрғызылған гидрографтың (16-сурет) көмегімен су тасудың басы, шыңы және соңы анықталып, 100 күндік су өтімі алынды.



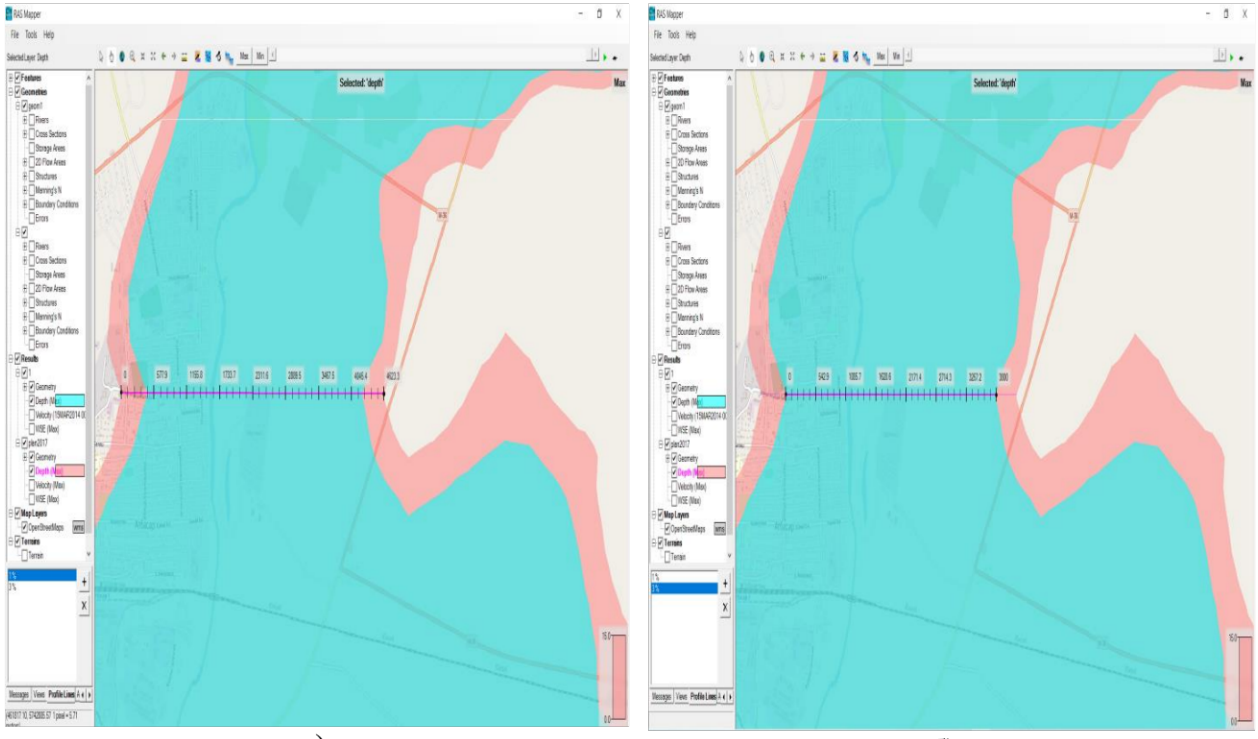
Сурет 16 - Жабай ө.-Атбасар қ. бекетінің су өтімі гидрографы, 2017 жыл

Жоғарыда берілген сурет 16-да байқағанымыздай, су тасудың байқалуы көктемгі кезеңге сәйкес келеді. Су басу қаупін үлгілеуге қажетті 100 күндік су өтімі мәндері ретінде 10-наурыз бен 17-маусым аралығы таңдалынып алынды. Ал қамтамасыздығы 3% дағы су өтімі кезіндегі су басуды бағалау үшін берілген 2014 жылдың 100 күндік су өтімі мәндері пайдаланылды және төмендегі сурет 17-де су басудың ықпал ету аймағы берілді.



Сурет 17 - Жабай ө.-Атбасар қ. бекетіндегі қамтамасыздығы 1% және 3% су өтімі кезіндегі су басудың ықпал ету аймағын анықтау

Мұндағы сурет 17-де қызыл түспен көрсетілген қамтамасыздығы 1% сирек қайталанатын су өтімі кезіндегі су басудың жайылуы болса, көк түспен берілген қамтамасыздығы 3% сирек қайталанатын су өтімі кезіндегі су басудың жайылуы болып табылады. Демек, қамтамасыздығы әр түрлі су өтімдері кезіндегі су басудың қалыптасу аймағы анықталды, енді осы су басудың жайылу ені, ықпал ету аймақтары, қай елді мекендер мен аймақтар су астында қалуы ықтимал екендігін қарастырсақ.



а) б)

(а) 1% және 3% (б) су өтімі кезіндегі су басудың жайылу енін анықтау

Сурет 18 - Жабай ө.-Атбасар қ. бекеті

Нес-RAS моделі арқылы Есіл алабындағы Жабай өзеніндегі қамтамасыздығы 1% және 3% - ға тең су өтімдерінің жайылу ені үлгіленді. Модель бойынша егер қамтамасыздығы 1%-дағы су өтімі кезінде су басудың жайылу ені 4623 м – ге дейін жетсе, ал қамтамасыздығы 3% -дағы су өтімі байқалғанда 3800 м –ге дейін су басудың жайылатынын көрсетті. Жабай өзенінде 2014 ж. су басу кезінде белгіленген су деңгейі 837 см жеткен. Аталған модельдің тағы бір артықшылығы белгілі GoogleMap көмегімен OpenStreetMaps функциясы арқылы су басудың жайылуы кезінде су астында қалу қаупі бар нысандарды анықтайтын мүмкіндікке ие. Зерттеліп отырған жұмыс бойынша сурет 18-де ұсынылғандай түрлі қамтамасыздықтағы сирек қайталанатын су өтімдері кезіндегі су басудың ықпал ету аймақтарына Заречное ауылы, Атбасар қаласының батыс бөліктері кіруі мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

Үшінші тарау бойынша қорытынды

Қорытындылай келе, Есіл алабының гидрографиялық сипаттамаларын (су жинау алабы, өзендердің ұзындығы, олардың орналасу реті, көлдері мен су қоймалары және т.б.) анықтау және нақтылау, гидрологиялық процестер мен құбылыстарды талдау, сондай-ақ әртүрлі гидрологиялық ақпаратты қамтитын су нысандары мен олардың алаптарының картографиялық және атрибутивтік деректер базасын құру үшін ГАЖ-технологияларын қолданудың тиімділігі қарастырылды. ҚР орталық және солтүстік бөлігінің негізгі су артериясы болып

табылатын Есіл өзенін гидрологиялық тұрғыдан зерттеу, соңғы жылдардағы мәліметтерді ескере отырып, заманауи әдістердің көмегімен аймақтың гидрологиялық картасын дайындау және жан-жақты талдау жүзеге асырылды.

ГАЖ технологиясын пайдалануға қажетті ақпараттар Жерді қашықтықтан зондылау көзінен, ағынды қабатының гидрологиялық қатары жөніндегі бақылау мәліметтері аспаптық бақылаулар жүргізілгеннен бастап 2019 ж. дейінгі Қазгидромет желісіне қарасты жарияланымдардан алынды. Нәтижесінде ArcGIS 10.х бағдарламалық құралы негізінде масштабы 1:1 000 000 болатын Есіл өзені алабының физикалық-географиялық және бекеттердің орналасу картасы, сонымен қатар алаптың ағынды қабаты мен ағынды модулінің карталары жасалды. Әзірленген карталар шолу карталары ретінде және халық шаруашылығы мақсатындағы шешімдер қабылдау кезінде географиялық негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін. Құрастырылған ағынды қабаты мен ағынды модулінің карталары бақылау мәліметтері жеткіліксіз немесе жоқ болған жағдайдағы өзендер мен ағын сулар үшін көпжылдық орташаланған ағынды қабаты мен ағынды модулінің мәндерін анықтауға мүмкіндік береді.

Әзірленген ағынды қабаты мен модулінің карталарынан алап бойынша ағынды қабатының (h) мәндері 14,6-67,1 мм аралығын, ағынды модулі (q) 0,46-2,13 л/с*км^2 мәндер аралығын қамтығандығын байқауға болады. Ал бұл екі негізгі сипаттаманың – ағынды қабаты және ағынды модулінің әркелкі таралуы қарастырылып отырған аумақтың физикалық және географиялық ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Ал, 1960 жылдардағы жарияланған мәліметтер мен есептік кезеңге келтірілген 1945-2019 жж. үшін салыстыру нәтижелері алап өзендеріндегі ағынды қабаты (h, мм) мәндерінің ауытқуы +47,2% дан -9,56 % аралығында өзгергендігін көрсетті. Жалпы алғанда, ағынды қабатының мәндерінің соңғы жылдарда артқандығы байқалады. Ал вариация коэффициентінің өзгергіштігі +0,92% дан -36,1 %-ға дейін төмендегенін байқауға болады.

Сонымен қатар, көп тапсырмалы ортада интерактивті пайдалануға арналған біріккен HEC-RAS бағдарламалық жүйесі туралы ғылыми әдебиеттерге шолу жасалып, зерттеу жұмыстарының нәтижелері талданды. HEC-RAS гидрологиялық моделі қол жетімді ашық ғаламтор желісінен жүктеп алынды және Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалауға қажетті мәлімет көздері жинақталды.

Су басу қаупін үлгілеуге қажетті мәліметтер HEC-RAS бағдарламасына енгізілді. Сирек қайталанатын су өтімдері кезінде су басудың қалыптасу аймақтары Заречный ауылы, Атбасар қаласының батыс бөліктері су астында қалуы мүмкін және су басудың жайылу ені қамтамасыздығы 1%-дағы су өтімі кезінде 4623 метрге дейін жетсе, ал қамтамасыздығы 5% су өтімі орын алған кезде су басудың жайылу ені 3800 метрге жетуі ықтимал деген тұжырым жасауға болады.

4 ЕСІЛ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ СУ БАСУ ҚАУПІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ

4.1 Есіл өзені алабында су басу қаупін бағалау мен басқарудың қолданылған тәсілдері

Су ресурстарының шектеулілігі мен су басуға ұшырау мүмкіндігі жағдайындағы су қауіпсіздігі мәселесі ұлттық қауіпсіздіктің құрамдас бөлігі ретінде қарастырылады. Су қауіпсіздігі ұғымына (су шаруашылығы қауіпсіздігі) қоғамның өмірлік маңызды мүдделерін (адам денсаулығы, тіршілік ортасы, өндіріс) гидрологиялық қауіптерден қорғау жағдайлары жатады [33, б.16].

Жаһандық климаттық өзгерістер мен басқарушылық әрекеттердің ұзақ мерзімді қамтуына байланысты шешім қабылдау процесі одан да күрделі болып табылады. Климаттың өзгеруі әлі байқалмаған апатты жағдайларға әкелуі мүмкін. Осыған орай, соңғы жылдары су ресурстарын басқарудың бірнеше балама стратегиялары қарастырылуда [123].

Кез-келген ресурстарды сәтті басқару қолда бар ресурстарды, оларды пайдалану тәсілдерін, ресурстарға бәсекелес қажеттіліктерді, бәсекелес қажеттіліктердің маңыздылығы мен құндылығын бағалау шаралары мен процестерін, сондай-ақ саяси шешімдерді жергілікті іс-әрекетке айналдыру тетіктерін нақты білуді талап етеді [124].

Су ресурстары туралы халықаралық бастамалар қатарына: БҰҰ су туралы конференциясы, Мар дел Плата, 1977ж.; Халықаралық санитария және сумен жабдықтау 10 жылдығы, (БҰҰ хабарланды) 1981-1990 жж.; Қоршаған орта және су туралы халықаралық конференция, Дублин, 1992 ж.; Қоршаған орта және даму туралы БҰҰ конференциясы, Рио-де-Жанейро, 1992ж.; Жаһандық су серіктестігінің құрылуы, 1996 ж.; Алғашқы бүкіл әлемдік Су форумы, Марракеш, 1997 ж.; Әлемдік Екінші Су Форумы, Гаага, 2000 ж.; Мыңжылдық дамудың мақсаты, БҰҰ, 2000 ж.; Тұщы су көзі Халықаралық конференция, Бонн, 2001 ж.; Тұрақты дамудың бүкіләлемдік Саммиті, Йоханнесбург, 2002 ж.; Бүкіләлемдік Үшінші Су Форумы, Киото, 2003 ж.; Бүкіләлемдік Төртінші Су Форумы, Мехико, 2006 ж.; Бүкіләлемдік Бесінші Су Форумы, Турция, 2009 ж. және т.б. атап өтуге болады. Тұрақты даму жөніндегі Бүкіләлемдік саммит (Йоханнесбург қаласы, 2002 ж.) барлық елдерді 2005 жылға қарай Су ресурстарын бірігіп басқару және суды тиімді пайдалану жоспарларын әзірлеуге шақырды. Үшінші (Киото, 2003 жыл) және төртінші (Мехико, 2006 жыл) Бүкіләлемдік су форумдарында су дағдарысы, ең алдымен, басқару, мүдделі тараптар іс-қимылдарының келісілмегендігінің және жеткіліксіз қаржыландырудың дағдарысы болып табылатындығы атап көрсетілді. Қазақстандағы су проблемаларының себептері де осыған ұқсас және оларды шешудің жаңа әдістерін қолдануды талап етеді. Айта кететін жайт, 1977 жылы өткізілген БҰҰ су туралы конференциясы 2023 жылы БҰҰ бастамасымен қайта өткізілмек. Бұл су ресурсының өте өзекті мәселе екендігін айқындайды.

Соңғы онжылдықта БҰҰ бастамасымен қауіпсіз бейбітшілікті қамтамасыз ету, әлемде апаттар қаупін азайту мақсатында Иокогама [125], Хиого және Сендай стратегиялары мен бағдарламалары жүзеге асырылуда [126].

2005 жылғы 18-22 қаңтарда Жапонияда (Кобе, Хиого) өткен апаттар қаупін азайту жөніндегі Дүниежүзілік конференциясында қауіпсіз бейбітшілікті қамтамасыз ету Иокогама стратегиясы мен жоспарына (1994 ж.) шолу жасалынып, қорытындыланған. Конференция аясында қауіп, қауіптілік және төтеп бере алмаушылық деңгейін төмендету, базалық саясат, апат қаупін азайту жолдарын жан-жақты қарастыру, мәліметтерді пайдалану және әдістемелік мұқтаждықтар, жаңа қауіптер, алдын ала құлақтандыру, білім және кәсіби даярлық, т.б. ауқымды мәселелерге басты назар аударылған. Иокогама стратегиясын, принциптері мен жоспарын жүзеге асырудың негізгі мәні мынаған негізделген: егер қауіпті азайту жөніндегі барлық деңгейдегі шаралар Ұлттық даму жоспарлары мен бағдарламаларының құрамдас бөлігіне айналмайынша, әлеуметтік-экономикалық даму жолындағы ілгерілеу жиі көрініс беретін апаттармен күресуге тура келеді.

Төтенше жағдайлар қаупін динамикалық бағалау және басқару әдістемелері тұрғылықты және жұмыс орындарындағы халықтың қауіпке төтеп бере алмайтын топтары үшін ең өзекті болып табылатын қауіптер палитрасының өзгеруімен қатар дамуы керек. Мұндай ұлттық жоспарлау мен міндеттемелер және тұрақты мыңжылдық даму ұмтылыстары үшін ерекше маңызды.

Қауіптерді жүйелі түрде анықтау және басқару нұсқаларын жақсырақ бағалауға мүмкіндік беру үшін деректерді жинау мен талдаудың стандартталған әдістері қажет. Апат қауіптері, әсерлері және басқару нұсқалары туралы ел ішінде кеңірек және жүйелі түрде ақпарат тарату қажет, әсіресе қауымдастық деңгейінде бұл қажеттіліктер өзекті. Халықтың хабардар болуы - апат қаупін азайту мақсатының негізгі элементі ретінде түсіндіріледі. Апат қаупін басқарудың маңызды компоненттері мемлекет ішінде жүзеге асырылатын апаттарға қарсы алдын алу шараларын ұйымдастыру және бейбіт тұрғындарды қорғау болып саналады.

Аталған стратегия бойынша қауіпті анықтау, бағалау, мониторингілеу барысында кез келген қауіптің жиілігі, әсер ету дәрежесі және салдары туралы ретроспективалық мәліметтерге талдау жүргізілуі керек екендігі және қауіпке төтеп бере алмайтын әлеуметтік – экономикалық нысандарды құлақтандыру дәрежесін арттыру керектігі талап етіледі. Қауіпті азайту жөніндегі міндеттерді орындаудағы өзгерістер пайдаланушылар санының тиісті деректердің үлкен көлеміне қол жеткізуінің артуымен тікелей байланысты.

Апаттар қауіптілігін азайту жөніндегі Дүниежүзілік конференцияда Иокогома принциптерінен кейін 2005-2015 жж. арналған Хиого бағдарламасы қабылданды. 2005 жылы Хиого бағдарламасын іске асыру жөніндегі ұлттық және аймақтық прогресс туралы есеп берулер мен басқа да жаһандық есеп беру құжаттарында дәлелденгендей, аталған бағдарлама қабылдағаннан бері елдер мен басқа да мүдделі тараптар жергілікті, ұлттық, аймақтық және халықаралық деңгейде, кейбір қауіпті факторлардан туындайтын зиянды салдарының төмендеуіне қол жеткізген. Апат қаупін тиімді басқару тұрақты дамуға ықпал етеді.

Апатпен күресу әлеуеті деп жүйенің, қауымдастықтың немесе қоғамның қауіп-қатерлерге және оның салдарына төтеп беру, оларға уақытылы бейімделу

және тиімді қалпына келтіру, оның ішінде негізгі құрылымдар мен функцияларды сақтау қабілеттілігі түсіндіріледі.

2015 жылғы 18-наурызда Сендайда (Жапония) өткен Үшінші Дүниежүзілік конференцияда 2015-2030 жж. арналған апаттар қаупін азайту жөніндегі Сендай негіздемелік бағдарламасы қабылданды. Сендай бағдарламасы 2005-2015 жж. арналған Хиого бағдарламасын жалғастырушы құрал болып табылады, ол мемлекеттер мен одақтар деңгейінде апаттарға қарсы іс-шаралар әлеуетін құруға негізделген. Нақтырақ айтқанда, Сендай бағдарламасында мыналар тұжырымдалған: апаттар қаупінің әсер ету, төтеп бере алмаушылық және қауіптілік сипаттамаларына байланысты оның барлық аспектілерін тереңірек түсіну қажеттілігі; апат қаупін басқару жүйелерін, оның ішінде ұлттық платформаларды нығайту; апат қаупін басқару жауапкершілігі; мүдделі тараптарды және олардың рөлдерін тану; жаңа қауіптердің пайда болуының алдын алу үшін қауіптерді ескеретін инвестицияларды жұмылдыру; Денсаулық сақтау инфрақұрылымының тұрақтылығы; мәдени мұра және жұмыс ортасын нығайту; халықаралық ынтымақтастық пен жаһандық серіктестікті, сондай-ақ қауіптер туралы ақпаратқа негізделген саясат пен бағдарламаларды, оның ішінде қаржылық қолдау және халықаралық қаржы институттарын тартуды күшейту.

Сендай бағдарламасының негізгі басқару қағидаттары бойынша: әрбір мемлекет апат қаупін азайту мен алдын алуға, соның ішінде халықаралық, аймақтық, трансшекаралық деңгейдегі ынтымақтастық аясында басты жауапкершілікті алады; апат қаупін басқаруда адамдар мен олардың денсаулығын, мүлкін қорғауды қамтамасыз ету; тиісті стратегияларды, жоспарларды, тәжірибе түрлерін әзірлеу, жетілдіру және жүзеге асыру кезінде орнықты даму және өсу, азық-түлік қауіпсіздігі, денсаулық пен қауіпсіздікті қорғау, климаттың өзгеруі мен өзгергіштігі, табиғатты пайдалану және апаттар қаупін азайту жөніндегі бағдарламалық құжаттардың келісімділігін қамтамасыз етуге бағытталуға тиіс; апаттан кейінгі қалпына келтіру, қайта құру процесінде апаттардың алдын алу және азайту шараларын қабылдау өте маңызды, бұл «бұрынғыдан да жақсы» қағидатын басшылыққа алады және апаттар қаупі туралы халықты хабардар ету және құлақтандыру жұмыстарын кеңейтеді.

Еліміздегі су басу қаупін басқару мәселелерінің шешімдері аталған стратегиялық құжаттарға негізделетіндігі белгілі. 2020 жылы Қазақстанда 2020-2030 жж. арналған су ресурстарын басқару бағдарламасының концепциясы бекітілді. Бағдарлама бойынша су шаруашылығы инфрақұрылымын реконструкциялау мен жаңғырту, Ұлттық су жобаларын енгізу, заманауи мамандарды даярлау сынды бағыттар қарастырылған [127]. ҚР су ресурстарын басқарудың 2030 ж. дейінгі мемлекеттік бағдарламасында зерттеліп отырған аумаққа қатысты төмендегідей жобаларды іске асыру алға қойылған: жаңа суқоймалар салу құрылысы бойынша Ақмола облысы, Астана қаласында 2 жоба: Бұзұлұқ контрреттеушісін және Кендібай суқоймасы.

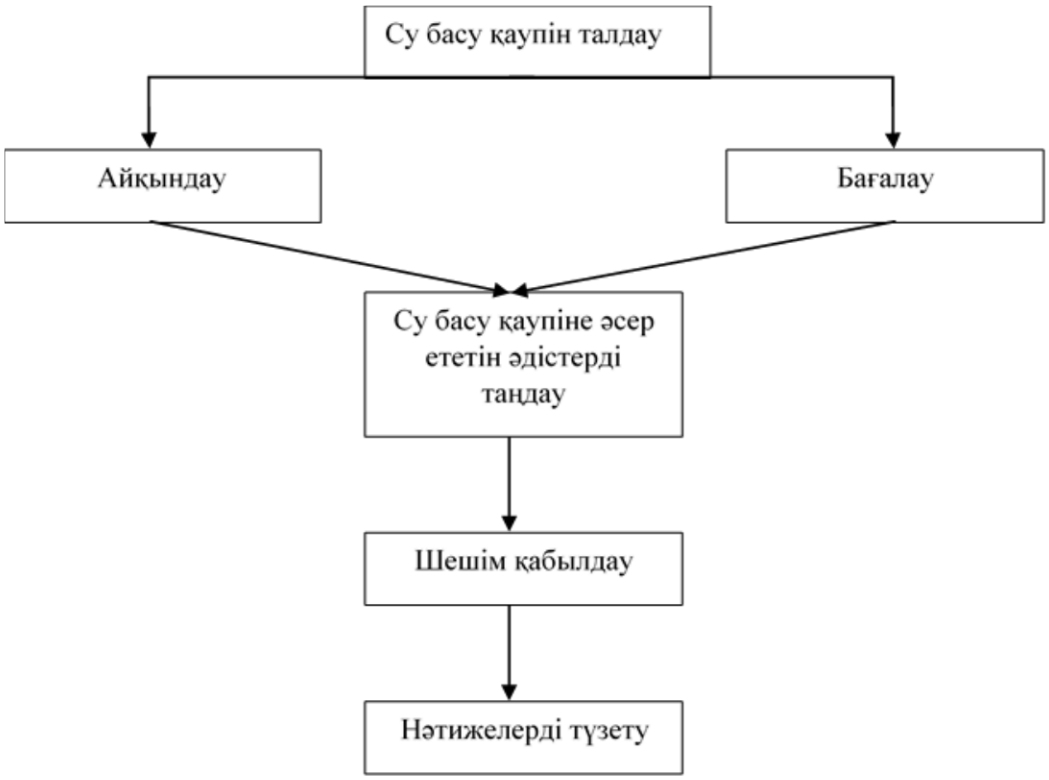
Су ресурстарын басқару - су ресурстарын тиімді пайдалануды жоспарлау, дамыту, бөлу және басқару қызметі болып табылатын су айналымын басқарудың бір аспектісі.

Су басу қаупі дегеніміз - су басудың зиянды салдарының нәтижесінде туындайтын ықтимал қауіптілік. Су басу қаупі су басудың туындау ықтималдығы және одан келетін шығын көлемі арқылы анықталады. Су басудың зиянды салдарын анықтау су басу қаупін басқарудың басты бөлігі.

Су басу қаупін бағалау - ықтимал қауіптерді талдау және қауіп-қатерге ұшыраған адамдарға, мүлікке, тіршілікке және олар тәуелді қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін осалдық жағдайларын бағалау арқылы қауіптің табиғаты мен ауқымын анықтау әдістемесі.

Су басу қаупін басқару - кешенді түсінік, ол көпсатылы процесс. Оның мақсаты – су басу қаупі төнген жағдайда нысанға келтірілетін шығынды азайту немесе өтеу. Су басу қаупін төмендету дегеніміз су басу орын алған кезде мүмкін болатын шығынды азайту немесе су басудың орын алу ықтималдығын төмендету.

Зерттеліп отырған Есіл өзені алабының су басу қаупін басқару үшін әлемдік деңгейдегі апаттар қаупін басқару бағдарламалары мен стратегиялары және ондағы негізгі қағидаттарға сүйене отырып, су басу қаупін басқарудың кезеңдері сурет 19-да берілді.



Сурет 19 - Су басу қаупін басқарудың жалпы сұлбасы

Су басу қаупін талдау – су басу туралы қажетті ақпаратты алуға бағытталған бастапқы кезең, яғни ақпаратты басқару (деректерді жинау, қалпына келтіру, талдау). Жиналған мәлімет келесі сатыларда тиісті шешімдерді қабылдау үшін жеткілікті болуы шарт. Су басу қаупін талдау су басу қаупін айқындау мен бағалаудан тұрады.

Су басу қаупін айқындау кезінде (сапалық құраушысы) су басуға қатысты барлық қауіптер анықталады. Су басудың қалыптасу аймақтарын, олардың жағдайы мен нақтылы уақыттағы су басу деңгейін айқындау үшін мынадай жұмыстар жүргізіледі: су басу қауіпті нысандарды анықтау мақсатында қарастырылып отырған аумақтың аэрофото - және космосуреттерін дешифрлеу жұмыстары; су басу қауіпті нысандар мен олардың өзгеру динамикасына әуеден бақылау жұмыстары; су басу қауіпті нысандардың Паспорттарын құрастыру; су басуды қалыптастырушы факторлар мен олардың көрініс беруін бақылау жұмыстары. Су басудың әсер ету зоналарын айқындау үшін: мәліметтерді талдау және су басудың максимал мүмкін болатын сипаттамаларын есептеу негізінде су басудың қалыптасу зоналарын анықтау; су басу қауіпті зоналардың карталары мен Паспорттарын құрастыру сияқты жұмыстар жасалуы керек. Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалаудың сапалық тәсілі жоғарыда берілген стратегиялық бағдарламаларда айқын көрсетілген апат қаупін анықтау, бағалау, мониторингілеу барысында кез келген қауіптің жиілігі, әсер ету дәрежесі және салдары туралы ретроспективалық мәліметтерге талдау жүргізілуі керек деген басқару қағидаттарына сәйкес келеді деуге болады. Нақтырақ айтқанда, Есіл өзені алабының су басу қаупін XIX-XXI ғғ. аралығын талдау барысында төмен, жоғары, аса жоғары және айтулы су басулар деп бағаланды. Әр деңгейдегі су басулардың да әлеуметтік-экономикалық әсер ету дәрежесі әр түрлі.

Су басу жөніндегі қолда бар ақпаратты, оны бағалаудың ғылыми негізделген болжамдарын қолдану су басу қаупін нақтырақ бағалауға мүмкіндік береді. Су басу қаупін бағалау көптеген факторларға тәуелді. Алдымен, таңдап алынған әдістеменің дұрыстығына, есептеу дәлдігіне, сонымен қатар, әдістемелерді іс жүзінде қолданған кездегі техникалық жабдықталу деңгейіне, яғни мәліметтер базасының болуына, су басу құбылысына жүргізілген бақылаулардың белгілі бір кеңістіктік-уақыттық аралықты қамтуына, бақылаулардың ұзақтығына, мониторингті жүргізу тәсіліне тәуелді. Мәліметтер базасы су басу қаупін ауыздықтауға қажет түсіндірмелі, құрылымдық, мәнді, әрі толық ақпараттан құралады: орын алған су басу, олардың қалыптасу жағдайлары мен сипаттамалары, келтірілген шығындар жөніндегі мәліметтер.

Кез келген апатты құбылысты бағалау мақсатында, оның есептік көрсеткіштерін білу маңызды. Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау барысында ең жоғары ағындының негізгі параметрлері есептелініп, осы алаптың көпжылдық ең жоғары ағынды мәліметтерімен салыстырылып баға берілді. Бұл есептік көрсеткіштер су басу қаупін басқарудың ең басты балама көзі болып табылады. Себебі, су ресурстарының қаупін төмендету мақсатындағы Дүниежүзілік стратегиялық бағдарламалардың ең негізгі қағидаттарында академиялық, ғылыми бағыттағы зерттеу жұмыстарына негізделген білім, әдістемелік құжаттар негіз болуы тиіс екендігі айтылады.

Болашақта болуы мүмкін шығынды азайту мақсатында су басу қаупіне әсер ету әдісін таңдау кезеңі. Айқындалып, бағаланған су басу қаупінен келетін шығынды азайтудың, алдын-алудың және болдырмаудың бірнеше әдістері бар.

Су басу қаупіне әсер ететін әдісті дұрыс таңдау шешім қабылдау кезеңіне тікелей әсер етеді. Шешім қабылдау ғылыми негізделген әдістерді қолдану

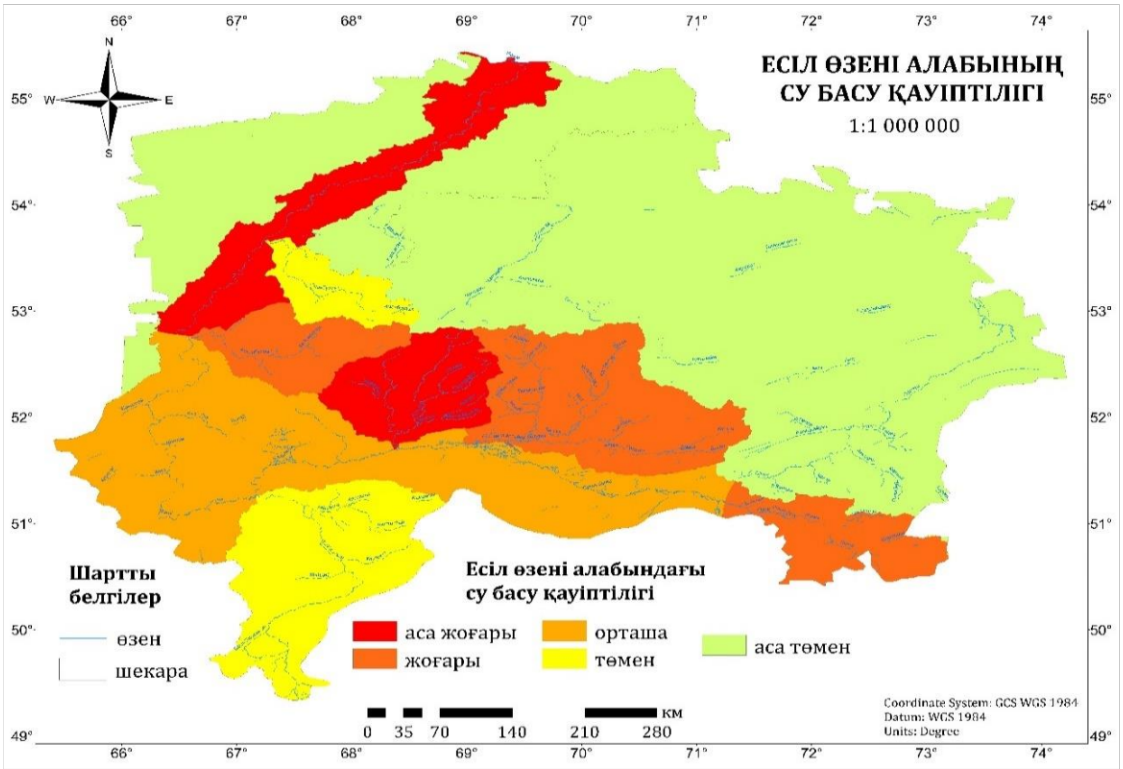
арқылы жүзеге асырылады. Шешім қабылдаудың көптеген технологиялары бар: сызықтық программалау, имитациялық үлгілер, желілік үлгілер, кезектер теориясы, тармақты шешім, ойын теориясы және т.б. Аталған әдістердің ішінде Есіл өзені алабы ұшін имитациялық үлгілер әдісі қолданылды.

Су басу қаупін басқарудың қорытынды кезеңі жаңа ақпаратты есепке ала отырып, таңдап алынған стратегия нәтижелерін түзеу және бақылаудан тұрады.

Орын алған су басу қаупін талдау осы құбылыстың табиғаты және сипаттамалары жөніндегі білімді толықтыру мақсатында, сондай-ақ су басу қаупін басқарудың қалыптасқан жүйесіндегі әрекеттерді жетілдіру жолдары мен қажеттілігін айқындау үшін жүргізіледі.

Талдау барысында су басудың пайда болу себебі, оның сипаттамалары, су басудан қорғану имараттарының, құлақтандыру жүйесінің жұмыстары, су басудың салдарын жою жұмыстары, су басудың зиянды салдарының сипаттамалары мен олардың ағымдағы және кейін байқалатын салдары қарастырылады. Соның нәтижесінде су басу қаупін басқару жүйесіне тиесілі түзетулер енгізіледі.

Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау және басқару барысында алдыңғы тарауларды саралай келе, яғни алаптағы су басудың қалыптасу аймақтары, су басудың жиілігі мен қайталанғыштығы, ең жоғары ағындының мәндерін ескере отырып, Есіл өзені алабына су басу қауіптілігі картасы әзірленіп, сурет 20-да берілді.



Сурет 20 - Есіл өзені алабының су басу қауіптілігінің картасы

Сурет 20-да берілгендей, Есіл өзені алабындағы су басудың қауіптілігі аса жоғары, жоғары, орташа, төмен және аса төмен аймақтарға бөлінді. Нақтырақ айтқанда, су басу қауіптілігі аса жоғары аймақтарға Жабай өзені алабы мен Есіл өзенінің төменгі ағысы алынды. Себебі, Жабай өзені алабындағы су басудың қайталану жиілігі жоғары және су басу орын алған кездегі тіркелген ең жоғары су өтімі мен ең жоғары су деңгейлерінің мәндері тарихи максимумдардан асып түскендігі байқалды. Сонымен қатар, Есіл өзенінің бастауынан сағасына дейінгі бекеттердің ұзындық бойынша Q_{max} өзгерісін талдау барысында (10-сурет) ең жоғары су өтімі де Есіл өзенінің төменгі ағысы аймағына кіретін Тоқсан би тұстамасында байқалған (4602 $м^3/с$). Су басу қауіптілігі жоғары аймақтарға Есіл өзенінің жоғары ағысы, Қалқұтан өзені мен Аққанбұрлық өзені алаптары кірсе, су басудың қауіптілігі орташа аймаққа Есіл өзенінің орта ағысы алынды. Ал, Иманбұрлық және Терісаққан өзені алаптары су басу қауіптілігі төмен аймақтарға енгізілді. Су басу қауіптілігінің аса төмен аймағына өзенаралық аймақтар жататыны анықталды, оның себебі өзенаралық алап шегінде су басудың байқалуының, қайталану жиілігінің төмен болуымен, сондай-ақ, аймақтың жазықтық жерлерде орналасуымен түсіндіріледі. Алап бойынша су басудың қауіптілігі төмен деңгейден аса жоғары деңгейге дейінгі аралықты қамтиды, демек, Есіл өзені алабы су басу қаупі бар алапқа жатқызылатындығы анық.

4.2 Су басу шығынын төмендету бойынша ұсыныс беру

Адам өзінің тіршілік ету ортасын қауіпті гидрологиялық құбылыстардан қорғау мақсатында қауіптің зиянды салдарын төмендету, алдын алу және болдырмау шараларын уақытылы жүзеге асыруы керек. Сондықтан тұрақты мониторинг, су басудың уақытылы және нақты болжамы - қолайсыз салдарларды болдырмаудың жалғыз жолы. Қауіпті гидрологиялық құбылыстарды болжау олардың белгілі бір жерде және белгілі бір уақытта пайда болу және даму ықтималдығын анықтау, сондай-ақ олардың көріністерінің ықтимал салдарын бағалау болып табылады.

Әлемдік тәжірибе табиғи апаттарды болжауға және оған дайындықты қамтамасыз етуге кететін шығындар залалдың салдарын жоюға жұмсалатын шығындардан 15 есе төмен екенін көрсетті. Өкінішке орай, әзірге табиғи төтенше жағдайларды болжау өте күрделі жұмыстар қатарына жатады.

Су басу қаупінің алдын алу және одан келетін шығынды азайту үшін су басуға қарсы әртүрлі іс-шаралар өткізіледі, олар жедел (шұғыл) және техникалық (ескерту) болуы мүмкін [128]. Жедел шараларға: су басудың ең жоғары деңгейін уақытылы болжау, ықтимал қауіпті деңгейлер туралы дер кезінде хабарлау, тұрғындар мен материалдық құндылықтарды эвакуациялауды ұйымдастыру және т.б. кіреді. Жедел шаралар су басудан қорғау мәселесін тұтастай шеше алмайды және ол техникалық шаралармен кешенді түрде жүзеге асырылуға тиіс. Инженерлік шаралар - ескерту сипатына ие және оларды орындау үшін материалдық және қаржылық ресурстарды жұмсай отырып, арнайы инженерлік құрылыстарды алдын-ала салуды көздейді.

Көп жағдайда гидрологиялық қауіпті құбылыстардан қорғану шараларын ұйымдастыру кезінде алдын алу шаралары, одан кейін апат орын алған жағдайда құтқару шаралары және соңғысы қалпына келтіру, шығынды өтеу шаралары атқарылып жатады және бұл жүйенің тиімділігі өте жоғары деп айтуға болады.

Су басу мен су тасқындарын реттеу су жинау алаптарындағы беткейлерді өзгерту,өзен арнасын реттеу өзен арнасынан суды бұрып әкету және су қоймалар салу арқылы жүзеге асырылады. Су басулардан қорғану мақсатында дамбалар салынады. Беткейлік ағындыны реттеудің негізгі мақсаты суды сақтау болып табылады, яғни оның қорын жерді дұрыс пайдалану арқылы арттыру. Арнайы агротехниканың көмегімен ауыл шаруашылық жерлерге келіп түсетін ылғалды сақтап қалуға болады. Бұған инфильтрацияны күшейту арқылы қол жеткізіледі. Инфильтрация арқылы шығындалатын жер беті ағындысының азаюы өсімдік жамылғысының дұрыс таңдалуына байланысты, сонымен қатар террассалау немесе горизонталдар бойынша жер жырту арқылы механикалық жолмен қол жеткізуге болады. Егін шаруашылығы дамыған аймақтарда мұндай шаралар кәдімгі жұмыстарды жүргізу барысында аз шығын шығарылып, жүзеге асырылса, топырақ қабаты құнарсыз, беткейлері тік аймақтарда беткейлік ағындыны реттеудің пайдасы мардымсыз. Егін шаруашылығымен айналыспайтын аймақтарда беткейлік ағындының азаюына орманды отауды реттеу, суды тоғандар мен ойылымдарға жинау және шалғындықтар егу ықпал етеді. Орман жамылғысы беткейлік ағындыны төмендетіп, оның жыліші бойынша біршама бірқалыпты үлестірілуіне жағдай жасайды. Орманда, ашық жерге қарағанда қар баяу ериді, ағынсулардың жыра-жылғалар арқылы қоректенуі ұзағырақ жүреді, ал бұл бөгендер салу қиынға түсетін немесе олардың сыйымдылығы түгел ағындыны жинақтауға жеткіліксіз болып табылатын аудандарда аса маңызды. Орман жамылғысының оң әсері инфильтрацияның қолайлы жағдайында арта түседі. Тез сіңетін қуатты орман топырақтарында еріген қар суы жер асты суларына жетіп, грунт ағындысы ретінде шығындалады, ал ол беткі сулармен салыстырғанда біркелкірек жүреді. Өсімдік жамылғысын жақсарту судың қабат аралық үлестірілуін арттырса, террасалау мен горизонталдар бойынша жер жырту ылғалдың беттік аккумуляциясын жақсартады [14, б.77-78].

Өзен алаптарын су басудан қорғау жөніндегі іс-шаралар кешенінің негізі қазіргі таңда су басу құбылысына түбегейлі әсер етуді қамтамасыз ететін инженерлік іс-шаралар болып табылады. Су басудан қорғанудың дәстүрлі инженерлік әдістері кесте 9-да көрсетілді және олардың артықшылықтары мен кемшіліктері жайында [129] еңбекте келтірілген және оған мыналарды жатқызуға болады:

1) инженерлік құрылыстар;
2) өзен арнасының өткізу қабілетін ұлғайту;
3) қорғалатын аумақтың белгілерін арттыру;
4) ағынды жіберу.

Кесте 9 - Инженерлік-техникалық іс-шаралардың артықшылықтары мен кемшіліктері

Іс шаралар	Артықшылығы	Кемшілігі
Қорғалатын аумақтың белгілерін арттыру	Қажетті көлемде қажетті жерде су астында қалмайтындай жер учаскесін құру	Құрылыс салынған аудандарда жүзеге асырудың күрделілігі. Құны жоғары. Құрылған аумақта құрғату нормаларын сақтау қажеттілігі
Инженерлік құрылыстар	Су қойманы әр түрлі мақсатта пайдалану мүмкіндігі	Аумақты қосымша су басады. Күрделі гидротехникалық құрылыс
Табиғи өзен арнасының өткізу қабілетін арттыру	Жер көлемін ұлғайту	Өзен арнасы мен аңғардың бір бөлігінің экологиялық жағдайларының бұзылуы. Жұмыс өндірісі кезеңінде өзеннің гидрохимиялық режимінің нашарлауы
Өзен арнасын түзету	Пайдалануға жарамды жер көлемін ұлғайту	Өзен арнасын түзету учаскесінде биогеоценозды жою. Арнаның өткізу қабілетін арттыру бойынша төмен тиімділік
Аумақты ойылымдау	Салыстырмалы түрде құны төмен	Қорғалатын аумақтан су бұрудың арнайы жүйесін құру қажеттілігі. Ландшафттың эстетикалық көрінісінің нашарлауы. Бөгеттің үлкен ұзындығы, бұл апат қаупін арттырады
Қосымша арна құрылғысы	Жерді су басу қаупі оларды шаруашылық айналымынан шығармай толығымен жойылады	Жұмыстың үлкен көлемі және төменгі учаскелерді еңсеру күрделілігі. Шектеулі пайдалану шарттары

Қазақстанда су басудан қорғану, оның алдын алу мақсатында гидротехникалық имараттар, дамбалар, қорғану бөгеттері және ағындыны реттеу үшін бөгендер және т.б. қолданыс тапқан. Барлық ірі гидротехникалық құрылыстар әлеуетті қауіпті және бірегей құрылымдар болып табылады. Мұндай құрылыстар қираған жағдайда жүздеген адамдар, ондаған экономикалық нысандар және мыңдаған га ауылшаруашылық алқаптары су басу аймағында қалуы ықтимал. Бұл жағдайда бір реттік шығын жүздеген миллион долларды құрауы мүмкін. Мәселен, зерттеу алабында Айдабол, Балкашино бөгеттерінің жарылуынан орын алған су басуларды атап айтуға болады.

Қазақстан Республикасының гидротехникалық құрылыстары (ГТҚ) апаттылығы жоғары, бұл бірқатар факторларға байланысты жүйелік проблема болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін түбегейлі жаңа, экономикалық негізделген және тиімді нормативтік база қажет, соның шеңберінде су

нысандары мен гидротехникалық құрылыстарда қауіпсіздік қамтамасыз етілуі тиіс. Сондай-ақ, гидротехникалық құрылыс қауіпсіздігіне жаңа мемлекеттік бақылау қажет. Бүгінгі күні оның қажетті мамандары жоқ, шашыраңқы және көбінесе ГТҚ қауіпсіздігінің мүдделеріне жауап бермейді.

Гидротехникалық құрылыстың апатынан болатын залалдың өнеркәсіптік, көліктік және басқа құрылыстардан айырмашылығы, олардың апаттарынан болатын залал көптеген жағдайларда құрылымның қираған бөліктерін қалпына келтіру құнымен бағаланады, әдетте, оның құны өз құнынан бірнеше есе асады. Бұл адам шығынынан басқа, өзендегі және оның жағасындағы басқа да құрылыстардың қирауымен түсіндіріледі, осы гидротехникалық құрылысқа негізделген кәсіпорындардың қызметі тоқтатылады, ал қалпына келтіру әдетте бірнеше жылды қажет етеді. Бұл жағдай гидротехникалық құрылыстардың өте жауапты құрылыстар қатарында екендігінің тағы бір дәлелі, яғни олардың түріне, құрылысына және жұмыс істеуіне ерекше назар аударуды қажет етеді. Сонымен қатар, гидротехникалық имараттар күрделі технологиялық нысан болып табылады. Гидротехникалық имараттар өте алуан түрлі, олардың типтері, конструкциясы, көлемі, пайдаланылу уақыты бойынша 100-ден астам түрі бар.

«Азаматтық қорғау туралы» Қазақстан Республикасының Заңына сәйкес қорғаныс және өзге де гидротехникалық имараттарды бақылау халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі әдістерінің бірі болып табылады.

Гидротехникалық имараттарды бақылаудың өз міндеті жоспарлар мен іс-шаралардың толық және тиімді орындалуын, белгіленген нормативтер, стандарттар мен ережелер талаптарының сақталуын, меншік иелерінің, пайдаланушы ұйымдардың осы құрылыстардағы төтенше жағдайлардың алдын алу және оларды жою жөніндегі іс-қимылдарға дайындығын тексеру болып табылады. Бүгінгі күнде Қазақстан Республикасындағы су шаруашылығы құрылыстарының қауіпсіздігін меншік иелерінің қамтамасыз етуін бақылау мәселесі толықтай шешімін тапқан жоқ.

Су басу қаупін басқаруда су басу қаупін айқындау және бағалау қажет. Су басу қаупін айқындау су басудың қалыптасу зоналары, көлемі, сипаттамалары, ұзақтығы және т.б. әсер етуі қарастырылуы керек. Су басу қаупін бағалауда су басудың ықтималдығы мен келетін шығын арқылы жүзеге асырылады, яғни бағалау су басудың сандық сипаттамасы деуге болады. Су басу қаупінің алдын алу көпсатылы процесс. Ең алдымен су басу қаупі бар аймақтарда ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу, мониторинг, су басудан қорғану имараттарын тұрғызу, алдын алу шаралары жүргізілуі тиіс.Ал су басу қаупі бар және орын алған кезде құлақтандыру және апаттан құтқару шаралары жүргізіледі. Су басу апатты гидрологиялық құбылысы орын алғаннан кейін су басудың зиянды салдарын жою және келген шығынды бағалау мен өтеу жұмыстары жүргізіледі.

Су басуды мониторингілеу және болжау бойынша уақытылы ұйымдастырылған іс-шаралар халықты жақындап келе жатқан апат туралы алдын ала құлақтандыруға және хабардар етуге, сол арқылы апатты салдарлардың ықтималдығын азайтуға мүмкіндік береді.

Су басудан болатын залалды азайтуда атқарушы билік органдары мен халықты су деңгейінің қауіпті көтерілуі және жағалау маңындағы аумақтарды су

басу мүмкіндігі туралы уақытылы ескерту маңызды міндет болып табылады. Халықты қорғау жөніндегі басты іс-шаралардың бірі оны құлақтандыру және гидрологиялық сипаттағы төтенше жағдайлардың туындауы немесе туындау қатері туралы хабардар ету болып табылады [15, б. 88] [130].

Халықты құлақтандыру дегеніміз: оған жақындап келе жатқан қауіп туралы, қалыптасқан жағдай туралы дер кезінде ескерту, сондай-ақ осы жағдайлардағы мінез-құлық тәртібі туралы хабарлау. Халықты құлақтандыру процесі міндетті түрде төтенше жағдайлар аймақтарында халықты қорғау, апаттан құтқару және басқа да кезек күттірмейтін жұмыстар бойынша нақты іс-шаралар өткізу туралы шешім қабылдайтын басқару органдары мен жауапты лауазымды адамдарды хабардар етуді ұйымдастырумен бірге жүреді. Құлақтандыру процесі қысқа мерзімде төтенше жағдайдың алдын алу мен жоюдың бірыңғай мемлекеттік жүйесінің басқару органдарына, лауазымды адамдары мен күштеріне, сондай-ақ халыққа жеткізуді қамтиды. Су басу қаупі туралы халықты құлақтандыру үшін бірінші кезекте халыққа орталықтандырылған құлақтандыру жүйелері пайдаланылуы тиіс. Халықты құлақтандыру және хабардар ету үшін электр сиреналары, радио және телехабар тарату желілері, сондай-ақ сым арқылы хабар тарату желілері қолданылады. Құлақтандыру жүйелерінің кемшілігі олардың тек қалалар мен аудан орталықтарының тұрғындарын орталықтанған құлақтандырумен қамтылатындығында, ал тікелей ауылдық елді мекендерде мұндай құлақтандыру жүйелері жоқ, ал су басу аймағына түсетін республиканың елді мекендерінің басым бөлігі ауылдық елді мекендер болып табылады.

Су басу қаупі туралы халықты хабардар ету бойынша уақытылы қабылданған шаралар адам шығынын барынша азайтуға, сондай-ақ экономикалық шығынды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

Су басу қаупін және оның салдарын сараптай келе, су басу шығынын азайту мақсатында келесідей ұсыныстар берілді:

1. Су басу қаупін төмендету үшін Есіл өзені алабындағы су басуды қалыптастырушы факторлардың үлесі мен олардың әсер ету дәрежесін нақты айқындау қажет.
2. Су басу қаупін басқару мақсатында жаңа технологияларды енгізуді барынша жеделдету үшін барлық әлеуетті пайдаланушыларға бастапқы гидрологиялық деректердің қолжетімділігін қамтамасыз ету қажет.
3. Су басу қаупін бағалау және басқару мәселелері бойынша шешім қабылдауда барлық өзен алабы бойынша су басудың гидрологиялық аспектілері, ағынның сипаттамалары және оның әсер етуін бағалау туралы өзекті, сенімді және толық ақпарат қажет.
4. Есіл өзені алабының су басу қаупіне ие аудандары үшін заманауи ГАЖ технологиялары мен қашықтықтан зондылау мәліметтері көмегімен жасалған төтенше жағдайлар кезіне арналған су басуға ұшырауы мүмкін аудандар карталары мен су басу қауіптілігі карталары негізінде әрекет ету жоспары мен су басудан қорғану жоспарлары дайындалу керек.
5. Тиісті жағдайларда белгілі бір аймақтағы су басуға ұшырау мүмкін аудандарды бағалау туралы ақпаратты, соның ішінде қауіпті аймақ карталарын

жасау және үнемі жаңартып отыру, апат қаупі төнген аудандардың басшыларына, жергілікті жер тұрғындарына қажетті жағдайларда заманауи технологияны пайдалана отырып, қол жетімді форматта геокеңістіктік ақпарат ұсыну қажет;

6. Есіл өзені алабындағы су басудың алдын алу мақсатында салынатын гидротехникалық құрылыстарды жобалау кезінде, ғаламдық климаттық өзгерістер әсерін ескере отырып, су нысандары мен гидротехникалық құрылыстарда қауіпсіздік қамтамасыз етуде тиімді нормативтік база қажет.

7. Есіл өзені алабында су басудың алдын алу және зиянды салдарын төмендету мақсатында салынған гидротехникалық құрылыс қауіпсіздігіне жаңа мемлекеттік бақылау қажет.

8. Мемлекет басшысының 2022 жылы 1-қыркүйекте Қазақстан халқына Жолдауының [131] нақты секторды дамыту бағдары бойынша, ел экономикасын тұрақты дамытуға су мәселесінің ұлттық қауіпсіздік мәселесіне айналғандығы, атап айтқанда, инфрақұрылым, автоматтандыру және цифрландыру деңгейінің төмендігі, ғылыми негіздемелердің жеткіліксіздігі мен мамандар тапшы екендігі айтылды. Сол себепті, бұл мәселелерді шешу үшін Су кеңесінің жұмысын жандандыру қажет, білімді сарапшыларды жұмысқа тарту керек. Қажетті мамандарды даярлау үшін су саласындағы іргелі әрі мықты жоғары оқу орындарын анықтау қажет.

Төртінші тарау бойынша қорытынды

Қорытындылай келе, Есіл алабының су басу қаупін және су басудың зиянды әсерін азайту, ықтимал төтенше жағдайлардың қауіптілігін, сондай-ақ олардың әлеуметтік-экономикалық салдарларын бағалау және басқару мақсатында Дүниежүзілік апаттар қауіптілігін азайту жөніндегі стратегиялар туралы мәліметтеріне сүйене отырып, сандық және сапалық бағалау тәсілдері негізін пайдалануға болатындығы негізделді. Кез келген апатты құбылысты бағалау мақсатында, оның есептік көрсеткіштерін білу маңызды. Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау барысында ең жоғары ағындының негізгі параметрлері есептелініп, осы алаптың көпжылдық ең жоғары ағынды мәліметтерімен салыстырылып баға берілді. Бұл есептік көрсеткіштер су басу қаупін басқарудың ең басты балама көзі болып табылады. Себебі, су ресурстарының қаупін төмендету мақсатындағы Дүниежүзілік стратегиялық бағдарламалардың ең негізгі қағидаттарында академиялық, ғылыми бағыттағы зерттеу жұмыстарына негізделген білім, әдістемелік құжаттар негіз болуы тиіс екендігі айтылады. Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалаудың сапалық тәсілі аталған бағдарламада айқын көрсетілген апат қаупін анықтау, бағалау, мониторингілеу барысында кез келген қауіптің жиілігі, әсер ету дәрежесі және салдары туралы ретроспективалық мәліметтерге талдау жүргізілуі керек деген басқару қағидаттарына сәйкес келеді деуге болады. Нақтырақ айтқанда, Есіл өзені алабының су басу қаупін XIX-XXI ғғ. аралығын талдау барысында төмен, жоғары, аса жоғары және айтулы су басулар деп бағаланды. Әр деңгейдегі су басулардың да әлеуметтік-экономикалық әсер ету дәрежесі әр түрлі.

Су басу қаупін басқаруда су басу қаупін айқындау және бағалау маңызды. Су басу қаупін айқындау кезінде су басудың қалыптасу зоналары, көлемі, сипаттамалары, ұзақтығы және т.б.сынды әсер етуі қарастырылуы тиіс. Су басу қаупін бағалау су басудың сандық сипаттамасы деуге болады,яғни су басудың ықтималдығы мен келетін шығын арқылы жүзеге асырылады. Су басу қаупінің алдын алу көпсатылы процесс. Ең алдымен су басу қаупі бар аймақтарда ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу, мониторинг, су басудан қорғану имараттарын тұрғызу, алдын алу шаралары жүргізілуі тиіс. Ал су басу қаупі бар және орын алған кезде құлақтандыру және апаттан құтқару шаралары жүргізіледі. Су басу апатты гидрологиялық құбылысы орын алғаннан кейін су басудың зиянды салдарын жою және келген шығынды бағалау мен өтеу жұмыстары жүргізіледі. Су басудың салдары жаппай індетке, егістіктің бүлінуі мен малдың қырылуына, үйлер мен коммуникацияның қирауына, адамдардың өліміне әкеп соғуы мүмкін. Кей жағдайларды су басу мен су тасқындарын реттеу су жинау алаптарындағы беткейлерді өзгерту, өзен арнасын реттеу өзен арнасынан суды бұрып әкету және су қоймалар салу арқылы жүзеге асырылады. Су басулардан қорғану мақсатында дамбалар мен гидротехникалық имараттар салынады.

Су басудың қауіптілігі бойынша Есіл өзені алабы аса жоғары, жоғары, орташа, төмен және аса төмен аймақтарға бөлінді. Мәселен, Жабай өзені алабы мен Есіл өзенінің төменгі ағысында су басудың қайталанғыштығы жиі болуы және су басу орын алған кездегі тарихи максимумдардан асып түсетін ең жоғары су өтімі мен ең жоғары су деңгейлері мәндерінің тіркелуі су басу қауіптілігі аса жоғары аймақтарға жатқызылуына себеп болды. Сондай-ақ, Есіл өзенінің бастауынан сағасына дейінгі бекеттердің ұзындық бойынша ең жоғары ағындының өзгерісін талдау барысында ең жоғары су өтімі де Есіл өзенінің Тоқсан би тұстамасында байқалған. Есіл өзенінің жоғары ағысы, Қалқұтан өзені мен Аққанбұрлық өзені алаптары су басу қауіптілігі жоғары аймақтарға кірсе, су басудың қауіптілігі орташа аймаққа Есіл өзенінің орта ағысы алынды. Ал, Терісаққан және Иманбұрлық өзені алаптары су басу қауіптілігі төмен аймақтарға енгізілді. Су басу қауіптілігінің аса төмен аймағына өзенаралық аймақтар жататыны анықталды, оның себебі өзенаралық алап шегінде су басудың байқалуының, қайталану жиілігінің төмен болуымен, сондай-ақ, аймақтың жазықтық жерлерде орналасуымен түсіндіріледі.

Су басу қаупі туралы халықты хабардар ету бойынша уақытылы қабылданған шаралар адам шығынын барынша азайтуға, сондай-ақ экономикалық шығынды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді. Су басу қаупін және оның салдарын сараптай келе, су басу шығынын азайту мақсатында ұсыныстар берілді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыс бойынша зерттеулердің жоспарлары, мақсаты мен міндеттері орындалды. Жалпы жұмыстың қорытындысы мен нәтижелері төмендегідей:

1. Су басу адамзат қоғамына үлкен залал келтіретін және қоршаған ортаны өзгеріске ұшыратын әлемдегі ең апатты құбылыстардың бірі. Есіл өзені алабы Р.И. Нежиховскийдің және А.В. Бариновтың жіктемелеріне сәйкес айтарлықтай дәрежедегі су басу қаупі бар алаптар қатарына жатады.

Есіл өзені алабын XIX, XX және XXI ғғ. аралығына хроникалық талдау негізінде су басулардың масштабы және шығын мөлшері бағаланды, нәтижесінде Есіл алабы бойынша су басудың қайталанғыштығы, ауқымы мен әкелетін жиынтық шығыны бойынша төмен (кіші), жоғары, аса жоғары (айтулы) және апатты деп бөліп қарастырылды. XIX ғасырдың 20 жылдарынан бері байқалған масштабтары әр түрлі 36 су басулардың (егер бір жылда әрбір өзен жүйесінде орын алған су басуларды ескерсек, онда жалпы саны 50 құрайды) үлес салмағы мынадай: тең жартысына жуығы (45%) төмен су басуларға, 27% жоғары, 24% аса жоғары және 3% апатты су басуларға сәйкес келеді.

Алаптағы су басуларды қалыптастырушы факторлар: қардың еруі, қарқынды жауын-шашын, қардың еруі мен қарқынды жауын-шашынның бірігуі, су деңгейінің көтерілуі, өзеннің ашылуы, өзен суының тасуы және бөгеттер мен дамбалардың жарылуы.

2. Есіл алабының гидрологиялық зерттелгендігі қарастырылды, нәтижесінде 70-тен аса бекеттердің бар екендігі белгілі болды, нақты зерттеу жұмысына 22 бекеттің сипаттамалары алынды. Гидрологиялық сипаттамалардың бақылау қатарларын өңдеудің белгілі статистикалық әдістерін қолдану арқылы зерттелетін өзендердің гидрологиялық қатары қалпына келтіріліп, ең жоғары ағынды қатарлары біртектілікке тексеріліп, ең жоғары ағынды қатарларының статистикалық параметрлері есептеліп, олардың дәлдігі анықталды. Есіл алабы өзендерінің есептелген статистикалық параметрлерінің дәлдігі бағаланды. Бағалау жұмыстары бақыланған қатар мен есептік кезең нәтижелерін салыстыру арқылы жүзеге асырылды. Жалпы алғанда, ең жоғары ағындының бақыланған қатарын көпжылдық кезеңге келтіру нәтижесінде есептеудің дәлділігі жоғарылады. Ең жоғары ағындының бақыланған қатарының орташа квадраттық қателігінің шамасы 29,4% - 6,78% аралығында, ал орта есеппен 15,8% құраса, ағынды қатарын есептік кезеңге келтіргеннен кейін орташа квадраттық қателіктің мәндері 15,1% - 5,67% аралығында, орташа есеппен 11,4 %-ға төмендегенін көрсетті.

Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының сипаттамаларын есептік, табиғи және бұзылған кезеңдер үшін анықталды. Әрбір кезең үшін Есіл алабы өзендерінің ең жоғары ағындысының көпжылдық қатарлары сипаттамаларының өзгерісі айқындалды. Табиғи-шартты кезең мен табиғи кезеңді салыстыру нәтижелері соңғы жылдардағы ең жоғары ағынды мөлшерінің азайғандығын

көрсетіп отыр, талдау нәтижелері суқоймалардың ағындыны реттегіштік әсерін бағалауға мүмкіндік берді.

Алап өзендерінің ең жоғары ағындысының статистикалық параметрлерінің өзгеріске ұшырауы антропогендік және климаттық факторлардың әсерінен болуы мүмкін деген тұжырым жасалды. Мәселен, Есіл өзені алабындағы көктем айларында су басу апатты гидрологиялық құбылысының көрініс беруіне климаттық факторлардың әсері бар деуге болады. Нәтижесінде өзен ағындысына климаттық факторлардың әсерін бағалау екі кезеңге (1945-1980 жж дейінгі және 1981-2019 жж. кейінгі) бөлу арқылы және зерттеу аймағында су басу апатты гидрологиялық құбылысының сәуір, мамыр айларында көрініс беруі себепті сәуір, мамыр айларына есептеу жүзеге асырылды. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде бірінші уақыт кезеңдеріне қарағанда XXI ғасырдың 80 – жылдарынан бастап ауа температурасының көтерілгендігін көрсетті және оның салдары өзен режиміне айтарлықтай әсерін тигізген. Ал аталған екінші уақыт кезеңінде атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің аз мәнді артуы, көбінесе төмендеуі байқалған. Солтүстік Қазақстан аймақтары үшін метеорологиялық элементтердің өзгерісі аймақтық ерекшеліктерге байланысты болуы мүмкін деген тұжырым жасауға болады.

3. Есіл өзені алабын зерттеуде заманауи ГАЖ технологиясы пайдаланылды, бағдарламалық құрал ArcGIS 10.x негізінде масштабы 1:1 000 000 болатын Есіл өзені алабының физикалық-географиялық және бекеттердің орналасу картасы, сонымен қатар алаптың ағынды қабаты мен ағынды модулінің карталары жасалды. Әзірленген карталар шолу карталары ретінде және халық шаруашылығы мақсатындағы шешімдер қабылдау кезінде географиялық негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін. Жасалған ағынды қабаты мен модулінің карталарынан алап бойынша ағынды қабатының (h) мәндері 14,6-67,1 мм аралығын, ағынды модулі (q) 0,46-2,13 л/с*км^2 мәндер аралығын қамтығандығын байқауға болады. Ағынды қабаты және ағынды модулінің әркелкі таралуы қарастырылып отырған аумақтың физикалық және географиялық ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Ал, 1960 жылдардағы жарияланған мәліметтер мен есептік кезеңге келтірілген 1945-2019 жж. үшін салыстыру нәтижелері алап өзендеріндегі ағынды қабаты (h, мм) мәндерінің ауытқуы +47,2% дан -9,56 % аралығында өзгергендігін көрсетті. Жалпы алғанда, ағынды қабатының мәндерінің соңғы жылдарда артқандығы байқалады. Ал вариация коэффициентінің өзгергіштігі +0,92% дан -36,1 %-ға дейін төмендегенін байқауға болады. Сонымен қатар, көп тапсырмалы ортада интерактивті пайдалануға арналған біріккен HEC-RAS бағдарламалық жүйесі туралы ғылыми әдебиеттерге шолу жасалып, зерттеу жұмыстарының нәтижелері талданды. HEC-RAS гидрологиялық моделі қол жетімді ашық ғаламтор желісінен жүктеп алынды және Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалауға қажетті мәлімет көздері жинақталды.

HEC-RAS гидрологиялық моделі қол жетімді ашық әлеуметтік желіден жүктеп алынып, су басу қаупін үлгілеуге қажетті мәліметтер HEC-RAS бағдарламасына енгізілді. Сирек қайталанатын су өтімдері кезінде су басудың қалыптасу аймақтары Заречный ауылы, Атбасар қаласының батыс бөліктері су

астында қалуы мүмкін және су басудың жайылу ені қамтамасыздығы 1%-дағы су өтімі кезінде 4623 метрге дейін жетсе, ал қамтамасыздығы 5% су өтімі орын алған кезде су басудың жайылу ені 3800 метрге жетуі ықтимал деген тұжырым жасалынды.

4. Дүниежүзілік апаттар қауіптілігін азайту жөніндегі стратегиялар туралы мәліметтеріне сүйене отырып, Есіл алабының су басу қаупін және су басудың зиянды әсерін азайту, ықтимал төтенше жағдайлардың қауіптілігін, сондай-ақ олардың әлеуметтік-экономикалық салдарларын бағалау және басқару мақсатында сандық және сапалық бағалау тәсілдері негізін пайдалануға болатындығы негізделді. Себебі, кез келген апатты құбылысты бағалау мақсатында, оның есептік көрсеткіштерін білу маңызды. Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалау барысында ең жоғары ағындының негізгі параметрлері есептеліпі, осы алаптың көпжылдық ең жоғары ағынды мәліметтерімен салыстырылып баға берілді. Су ресурстарының қаупін төмендету шараларында академиялық, ғылыми бағыттағы зерттеу жұмыстарына негізделген білім, әдістемелік құжаттар негіз болуы тиіс. Есіл өзені алабының су басу қаупін бағалаудың сапалық тәсілі аталған бағдарламада айқын көрсетілген апат қаупін анықтау, бағалау, мониторингілеу барысында кез келген қауіптің жиілігі, әсер ету дәрежесі және салдары туралы ретроспективалық мәліметтерге талдау жүргізілуі керек деген басқару қағидаттарына сәйкес келеді деуге болады. Нақтырақ айтқанда, Есіл өзені алабының су басу қаупін XIX-XXI ғғ. аралығын талдау барысында төмен, жоғары, аса жоғары және айтулы су басулар деп бағаланды. Әр деңгейдегі су басулардың да әлеуметтік-экономикалық әсер ету дәрежесі әр түрлі.

Су басу қаупін басқаруда су басу қаупін айқындау және бағалау маңызды. Су басу қаупін айқындау кезінде су басудың қалыптасу зоналары, көлемі, сипаттамалары, ұзақтығы және т.б.сынды әсер етуі қарастырылуы тиіс. Су басу қаупін бағалау су басудың сандық сипаттамасы деуге болады,яғни су басудың ықтималдығы мен келетін шығын арқылы жүзеге асырылады. Су басу қаупінің алдын алу көпсатылы процесс. Ең алдымен су басу қаупі бар аймақтарда ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу, мониторинг, су басудан қорғану имараттарын тұрғызу, алдын алу шаралары жүргізілуі тиіс. Ал су басу қаупі бар және орын алған кезде құлақтандыру және апаттан құтқару шаралары жүргізіледі. Су басу апатты гидрологиялық құбылысы орын алғаннан кейін су басудың зиянды салдарын жою және келген шығынды бағалау мен өтеу жұмыстары жүргізіледі. Су басудың салдары жаппай індетке, егістіктің бүлінуі мен малдың қырылуына, үйлер мен коммуникацияның қирауына, адамдардың өліміне әкеп соғуы мүмкін. Су басу қаупі туралы халықты хабардар ету бойынша уақытылы қабылданған шаралар адам шығынын барынша азайтуға, сондай-ақ экономикалық шығынды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді. Су басу қаупін және оның зиянды салдарын сараптай келе, су басу шығынын азайту мақсатында ұсыныстар берілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. - Москва : Гидрометеоиздат, 1988. - с. 23-37

2 Резанов И.А. Великие катастрофы в истории Земли. 2-е изд. – М. Наука, 1984. – 176 с.

3 Гинко С.С. Катастрофы на берегах рек. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977

4 Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы. – М.: ООО «ДЭКС-ПРЕСС», 2003

5 World Disaster Report, 2014

6 Авакян А.Б., Истомина М.Н. Наводнения в мире в последние годы XX в. // Водные ресурсы. - 2000. - Т. 27, № 5. - с. 517-523

7 Дудина И.О. и др. Выдающееся наводнение на р. Амур в 2013 году и его особенности // VII Всероссийский гидрологический съезд. Тезисы пленарных докладов. - СПб.: Росгидромет, 2013. - с. 22-25

8 Петрова Л. Опыт общественного участия: Наводнения, их причины, влияние наводнений на состояние окружающей среды и здоровье человека, а также разработка мер по снижению риска наводнений на примере изучения паводка реки Жабай г.Атбасар (Казахстан). Атбасар, 2020

9 Чеботарев А.И. Гидрологический словарь - Л.: Гидрометеоиздат, 1964.

10 Коронкевич Н.И. Наводнения и борьба с ними. - Москва : Знание, 1982. – 42 с.

11 Пясковский Р.В., Померанцев К.С. Наводнения. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982.

12 Чеботарёв А.И. Гидрология суши. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

13 Баринов А. В и др. Опасные природные процессы. - Москва : Академия ГПС МЧС, 2009.

14 Бузин В.А. Опасные гидрологические явления. - Санкт-Петербург : РГГМУ, 2008. – 228 с.

15 Шарипханов С.Д., Раимбеков К.Ж. и Кусаинов А.Б. Управление рисками наводнений. - Кокшетау : Кокшетауский технический институт КЧС МВД РК, 2015. – 94 с.

16 Tyrrel John G. and Kieran Nickey A flood chronology for Cork city and its climatological background // Article in Irish Geography. - January 1991.

17 Акимов В.А., Дурнев Р.А. и Соколов Ю.И. Опасные гидрометеорологические явления на территории России. - Москва : ВНИИ ГОЧС, 2009.

18 Борщ С.В. и др. Наводнения. - Москва, 2015.

19 Scott George St. and Manfred Mudelsee The weight of the flood of record in flood frequency analysis // Journal of Flood Risk Management. - November 2018.- P.1-14.

20 Spivak L.F., Arkhipkin O.P. and Pankratov V. Space monitoring of floods in Kazakhstan // Mathematics and Computers in Simulation. - 2004 - pp. 365-370.

21 Spivak L., Arkhipkin O.P. and Sagatdinova G.N. Development of Flood Monitoring Information System in Kazakhstan // Proceedings of 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment. - Saint-Petersburg : 2005 .

22 Paolo, Paron. Hydro-Meteorological Hazards, Risks, and Disasters. The Netherlands, 2014.

23 Молдахметов М.М – Гидрологиялық есептеулер - Алматы. –2003.- 230 б.

24 Бейсенова Ә.С. Қазақстанның физикалық географиясы. - Алматы :, 2014. - с. 392-399.

25 Джаналиева К.М. и др. Физическая география Республики Казахстан. Алматы : Қазақ университеті, 1998.

26 Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Акмолинская обл. Казахской ССР. Гидрометеоиздат, 1958;

27 Ресурсы поверхностных вод районов целинных и залежных земель. Кокчетавская обл. Казахской ССР. Гидрометеоиздат, 1959;

28 Ресурсы поверхностных вод районов целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская обл. Казахской ССР. Гидрометеоиздат, 1960;

29 Ресурсы поверхностных вод СССР., Карагандинская обл. Гидрометеоиздат, 1966;

30 Республика Казахстан: Природные условия и ресурсы. Том I. Алматы, 2006. 506 с.

31 Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: В 21-м томе. – Алматы, 2012. Т.VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Книга 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под науч. ред. Р.И. Гальперина, Институт географии, 2012, 684 с. ISBN 978-601-7150-32-7

32 Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана в 3-х томах / Под редакцией академика РАВН, д.т.н., профессора М.Ж. Бурлибаева. - Т. 2. Бассейны рек Есиль и Тобыл. - Алматы : Каганат, 2017. – с. 552. ISBN 978-9965-523-88-5.

33 Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: В 21-м томе. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция) / Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Т.I., 94 с. ISBN 978-601-7150-28-0

34 Гальперин Р.И. и Авезова А. Максимальные расходы воды на казахстанском участке р. Есиль // Вопросы географии и геоэкологии. - Алматы , 2012 г.

35 Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: В 21-м томе. – Алматы, 2012. Т. VIII: Смоляр В.А. Ресурсы подземных вод Казахстана / Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Институт географии.– 634 с. ISBN 978-601-7150-36-5

36 Гальперин Р.И. О водных опасностях в Казахстане // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование, кн. 2.: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». - Алматы :, 2016. - с. 378-386.

37 Гальперин Р.И. Высокие уровни воды на реках равнинного Казахстана. - Алматы : КазНУ им.Аль-Фараби, 1994.

38 Антончев Н.В. Сведения о природных явлениях Приишимья // Гидрометеорология и экология. №1. - Алматы : Казгидромет, 1997 г. - с. 133-139.

39 Шаменов А.М. Гидрометеорологическое обеспечение хозяйств Казахстана в условиях проведения экономических реформ // Гидрометеорология и экология. №1. - Алматы : Казгидромет, 1996 г. - с. 12-17.

40 Плеханов П. Наводнения в Казахстане и меры по защите от их воздействия // Информационно-методической сборник материалов по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне. - Алматы : Агенство РК по ЧС, 2003 г. - №1 (13). - с. 77-80.

41 Интерфакс Казахстан. Информационное агентство. - Астана : https://www.interfax.kz/?lang=rus&int_id=10&function=view&news_id=9440, 20.03.2019 г.

42 Сазанова Б., Худякова Т.В. и Бабаханова Г.А. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2010 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2012. - С. 147-150.

43 Бабаханова Г.А., Жданова Т.Л. и Криворучко Т.И. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2007 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2009. - С. 171-173.

44 Сазанова Б.Л., Худякова Т.В. и Голояд О.С. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2009 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2011 г. - с. 159-160.

45 Сазанова Б. А. и др. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2011 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2012 г. - с. 170-172.

46 Шмидт М.Э., Худякова Т.В. и Бейсенбаева А. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2016 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2017 г. - с. 163-164.

47 Сазанова Б.А., Худякова Т.В. и Мынжанова А. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2014 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2015 г. - с. 165-167.

48 Шмидт М. Э. и др. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2015 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2016 г. - с. 166-168.

49 Шмидт М. Э. и др. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2017 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2018 г. - стр. 153-183.

50 Шмидт М. Э. и др. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2018 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2019 г. - стр. 196-199

51 Е.Ю. Смирнова, М.Э. Шмидт, Ж.К. Исабекова, М.Н. Сакимова, И.В. Веревкина и др. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2019 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2020 г. - с. 175-213.

52 С.А. Долгих, Ж.К. Исабекова, И.В. Веревкина, С.Е. Ибраев и др. Стихийные гидрометеорологические явления на территории РК в 2020 году // Гидрометеорология и экология. №4. - Алматы : Казгидромет, 2021 г. - с. 53-87.

53 Дускаев К.К., Ахметова С.Т., Серикбай Н.Т., Оспанова М.С. Оценка изменения характеристик минимального стока в бассейне реки Есиль // Гидрометеорология и экология. №1, Алматы 2019, - с. 145-153.

54 Дускаев К.К., Оспанова М.С. Есіл өзені алабындағы су басуды қалыптастырушы факторлар. VI Халықаралық Фараби оқулары. Алматы, Қазақстан. 2-12 сәуір, 2019, 245-250 б.

55 Молдахметов М.М. и Махмудова Л.К. Есіл өзені алабының су ресурсын нақтылау // Гидрометеорология и экология. - Алматы : Казгидромет, 2005 г. - с. 102-117.

56 А. Авезова Изменение максимальных расходов воды по длине реки Есиль в многоводные годы [https://www.nakkr.org:81/jurnal]. - ВАК КР, 2012 г.

57 А. Авезова Проблемы системного подхода в географических исследованиях. VI Жандаевские чтения 13-14 апреля // Высокие уровни при весеннем половодье рек Северного Казахстана (Бассейны рр. Есиль и Тобыл). - Алматы : Қазақ университеті, 2011. - С. 236-243.

58 Молдахметов М. М. және т.б. Есіл алабы өзендерінің көктемгі су тасу фазасының сипаттамалары // ҚазҰУ хабаршысы. География сериясы. - Алматы : Қазақ университеті, 2013 ж. - 37. - 70-75 б.

59 Чигринец А.Г. и Арыстамбекова Д.Д. Оценка характеристик стока весеннего половодья равнинных рек Казахстана на примере бассейна р. Есиль // Гидрометеорология и экология. - Алматы : Казгидромет, 2017 г.- с. 62-74.

60 Основные гидрологические характеристики. Бассейн реки Есиль . - 1963-1970 гг.

61 Основные гидрологические характеристики. Бассейн реки Есиль . - 1970-1975 гг.

62 Основные гидрологические характеристики. Бассейн реки Есиль . - 1976-1980 гг.

63 Государственный Водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Выпуск 1. Бассейны рек Иртыш, Ишим, Тобыл (верхнее течение). 1981-1999 гг. - Алматы, 2004.

64 Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Реки и каналы. - 2000-2019 гг.

65 Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007 – 279 с.

66 Болдырев В.М. Гидрологические расчеты. Алматы: Казақ университеті, 2000 – 212 с.

67 Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование в гидрологии: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с. ISBN 978-5-7695- 6785-8

68 Дәулетқалиев С.Қ., Жүсіпбеков, Д.Қ., Молдахметов М.М. Гидрологиялық ақпаратты математикалық өңдеу әдістері, Алматы: Қазақ университеті, 2012 – 126 б.

69 Давлетгалиев С.К. Влияние хозяйственной деятельности на годовой сток основных рек Жайык-Каспийского бассейна. Вопросы географии и геоэкологии. №1. Алматы 2011. с. 4-11.

70 Методическое указание по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик. Гидрометеоиздат, 1986.

71 Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным. - Санкт-Петербург : Нестор-История, 2010.

72 Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990, 360 с.

73 Пособие по определдению расчетных гидрологических характеристик Лениград: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.

74 Рождественский А.В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. - 269 с.

75 Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов – Гидрометеоиздат, 1990 – 276 с.

76 СП-33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик . - Москва : Госстрой России, 2004. – 71 с.

77 Дускаев К.К., Мусина А.К., Оспанова М.С., Базарбек А.Т. Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысының сипаттамаларын есептеу // Вопросы географии и геоэкологии. - Алматы : 2019 г. - с. 44-55.

78 Андреянов В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. – Л.: Гидрометеоиздат, 1960 – 327 с

79 Воейков А.И. Климаты Земного шара, в особенности России. - Санкт-Петербург : 1884.

80 I.C. Knox Large increases in flood magnitude in response to modest changes in climate// Nature (Gr.Brit.) - 1993 - 361. - p. 430-432.

81 https://cc.voeikovmgo.ru/ru/novosti 09.10.2021

82 Macklin Mark G., Toonen Willem H.J., Ospanova M.S. Analysis of main periods catastrophic floods in the Yesil river basin // Вестник. Серия Географическая. - Алматы : Қазақ университеті, 2019 - 52 (1). - p. 58-68.

83 Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2020 – Нұр-Сұлтан, 2021. – 67 с.

84 T Bernauer, Siegfried T. Climate change and international water conflict in Central Asia // Journal of Peace Research. - 2012.

85 Изменение климата и гидрология в Центральной Азии: исследование отдельных речных бассейнов. - Женева : Зой, 2019 г.

86 Нысанбаева А. С., Талипова Э. К. Materials International Scientific Conference of Students and Young Scientists «Farabi alemi» // Өзен ағындысының

көпжылдық жүрісіне климаттың заманауи өзгерістерінің тигізетін әсері. - Almaty, Kazakhstan : Қазақ Университеті, 2020, 6-9 апреля. - с. 69-74.

87 Дускаев К.К., Мусина А.К., Оспанова М.С. Материалы международной научно-практической конференции «Роль Президента Таджикстана в решении глобальных проблем: вода-источник жизни», Алматы, 2019 // Есіл өзені ағындысына су қоймалардың әсерін бағалау. - Алматы, 2019.

88 Дускаев К.К., Мусина А.К., Оспанова М.С. Жасыл көпір ұрпақтан – ұрпаққа IX халықаралық студенттер форумы. Есіл өзені алабының ең жоғары ағындысына климаттық өзгерістердің әсері. Алматы, Қазақстан, 21-22 сәуір, 2022 ж. 506-519 б.

89 http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation 21.11.2020

90 http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=35188 21.11.2020

91 Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Сабыров С.Б. Изменение направленных климатических элементов бассейна реки Есиль и оценка годового стока данного бассейна // Вестник КазНИТУ. - Алматы, 2016 г. - 116. - с. 20-30.

92 H. Ahn K. and Merwade V. Quantifying the relative impact of climate and human activities on streamflow// J. Hydrol.- 2014. - p. 257-266.

93 K. Drapera, Draperova I. Application of Mann-Kendall test and the Sen's slope estimates for trend detection in deposition data from Bílý Kříž (Beskydy Mts., the Czech Republic) 1997–2010 // Beskdy Mendel University in Brno. - 2011. - 2. - p. 133-146.

94 Akiyanova Farida Zh., Frolova Nataliya L. et al. Water resources and system of the River Yesil (ISHIM) under conditions of active antropogenous transformation and climate change // EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci. - 2019. - p. 1275-1289

95 N.U. Bultekov et.al.// Climate, Agro Climatic resources. In the Atlas of the Republic of Kazakhstan. Natural conditions and resources./ A.R. Medeu. - Almaty, 2010. - 1.

96 М.М. Молдахметов, Махмудова Л.К. Солтүстік Қазақстан аумағының қар жамылғысы сипаттамаларының аймақтық климаттық өзгерістер шеңберіндегі динамикасы // Гидрометеорология и экология. - Алматы, 2013 г. - с. 32-44

97 Мезенцева О.В. Ломакина С.С. Геоэкологический мониторинг водосборного бассейна реки Ишим на территории Республики Казахстан в условиях весеннего половодья за период 2002–2017 гг. Научн. журнал Успехи современного естествознания, №12 (ч.2), 2018

98 Калинин В.Г., Пьянков С.В. Некоторые аспекты применения геоинформационных технологий в гидрологии// Метеорология и гидрология. - декабрь 2000 .

99 Орлова В.Е. Применение ГИС-технологии для получения гидрологических характеристик водосбора Вилюйского водохранилища // География и природные ресурсы. - 2008. - с. 134-138.

100 Nadia Ahmed Aziz, Zaidoon Taha Abdulrazzaq, Marwa Nagim Mansur GIS based watershed morphometric analysis using DEM data in Diyala river, Iraq // Iraqi Geological Journal. - 4 February 2020. - 53. - с. 36-44.

101 Ismayilova L.A. and Guliyeva S.Y. Morphometric analysis in GIS based on relief parameters mudflow basins. // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2019. № 4. p. 128-126. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print). https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.106 02.05.2020

102 Hancock G. R., Martinez C., Evans K.G., Molire D.R. A comparison of SRTM and high-resolution digital elevation models and their use in catchment geomorphology and hydrology: Australian examples. Earth Surface Processes and Landforms.. - 2006 .

103 Bhang K. J., Schwartz F. Limitations in the hydrologic applications of C-band SRTM DEMs in low- relief settings. // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. - 2008. - с. 497-501.

104 Мальцев К.А., Голосов В.Н., Гафуров А.М. Цифровые модели рельефа и их использование в расчетах темпов смыва почв на пахотных землях. Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. Т. 160, кн. 3, 2018. стр. 514-530.ISSN 2542-064X

105 Chen J., Hill A. A., Urbano L. D. A GIS-based model for urban flood inundation. J.Hydrology, 2009 - 373. - с. 184-192.

106 Mussina A.K, Zhanabaeva Zh. A GIS - technology in the management of mudflow risk// KazNU Bulletin. Geography series. - 2016 - 42. - с.141-146.

107 Orlova E.V., Development of information support for monitoring of water bodies on the basis of the GIS technology. - China : GIS & RS in Hydrology. Water Resources and Environment., 2003 .

108 Борщ С.В., Самсонов Т.Е., Симонов Ю.А., Львовская Е.А.Визуализация гидрологической обстановки в бассейнах крупных рек средствами ГИС-технологий. ResearchGate, 2013.

109 Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Основные гидрологические характеристики рек бассейна Есиль. - Тараз , 2018. – 156 с.

110 Яковченко С.Г. , Постнова И.С., Жоров В.А., Ловцкая О.В., Дмитриев В.О. Районирование территории по степени опасности и оценка рисков наводнений с использованием ГИС-технологий // Вычислительные технологии. - 2006. - 11-том.

111 Duskayev K.K., Macklin G.M., Mussina A.K., Ospanova M.S., Bazarbek A.T. News of the academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. Determination of the runoff characteristics of the Yesil river basin based on GIS technologies. 2021, March-April. №2 (446), p. 74-81

112 Шахраманьян М.А., Епихин А.В., Щербенко Е.В. и др. Космический мониторинг наводнений и их последствий. Технологии гражданской безопасности. 2005. с. 54-61

113 Jenson, S.K., and J.O. Domingue. 1988. «Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis» Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54 (11): 1593–1600.

114 Влацкий В.В. Моделирование речного стока с использованием ГИС-технологий. Вестник ОГУ №9 (115), сентябрь, 2010.

115 Бут Б. ArcView 3D Analyst. Руководство пользователя. М.: Дата. 244 с.

116 Хромых В.В., Хромых О.В. Морфометрический анализ долины Томи на основе ArcGIS 3d Analyst и Spatial Analyst // Материалы XII международной конференции пользователей программных продуктов ESRI и Leica Geosystems в России и странах СНГ. – М., 2006. с. 14-17.

117 Определение морфометрических характеристик водных объектов суши и их водосборов с использованием технологии географических информационных систем по цифровым картам Российской Федерации и спутниковым снимкам. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Санкт-Петербург, ООО «РПЦ Офорт», 2017.

118 HEC-RAS. Department of The Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center. Режим доступа: https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rasum/latest/introduction-to-hec-ras 25.09.2022

119 Шевердяев И.В., Бердников С.В., Клещенков А.В. Применение программного комплекса HEC-RAS для моделирования гидрологического режима дельты Дона. Математические методы и модели в исследованиях окружающей среды, 2017. - С.113-122. DOI: 10.23885/2500-395X-2017-1-2-113-122

120 Moya Quirogaa V., Kurea S., Udoa K., Manoa A.. Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. Ribagua, Revista Iberoamericana del Agua. 2016. - Vol. 3, - P. 25-33

121 Hicks F.E. & PeacockSuitability T. of HEC-RAS for Flood Forecasting // Canadian Water Resources Journal, - 2005. - Vol.30, №2. - P.159-174, https://www.doi.org/10.4296/cwrj3002159 24.10.2022

122 Ali El Bilali, Abdeskam Taleb, Imane Boutahri. Application of HEC-RAS and HEC-LifeSim models for flood risk assessment. Journal of Applied Water Engineering and Research. 2021. - Vol.9, - Iss.4. https://www.doi.org/10.1080/23249676.2021.1908183 30.11.2022

123 Nigel Walmsley, Geoff Pearce. Towards sustainable water resources management: bringing the Strategic Approach up-to-date // Irrigation and Drainage Systems. — 2010. — Т. 24, вып. 3-4. - С. 191–203. — ISSN 1573- 0654 0168-6291, 1573-0654. — doi:10.1007/s10795-010-9100

124 Claudia Pahl-Wostl, Marc Craps, Art Dewulf, Erik Mostert, David Tabara. Social Learning and Water Resources Management // Ecology and Society. 2007. - Vol. 12, - Iss. 2. ISSN 1708-3087. doi:10.5751/ES-02037-120205

125 https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Yokohama-Strategy-Russian.pdf 03.11.2022

126 https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf 09.11.2022

127 https://www.primeminister.kz/ru/news/pravitel-stvo-utverdilo-koncepciu-programmy-upravleniy-vodnymi-resursami-rk-na-2020-2030-gody 10.12.2022

128 Крючек Н.А., Латчук В.Н, Мирнов С.К. Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях: Учебник для населения. Под общ. Ред. Г. Н. Кириллова. – Москва: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. - 264 с.

129 Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. О. Н. Русака. – СПб.: Издательство «Лань», Москва: ООО «Омега-Л» 2004 г. – 448 с.

130 Гринин А.С., Новиков В.Н. Безопасность жизнедеятельности: Уч.пособие. М.:ФАИР – ПРЕСС, 2002. - 288 с.

131 https://akorda.kz/kz/memleket-basshysy-kasym-zhomart-tokaevtyn-kazakstan-halkyna-zholdauy-181416 13.12.2022

ҚОСЫМША А

Есіл өзені алабының гидрологиялық зерттелгендігі

№ р/с	Өзен-бекет	Сағадан қашықтық, км	Су жинау алабы		Әрекет ету кезеңі		Ағындыға жүргізілген бақылаулар		
			F, км^2	$H_{ср}$, м	ашылды	жабылды	Qор, м^3/с/ Qmax, м^3/с h, мм	жылдар	Бақыланған жылдар саны
1	Есіл өз. – Приишимское ауылы	2437	202	606	1949 2005	1991 Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1949-1957, 1959-1970, 1972-1988, 2005-2019	53
							Qmax, м3/с	1949-1955, 1964-1970, 1972-1988, 2005-2019	46
							h, мм	1964-1970, 1972-1988, 2005-2019	39
2	Есіл өз. – Турген ауылы	2367	3240	524	15.06.1974	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1975-2019	45
							Qmax, м3/с	1975-1979 1981-2019	44
							h, мм	1975-2000, 2002-2019	44
3	Есіл өз. – Волгодоновка ауылы	2299	5400		19.07.1977	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1978-1983, 1986-1991, 1993, 2001-2016,2018-2019	31
							Qmax, м3/с	1978-1983, 1986-1991, 1993, 1997, 1999-2016, 2018-2019	32
							h, мм	1978-1983, 1986-1991, 1993, 2000, 2002-2016, 2018-2019	31
4	Есіл өз. – Астана қаласы	2241	7400	209	01.09.1932	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1933-1970, 1973-1977, 1979-1991, 1993-1994, 1996-2005, 2011, 2014	70
							Qmax, м3/с	1933-1977, 1979-1991, 1993-1994, 1996-2005	70
							h, мм	1933-1955, 1964-1970, 1973-1975, 1991, 1993-1994, 1996-2000, 2002-2005, 2011, 2014	47
5	Есіл өз. – Державинск қаласы	1573	76000	360			Qор, м3/с	1964-1980, 1989	18
							Qmax, м3/с	1964-1980, 1989	18
							h, мм	1964-1975	12
6	Есіл өз. – Каменный Карьер ауылы	1416	86200	358	28.02.1947	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1947-1955, 1957-1967, 1973-1979, 1981, 1991-1994, 1996-1997, 2003, 2006-2019	49
							Qmax, м3/с	1947-1971, 1973-1981, 1983-1984, 1991-1994, 1996-1997, 2003-2019	59
							h, мм	1947-1955, 1957-1967, 1973-1975, 1991-1994, 1996-1997, 2003, 2006-2019	38

Қосымша А жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Есіл өз. – Токсан би (Западное) ауылы	1240	90000	342	01.11.1973	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1975-1978, 1982-1983, 1985-1986, 1993-1994, 2003-2019	27
							Qmax, м3/с	1974-1980, 1982-1986, 1993-1995, 2002-2019	33
							h, мм	1975-1978, 1982-1983, 1985-1986, 1993-1994, 2003-2019	27
8	Есіл өз. – Марьевка ауылы		100000/ 108000	328			Qор, м3/с	1949-1966, 1968	19
							Qmax, м3/с	1949-1968	20
							h, мм	1959-1966, 1968	9
9	Есіл өз. – Сергеев қаласы	1080	101000/ 109000	324	23.04.1935 01.11.1967	Жабық Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1971-2019	49
							Qmax, м3/с	1971-1994, 1996-2019	49
							h, мм	1971-1975, 1991-1994, 1996-2000, 2002-2019	32
10	Есіл өз. – Покровка ауылы	1041	104000/ 115000	319	25.08.1948 31.08.2002	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	2003-2009, 2011-2016	13
							Qmax, м3/с	2003-2016	14
							h, мм	2003-2009, 2011-2016	13
11	Есіл өз. – Новоникольск ауылы	885	105000/ 117000		01.07.1976	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1979-1980, 1983, 1984, 1988-1991, 1993	9
							Qmax, м3/с	1979-1982, 1984, 1986-1988, 1991, 1993-1994	11
							h, мм	1982, 1984, 1988-1992	7
12	Есіл өз. – Петропавл қаласы	783	106000/ 118000		01.11.1975 11.10.1996	Жабық Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1893-1896, 1901-1921, 1926-1958, 1960-1967, 1970-1983, 1987, 1989-1999, 2001-2002, 2004-2005, 2007-2019	109
							Qmax, м3/с	1930-1967, 1969-1984, 1987-2019	87
							h, мм	1960-1967, 1970, 1981-1982, 1987, 1989-1999, 2002, 2004-2005, 2007-2019	39
13	Есіл өз. – Долматов ауылы	689	142000/ 113000		01.09.1975	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1993-1997, 1999, 2003-2007, 2009-2019	22
							Qmax, м3/с	1991, 1993-1999, 2001-2019	27
							h, мм	1993-1997, 1999, 2003-2007, 2009-2019	22

Қосымша А жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	Жыланды өз. – Пионер клх.		175	540	01.09.1948		Qор, м3/с	1949-1954, 1956, 1958-1963, 1965	14
							Qmax, м3/с	1949-1954, 1956, 1964-1966	9
							h, мм	1949-1954, 1965	7
15	Шортанды өз. – Шортанды ауылы	11	251	570	01.09.1948		Qор, м3/с	1955, 1958-1960, 1965-1977, 1979, 1981-1985	23
							Qmax, м3/с	1955-1960, 1965-1985	27
							h, мм	1955, 1958-1960, 1965-1977, 1979	18
16	Мойылды өз. – Николаев ауылы	22	492	530	08.07.1972	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1974-1983, 1985-1987, 1990, 1993-1994, 1995, 2001-2019	36
							Qmax, м3/с	1974-1983, 1985-1988, 1990, 1992-1998, 2000-2014, 2019	41
							h, мм	1974-1983, 1985-1987, 1990, 1993, 1995, 2002-2019	35
17	Қалқұтан өз. – Октябрь п.	136	3460	371	01.07.1956	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1962, 1965, 1967-1969, 1971-1974, 1977-1982, 1984-1986, 1988, 1990-1995, 1997, 1999	23
							Qmax, м3/с	1962, 1965, 1967-1969, 1971-1982, 1984-1986, 1988-1998	31
							h, мм	1962, 1965, 1967-1969, 1971-1974, 1977-1982, 1984-1986, 1988, 1990-1995, 1997, 1999	30
18	Қалқұтан өз. – Қалқұтан ауылы	44	16500	361	01.01.1936 (01.01.1984)	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1937-1940, 1960-1963, 1965-1969, 1972, 1975-2007, 2009, 2012-2019	55
							Qmax, м3/с	1955-1956, 1960-1963, 1965-1970, 1972, 1975-2007, 2009, 2011-2019	56
							h, мм	1937-1940, 1960-1963, 1965-1969, 1972, 1975, 1981-2000, 2002-2007, 2009, 2012-2019	50
19	Баксук өз. – Вознесенка ауылы		1380		21.08.1975	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1976-1991	16
							Qmax, м3/с	1976-1989,1991	15
							h, мм	1976-1990	15
20	Аршалы өз. – Буденнов п.	56	2880	420	01.07.1956	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1958-1962, 1967-1970, 1972-1984, 1986-1987	24
							Qmax, м3/с	1958-1970, 1972-1984, 1986-1987	28
							h, мм	1958-1962, 1967-1970, 1972-1984, 1986-1987	24

Қосымша А жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	Жабай өз. – Балкашино ауылы	144	922	440	14.10.1959	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1960-1991, 1993-1997, 2000-2002, 2005-2007, 2009-2011, 2013-2019	53
							Qmax, м3/с	1960-1988, 1990-1991, 1993-2002, 2005-2019	56
							h, мм	1960-1991, 1993-1997, 2000, 2002, 2005-2007, 2009-2019	53
22	Жабай өз. – Атбасар қаласы	16	8530	364	01.06.1936 (26.06.1941)	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1937-1940, 1944-1945, 1947-1955, 1957-1959, 1961-1963, 1965-1970, 1972-2006, 2008-2019	72
							Qmax, м3/с	1937-1940, 1944-1945, 1947-1970, 1973-1982, 1984-2019	76
							h, мм	1937-1940, 1944-1945, 1947-1955, 1957-1959, 1961-1963, 1965-1970, 1972-2006, 2008-2019	72
23	Жыланды өз. – Макеев ауылы	53	2680	371	08.04.1955		Qор, м3/с	1955, 1966-1968, 1971-1975, 1977-1979, 1981-1982, 1990	15
							Qmax, м3/с	1955-1956, 1966-1968, 1971-1984, 1986-1987, 1989-1990	23
							h, мм	1955, 1966-1968, 1971-1975, 1977-1979, 1981-1982, 1990	15
24	Жаман-Қайрақты өз. – Беловод ауылы	55	1420		19.10.1976	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1977-1979, 1981-1982, 1989, 1991, 1997	8
							Qmax, м3/с	1977-1982, 1989, 1991, 1997	9
							h, мм	1977-1979, 1981-1982, 1989, 1991, 1997	8
25	Терісаққан өз. – Гагарин ат. свх	80	11000	353	25.03.1964	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1965, 1974-1975, 1977-1980	7
							Qmax, м3/с	1965-1966, 1974-1980	7
							h, мм	1965, 1974-1975	3
26	Терісаққан өз. – Мендыш ауылы		11400	353			Qор, м3/с	1961	1
							Qmax, м3/с	1961-1962	2
							h, мм	1961	1
27	Терісаққан өз. – Терісаққан ауылы		16400				Qор, м3/с	1938-1943, 1946-1950	11
							Qmax, м3/с	1938-1943, 1946-1950	11
							h, мм	1938-1943, 1946-1950	11

Қосымша А жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	Шабдар өз. – Қайрақты гм. бекеті		814	350			Qор, м3/с	1959-1964	6
							Qmax, м3/с	1958-1964	7
							h, мм	1959-1964	6
29	Аққанбұрлық өз. – Привольное (Ковыльное) ауылы	152	910	388	11.08.1955	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1956, 1959-1962, 1964-1979, 1981, 1990-1991, 1994-1997, 2001, 2004-2006, 2009-2015, 2017-2019	32
							Qmax, м3/с	1956-1957, 1959-1962, 1964-1973, 1975-1979, 1981-1982, 1984, 1990, 1994-1998, 2001-2019	43
							h, мм	1959-1962, 1964-1979, 1981, 1990-1991, 1994-1997, 2004-2006, 2009-2015,2017-2019	28
30	Аққанбұрлық өз. – Григорьевка (Возвышенко) ауылы	12	5820/ 6520	315	20.10.1950	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1938-1940, 1951-1961, 1964-1979, 1989, 2003-2005, 2007-2015,2017-2019	38
							Qmax, м3/с	1938-1941, 1951-1979, 1987, 2003-2005, 2007-2019	50
							h, мм	1958-1961, 1964-1979, 1989, 2004-2005, 2007-2015,2016-2019	36
31	Бабық-Бұрлық өз. – Рухловка (Гусаковка) ауылы	7	1320	366	30.09.1985	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1962-1963, 1965-1980, 1983-1984, 1986, 1995-1996, 2011-2014,2017-2019	19
							Qmax, м3/с	1959-1963, 1965-1980, 1982-1986, 1989, 1991, 1993, 1995-1996, 1998, 2010-2019	26
							h, мм	1962-1963, 1965-1980, 1983-1984, 1986, 1995-1996, 2011-2014,2017-2019	19
32	Муккур өз. – Муккур ауылы	9,8	644	241			Qор, м3/с	1975-1979, 1989	6
							Qmax, м3/с	1975-1979, 1984, 1986-1987, 1989	9
							h, мм	1975-1979, 1989	6
33	Иманбұрлық өз. – Орловка ауылы	142	1260	335			Qор, м3/с	1961, 1964, 1968-1969, 1972-1973, 1977-1978, 1988	9
							Qmax, м3/с	1961, 1964-1975, 1977-1978, 1981, 1986-1988, 1990	20
							h, мм	1961, 1964, 1968-1969, 1972-1973, 1977-1978, 1988	9
34	Иманбұрлық (Нижний Бурлук)өз. – Соколовка ауылы	31	3970/ 4070	282	23.07.1950	Жұмыс істейді	Qор, м3/с	1951-1980, 1982-1983, 1985-1995, 2004-2019	59
							Qmax, м3/с	1951-1980, 1982-1996, 2000, 2002-2019	64
							h, мм	1958-1980, 1982-1983, 1985-1995, 2004-2019	52

Қосымша А жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	Тьюнтюгур өз. – Қарағанды тж 376 км	66,5	877	271			Qор, м3/с	1958, 1960-1961, 1965-1966, 1969-1970	77
							Qmax, м3/с	1958-1962, 1964-1966, 1969-1970, 1972-1974	13
							h, мм	1958, 1960-1961, 1965-1966, 1969-1970	7
36	Қарасу өз. – Королевка ауылы	9	625	182			Qор, м3/с	1959-1960, 1962-1968	9
							Qmax, м3/с	1959-1960, 1962-1968	9
							h, мм	1959-1960, 1962-1968	9
37	Лог Безымянный – клх Передовик		26,3	610	19.10.1949		Qор, м3/с	1950-1962, 1964	14
							Qmax, м3/с	1950-1965	16
							h, мм	1950-1962, 1964	14

ҚОСЫМША Б

Қосымша Б 1 – Ұқсас бекет әдісі бойынша қалпына келтірілген орташа жылдық ағынды қатарлары

№	Өзен-бекет	F, км^2	Жылдық ағындының бақылануыны ң периоды	Регрессия теңдеуі	Теңдеудің есептеу кезеңі	R	Қалпына келтірілген жылдар	Өзен-аналог
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Есіл өз. – Приишимское ауылы	202	1949-1957, 1959-1970, 1972-1988, 2005-2016	y = 0,05x + 0,06	1945-1948	0,89	1945-1948, 1958, 1971, 1949-2004	Есіл өз. – Астана қаласы
				y = 0,04x + 0,09	1958, 1971	0,86		Аққанбұрлы қ өз. – Возвышенко ауылы
				y = 0,07x + 0,08	1949-2004	0,78		Есіл өз. – Турген село- сы
2	Есіл өз. –Турген ауылы	3240	1975-2016	y = 0,57x + 1,44	1945-1974	0,83	1945-1974	Есіл өз. – Астана қаласы
3	Есіл өз. – Волгодоновка ауылы	5400	1978-1983, 1986-1991, 1993, 2000-2016, 2018-2019	y = 0,94x + 0,37	1945-1977	0,96	1945-1977,1984-1985, 1992, 1994-1999, 2017	Есіл өз. – Астана қаласы
				y = 0,09x + 0,99	1984-1985, 1992, 1994-1999	0,76		Қалқұтан өз. – Қалқұтан ауылы
4	Есіл өз. – Астана қаласы	7400	1933-1970, 1973-1977, 1979-1991, 1993-1994, 1996-2005, 2011	y = 0,05x + 0,40	1971-1972, 1978, 1992, 1995, 2006-2010, 2012-2019	0,83	1971-1972, 1978, 1992, 1995, 2006-2010, 2012-2019	Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы
5	Есіл өз. – Державинск қаласы	76000	1964-1980, 1989, 2017-2019	y = 6,21x + 3,37	1945-1963	0,86	1945-1963, 1981-1988, 1990-2016	Есіл өз. – Астана қаласы
				y = 0,54x + 1,39	1981-1988, 1990-2016	0,93		Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы
6	Есіл өз. – Каменный Карьер ауылы	86200	1947-1955, 1957-1967, 1973-1979, 1981, 1991-1994, 1996-1997, 2003, 2006-2016	y = 8,24x - 3,96	1945-1946, 1956, 1968-1970	0,91	1945-1946, 1956, 1968-1970, 1971-1972, 1980, 1982-1990, 1995, 1998-2002, 2004-2005	Есіл өз. – Астана қаласы
				y = 1,10x - 2,69	1971-1972, 1980, 1982-1990, 1995, 1998-2002, 2004-2005	0,98		Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы

Қосымша Б 1 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Есіл өз. – Токсан би (Западное) ауылы	90000	1975-1978, 1982-1983, 1985-1986, 1993-1994, 2003-2016	y = 1,02x + 3,47	1945-1970	0,98	1945-1970, 1971-1974, 1979-1981, 1984, 1987-1992, 1995-2002	Есіл өз. – Петропавл қаласы
				y = 1,17x + 1,25	1971-1974, 1979-1981,1984, 1987-1992, 1995-2002	0,97		Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы
8	Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы	101000/ 109000	1971-2016	y = 0,89x + 3,43	1945-1970	0,97	1945-1970	Есіл өз. – Петропавл қаласы
9	Есіл өз. – Петропавл қаласы	106000/ 118000	1893-1896, 1901-1921,1926-1958,1960-1967,1970-1983,1987, 1989-1999, 2001-2002, 2004-2005, 2007-2016	y = 11,1x - 0,33	1959, 1968-1969, 1984-1986,1988	0,87	1959, 1968-1969, 1984-1986, 1988, 2000,2003, 2006	Есіл өз. – Астана қаласы
				y = 1,34x - 6,87	2000, 2003, 2006	0,98		Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы
10	Есіл өз. – Долматов се- лосы	142000/ 113000	1993-1997,1999, 2003-2007, 2009-2016	y = 0,90x + 5,88	1945-1992, 1998,2000-2002, 2008	1,00	1945-1992,1998,2000-2002,2008	Есіл өз. – Петропавл қаласы
11	Шортанды өз. – Шортанды ауылы	251	1955, 1958-1960, 1965-1977, 1979,1981-1985	y = 0,48x + 0,19	1945-1954, 1956-1957,1961-1964, 1978,1980,1981-2019	0,78	1945-1954,1956-1957,1961-1964,1978,1980, 1981-2019	Мойылды өз.– Николаев ауылы
12	Мойылды өз. – Николаев се- лосы	492	1974-1983,1985-1987,1990, 1993-1994, 1995,2001-2016	y = 0,01x + 0,08	1945-1973, 1984,1988-1989, 1991,1996-2000	0,79	1945-1973,1984,1988-1989,1991,1996-2000	Есіл өз. – Петропавл қаласы

Қосымша Б 1 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Қалқұтан өз. – Октябрь п.	3460	1962, 1965,1967-1969,1971-1974,1977-1982,1984-1986,1988, 1990-1995, 1997,1999	y = 0,03x - 0,03	1945-1961, 1963-1964,1966,1970, 1975-1976, 1983,1987,1989, 1996,1998, 2000-2019	0,78	1945-1961,1963-1964,1966, 1970,1975-1976,1983, 1987,1989, 1996,1998,2000-2019	Есіл өз. – Петропавл қаласы
14	Қалқұтан өз. – Қалқұтан се- лосы	1650	1937-1940,1960-1963,1965-1969,1972, 1975-2007, 2009,2012-2016	y = 0,21x - 0,88	1945-1959,1964,1970-1971,1973-1974,2008,2010-2011	0,83	1945-1959,1964,1970-1971,1973-1974,2008,2010-2011	Есіл өз. – Петропавл қаласы
15	Баксук өз. – Вознесенка ауылы	1380	1976-1991	y = 0,05x + 0,07	1945-1975, 1992-2019	0,87	1945-1975, 1992-2019	Қалқұтан өз.– Қалқұтан ауылы
16	Аршалы өз. – Буденнов п.	2880	1958-1962, 1967-1970, 1972-1984, 1986-1987	y = 0,28x - 0,09	1945-1957,1963-1966,1971,1985, 1988-2016	0,81	1945-1957, 1963-1966,1971, 1985,1988-2016	Аққанбұрл ық өз. – Возвышен- ко ауылы
17	Жабай өз. – Балкашино ауылы	922	1960-1991, 1993-1997, 2000-2002, 2005-2007, 2009-2011, 2013-2016	y = 0,15x - 0,08	1945-1959, 1992, 1998-1999, 2003-2004, 2008, 2012	0,87	1945-1959, 1992, 1998-1999, 2003-2004, 2008, 2012	Жабай өз. – Атбасар қаласы
18	Жабай өз. – Атбасар қаласы	8530	1937-1940, 1944-1945, 1947-1955, 1957-1959, 1961-1963, 1965-1970, 1972-2006, 2008-2016	y = 0,06x + 2,83	1946, 1956, 1960, 1964, 1970, 2007	0,79	1946, 1956, 1960, 1964, 1970, 2007	Есіл өз. – Петропавл қаласы

Қосымша Б 1 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	Аққанбұрлық өз. – Ковыльное ауылы	910	1956, 1959-1962, 1964-1979, 1981, 1990-1991, 1994-1997, 2001, 2004-2006, 2009-2015	y = 0,46x + 0,01	1945-1955, 1957-1958, 1963, 1980, 1982-1989, 1992-1993, 1998-200, 2002-2003, 2007-2008, 2016	0,91	1945-1955, 1957-1958, 1963, 1980, 1982-1989, 1992-1993, 1998-200, 2002-2003, 2007-2008, 2016	Жабай өз. – Балкашино ауылы
20	Аққанбұрлық өз. – Возвышенко ауылы	5820 /6520	1938-1940, 1951-1961, 1964-1979, 1989, 2003-2005, 2007-2015	y = 5,65x + 2,05	1945-1950, 1962-1963, 1980-1988, 1990-2002, 2006, 2016	0,87	1945-1950, 1962-1963, 1980-1988, 1990-2002, 2006, 2016	Аққанбұрлық өз. – Ковыльное се-лосы
21	Бабық- Бұрлық өз. – Рухловка се- лосы	1320	1962-1963, 1965-1980, 1983-1984, 1986, 1995-1996, 2011-2014	y = 0,28x - 0,02	1945-1961, 1964, 1981-1982, 1985, 1987-1994, 1997-2010, 2015-2016	0,90	1945-1961, 1964, 1981-1982, 1985, 1987-1994, 1997-2010, 2015-2016	Аққанбұрлық өз. – Возвышенко ауылы
22	Иманбұрлұқ өз. – Соколовка ауылы	3970 /4070	1951-1980, 1982-1983, 1985-1995, 2004-2016	y = 0,27x + 0,19	1945-1950, 1981, 1984, 1996-2003	0,91	1945-1950, 1981, 1984, 1996-2003	Аққанбұрлық өз. – Возвышенко ауылы

Қосымша Б 2 – Орташа жылдық ағынды қатарлары бойынша қалпына келтірілген ағынды қабаты қатарлары

№	Өзен-бекет	F, км^2	Ағынды қабатының бақылануы периоды	Регрессия теңдеуі	Теңдеудің есептеу кезеңі	R	Қалпына келтірілген жылдар	Өзен- аналог
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Есіл өз. – Приишим- ское ауылы	202	1964-1970, 1972-1988, 2005-2016	y = 156x + 0,07	1945-1963, 1971, 1989-2004	1,00	1945-1963, 1971,1989-2004	Орташа жылдық ағынды
2	Есіл өз. –Тур- ген ауылы	3240	1975-2000, 2002-2016	y = 9,77x - 0,08	1945-1974, 2001	1,00	1945-1974, 2001	Орташа жылдық ағынды
3	Есіл өз. – Волгодоновка ауылы	5400	1978-1983,1986-1991,1993, 2000,2002-2016,2018-2019	y = 5,83x + 0,09	1945-1977, 1984-1985, 1992, 1994-1999, 2001	1,00	1945-1977, 1984-1985, 1992, 1994-1999, 2001,2017	Орташа жылдық ағынды
4	Есіл өз. – Астана қаласы	7400	1933-1955, 1964-1970,1973-1975,1991, 1993-1994, 1996-2000, 2002-2005, 2011,2014	y = 4,27x - 0,05	1956-1963, 1971-1972, 1976-1990, 1992, 1995, 2001, 2006-2001 0, 2012-2013, 2015-2019	1,00	1956-1963,1971-1972, 1976-1990, 1992, 1995, 2001, 2006-2001, 2012-2013, 2015-2019	Орташа жылдық ағынды
5	Есіл өз. – Державинск қаласы	76000	1964-1975	y = 0,37x + 2,32	1945-1963,1976-2016	0,96	1964-1975	Орташа жылдық ағынды
6	Есіл өз. – Ка-менный Карь- ер ауылы	86200	1947-1955,1957-1967,1973-1975,1991-1994,1996-1997,2003, 2006-2016	y = 0,37x + 0,001	1945-1946,1956,1968-1972,1976-1990,1995,1998-2002,2004-2005	1,00	1945-1946,1956,1968-1972,1976-1990,1995,1998-2002,2004-2005	Орташа жылдық ағынды

Қосымша Б 2 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Есіл өз. – Токсан би (Западное) ауылы	90000	1975-1978, 1982-1983, 1985-1986, 1993-1994, 2003-2016	y = 0,35x - 0,04	1945-1974, 1979-1981, 1984, 1987-1992, 1995-2002	1,00	1945-1974, 1979-1981, 1984, 1987-1992, 1995-2002	Орташа жылдық ағынды
8	Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы	101000/ 109000	1971-1975,1991-1994,1996-2000,2002-2016	y = 0,29x + 0,03	1945-1970, 1976-1990, 1995, 2001	1,00	1945-1970, 1976-1990, 1995, 2001	Орташа жылдық ағынды
9	Есіл өз. – Петропавл қаласы	106000/ 118000	1960-1967, 1970, 1981-1982, 1987, 1989-1999, 2002, 2004-2005, 2007-2016	y = 0,29x - 0,10	1945-1960, 1968-1969, 1971-1980, 1983-1986, 2000-2001, 2003., 2006	1,00	1945-1960, 1968-1969, 1971-1980, 1983-1986, 2000-2001, 2003., 2006	Орташа жылдық ағынды
10	Есіл өз. – Долматов селосы	142000/ 113000	1993-1997, 1999, 2003-2007, 2009-2016	y = 0,27x - 0,74	1945-1992, 1998, 2000-2002, 2008	0,96	1945-1992, 1998, 2000-2002, 2008	Орташа жылдық ағынды
11	Шортанды өз. – Шортанды ауылы	251	1955, 1958-1960, 1965-1977, 1979	y = 126x + 0,05	1945-1954, 1956-1957, 1961-1964, 1978, 1980-2019	1,00	1945-1954, 1956-1957, 1961-1964, 1978, 1980-2019	Орташа жылдық ағынды
12	Мойылды өз. – Николаев селосы	492	1974-1983,1985-1987,1990, 1993,1995, 2002-2016	y = 67,0x - 0,15	1945-1973,1984,1988-1989,1991-1992,1994,1996-2001	1,00	1945-1973,1984,1988-1989,1991-1992,1994,1996-2001	Орташа жылдық ағынды

Қосымша Б 2 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Қалқұтан өз. – Октябрь п.	3460	1962, 1965, 1967-1969, 1971-1974, 1977-1982, 1984-1986, 1988, 1990-1995, 1997, 1999	y = 9,18x - 0,01	1945-1961, 1963-1964, 1970, 1975-1976, 1983, 1987, 1989, 1996, 1998, 2000-2019	1,00	1945-1961, 1963-1964, 1970, 1975-1976, 1983, 1987, 1989, 1996, 1998, 2000-2019	Орташа жылдық ағынды
14	Қалқұтан өз. – Қалқұтан ауылы	1650	1960-1963, 1965-1969, 1972, 1975, 1981-2000, 2002-2007, 2009, 2012-2016	y = 1,91x + 0,04	1945-1959, 1964, 1970-1971, 1973-1974, 1976-1980, 2001, 2008, 2010-2011	1,00	1945-1959, 1964, 1970-1971, 1973-1974, 1976-1980, 2001, 2008, 2010-2011	Орташа жылдық ағынды
15	Баксук өз. – Вознесенка ауылы	1380	1976-1990	y = 23,1x - 0,15	1945-1975, 1991-2019	1,00	1945-1975, 1991-2019	Орташа жылдық ағынды
16	Аршалы өз. – Буденнов п.	2880	1958-1962, 1967-1970, 1972-1984, 1986-1987	y = 11,0x + 0,01	1945-1957, 1963-1966, 1971, 1985, 1988-2016	1,00	1945-1957, 1963-1966, 1971, 1985, 1988-2016	Орташа жылдық ағынды
17	Жабай өз. – Балкашино ауылы	922	1960-1991, 1993-1997, 2000, 2002, 2005-2007, 2009-2016	y = 34,2x - 0,09	1945-1959, 1992, 1998-1999, 2001, 2003-2004, 2008	1,00	1945-1959, 1992, 1998-1999, 2001, 2003-2004, 2008	Орташа жылдық ағынды

Қосымша Б 2 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Жабай өз. – Атбасар қаласы	8530	1945, 1947-1955, 1957-1959, 1961-1963, 1965-1970, 1972-2006, 2008-2016	y = 3,69x + 0,02	1946, 1956, 1960, 1964, 1971, 2007	1,00	1946, 1956, 1960, 1964, 1971, 2007	Орташа жылдық ағынды
19	Аққанбұрлық өз. – Ковыльное ауылы	910	1959-1962, 1964-1979, 1981, 1990-1991, 1994-1997, 2004-2006, 2009-2015	y = 34,6x - 0,01	1945-1958, 1963, 1980, 1982-1989, 1992-1993, 1998-2003, 2007-2008, 2016	1,00	1945-1958, 1963, 1980, 1982-1989, 1992-1993, 1998-2003, 2007-2008, 2016	Орташа жылдық ағынды
20	Аққанбұрлық өз. – Возвышенко ауылы	5820 /6520	1958-1961, 1964-1979, 1989, 2004-2005, 2007-2015	y = 4,86x + 0,13	1945-1957, 1962-1963, 1980-1988, 1990-2003, 2006, 2016	0,99	1945-1957, 1962-1963, 1980-1988, 1990-2003, 2006, 2016	Орташа жылдық ағынды
21	Бабық- Бұрлық өз. – Рухловка ауылы	1320	1962-1963, 1965-1980, 1983-1984, 1986, 1995-1996, 2011-2014	y = 24,0x - 0,20	1945-1961, 1964, 1981-1982, 1985, 1987-1994, 1997-2010, 2015-2016	1,00	1945-1961, 1964, 1981-1982, 1985, 1987-1994, 1997-2010, 2015-2016	Орташа жылдық ағынды
22	Иманбұрлұқ өз. – Соколовка ауылы	3970 /4070	1958-1980, 1982-1983, 1985-1995, 2004-2016	y = 7,79x - 0,30	1945-1957, 1981, 1984, 1996-2003	1,00	1945-1957, 1981, 1984, 1996-2003	Орташа жылдық ағынды

Қосымша Б 3 – Ағынды қабаты қатарлары бойынша қалпына келтірілген ең жоғары ағынды қатарлары

№	Өзен-бекет	F, км^2	Ең жоғары ағындының бақыланған қатары	Регрессия теңдеуі	Теңдеудің есептеу кезеңі	R	Қалпына келтірілген жылдар	Өзен-аналог
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Есіл өз. – Приишимское ауылы	202	1949-1990, 2005-2016	У = 0,65х + 1,04	1945-1948, 1991-2004	0,91	1945-1948, 1991-2004	Ағынды қабаты
2	Есіл өз. – Турген село- сы	3240	1975-1979, 1981-2016	У = 4,72х + 23,8	1945-1974,1980	0,87	1945-1974,1980	Ағынды қабаты
3	Есіл өз. – Волгодоновка ауылы	5400	1978-1983, 1985-1991, 1993, 1997,1999-2016,2018-2019	У = 6,228х- 8,19	1945-1977, 1984,1992,1994 -1996,1998	0,85	1945-1977, 1984,1992, 1994-1996, 1998,2017	Ағынды қабаты
4	Есіл өз. – Астана қаласы	7400	1945-1977, 1979-1991, 1993-1994, 1996-2005	У = 9,83х- 4,15	1978,1992,1995, 2006-2019	0,83	1978,1992,1995, 2006-2019	Ағынд ы қабаты
5	Есіл өз. – Державинск қаласы	76000	1964-1980, 2017-2019	У = 51,8х- 66,7	1945-1963, 1981-2016	0,90	1945-1963, 1981-2016	Ағынды қабаты
6	Есіл өз. – Каменный Карьер ауылы	86200	1947-1971, 1973-1981, 1983-1984, 1991-1994, 1996-1997, 2003-2016	У = 57,3х- 17,5	1945-1946, 1972,1982, 1985-1990,1995, 1998-2002	0,86	1945-1946, 1972,1982, 1985-1990, 1995, 1998-2002	Ағынды қабаты

Қосымша Б 3 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Есіл өз. – Токсан би (Западное) ауылы	90000	1974-1980, 1982-1986, 1993-1995, 2002-2016	У = 44,7х+ 70,3	1945-1973, 1981,1987-1992, 1996-2001	0,85	1945-1973,981,1987-1992,1996-2001	Ағынды қабаты
8	Сергеев су қоймасы (Есіл өз.) – Сергеев қаласы	101000/ 109000	1971-1994, 1996-2016	У = 59,5х- 96,0	1945-1970, 1995	0,94	1945-1970, 1995	Ағынды қабаты
9	Есіл өз. – Петропавл қаласы	106000/ 118000	1945-1967, 1969-1984, 1987-2016	У = 6,55х - 18,1	1968,1985-1986	0,85	1968,1985-1986	Ағынды қабаты
10	Есіл өз. – Долматов ауылы	142000/ 113000	1993-1999, 2001-2016	У= 27,3х+ 53,1	1945-1992, 2000	0,80	1945-1992, 2000	Ағынды қабаты
11	Шортанды өз. – Шортанды ауылы	251	1955-1960, 1965-1985	У = 0.32х+ 2,76	1945-1954,1961 -1964, 1986-2019	0,78	1945-1954, 1961-1964, 1986-2019	Ағынды қабаты
12	Мойылды өз. – Николаев се- лосы	492	1979-1982, 1984,1986-1988, 1991,1993-1994	У=3,43х+210	1945-1978, 1983, 1985, 1989-1990,1992, 1995-2016	0,77	1945-1978, 1983, 1985, 1989-1990, 1992, 1995-2016	Ағынды қабаты

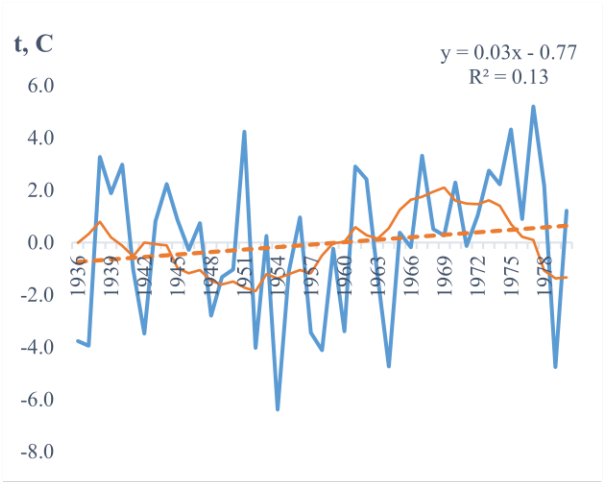
Қосымша Б 3 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Қалқұтан өз. – Октябрь п.	3460	1962, 1965, 1967-1969, 1971-1982, 1984-1986, 1988-1998	У=5,45х-0,56	1945-1961, 1963-1964,1966, 1970,1983,1987, 1999-2019	0,89	1945-1961, 1963-1964, 1966, 1970,1983, 1987, 1999-2019	Ағынды қабаты
14	Қалқұтан өз. – Қалқұтан ауылы	16500	1955-1956, 1960-1963, 1965-1970, 1972, 1975-2007, 2009,2011-2016	У=15,6х+6,53	1945-1954, 1957-1959, 1964, 1971, 1973-1974, 2008,2010	0,91	1945-1954, 1957-1959, 1964, 1971, 1973-1974, 2008,2010	Ағынды қабаты
15	Баксук өз. – Вознесенка ауылы	1380	1976-1989, 1991	У=1,72х+0,22	1945-1975, 1990, 1992-2019	0,84	1945-1975, 1990, 1992-2019	Ағынды қабаты
16	Аршалы өз. – Буденнов п.	2880	1958-1970, 1972-1984, 1986-1987	У=8,04х-6,56	1945-1957, 1971, 1985, 1988-2016	0,90	1945-1957, 1971, 1985, 1988-2016	Ағынды қабат ы
17	Жабай өз. – Балкашино ауылы	922	1960-1988, 1990-1991, 1993-2002, 2005-2016	У = 0,91х + 10,1	1945-1959, 1989, 1992, 2003-2004	0,95	1945-1959, 1989, 1992, 2003-2004	Ағынды қабаты

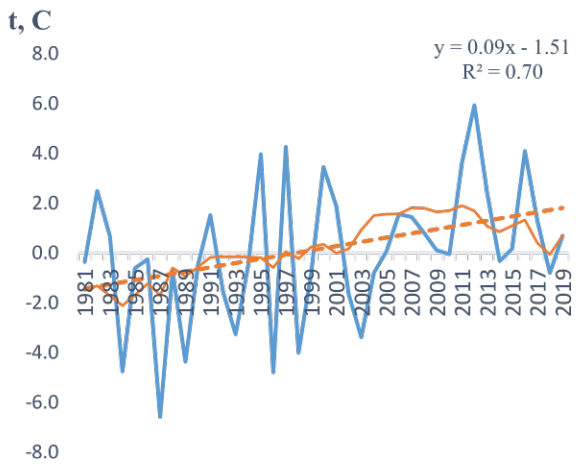
Қосымша Б 3 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Жабай өз. – Атбасар қаласы	8530	1937-1940, 1944-1945, 1947-1970, 1973-1982, 1984-2016	У = 16,7х - 43,7	1946, 1971-1972, 1983	0,92	1946, 1971-1972, 1983	Ағынды қабаты
19	Аққанбұрлық өз. – Ковыльное ауылы	910	1956-1957, 1959-1962, 1964-1973, 1975-1979, 1981-1982, 1984, 1990, 1994-1998, 2001-2016	У = 1,26х + 1,72	1945-1955, 1958, 1963, 1974, 1980, 1983, 1985-1989, 1991-1993, 1999-2000	0,79	1945-1955, 1958, 1963, 1974, 1980, 1983, 1985-1989, 1991-1993, 1999-2000	Ағынды қабаты
20	Аққанбұрлы қ өз. – Возвышенко ауылы	5820/ 6520	1938-1941,1951-1979,1987,2003-2005,2007-2016	У = 14,6х - 109	1945-1950, 1980-1986, 1988-2002, 2006	0,91	1945-1950,1980-1986,1988-2002, 2006	Ағынды қабаты
21	Бабық- Бұрлық өз. – Рухловка ауылы	1320	1959-1963, 1965-1980, 1982-1986, 1989, 1991, 1993, 1995-1996, 1998, 2010-2016	У = 3,35х – 22,0	1945-1958, 1964, 1981, 1987-1988, 1990, 1992, 1994, 1997, 1999-2009	0,98	1945-1958, 1964, 1981, 1987-1988, 1990, 1992, 1994, 1997, 1999-2009	Ағынды қабаты
22	Иманбұрлық өз. – Соколовка ауылы	3970 /4070	1951-1980, 1982-1996, 2000, 2002-2016	У = 38,5х- 43,2	1945-1950, 1981, 1997-1999, 2001	0,90	1945-1950, 1981, 1997-1999, 2001	Ағынды қабаты

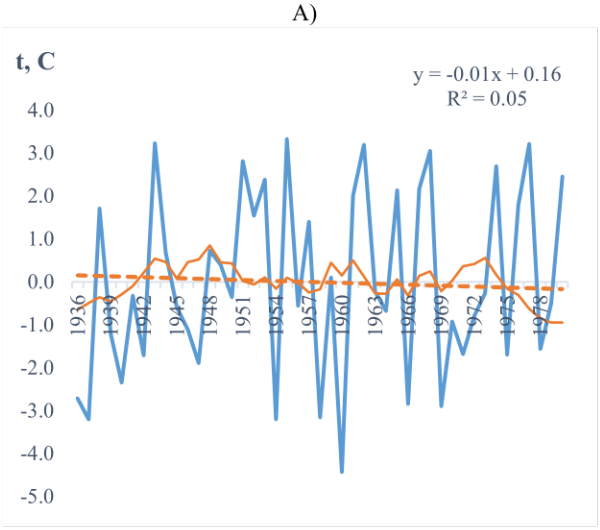
ҚОСЫМША В



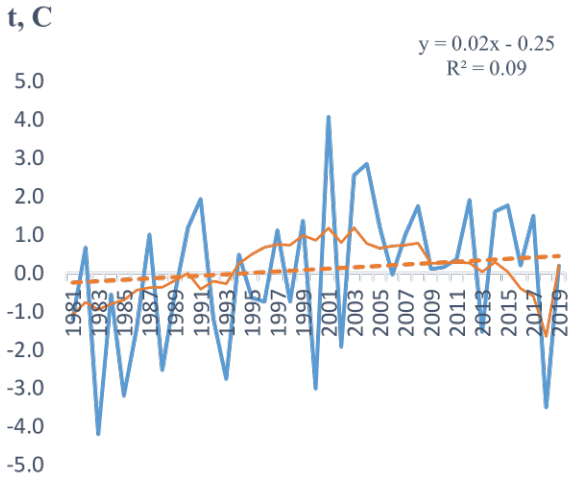
А)



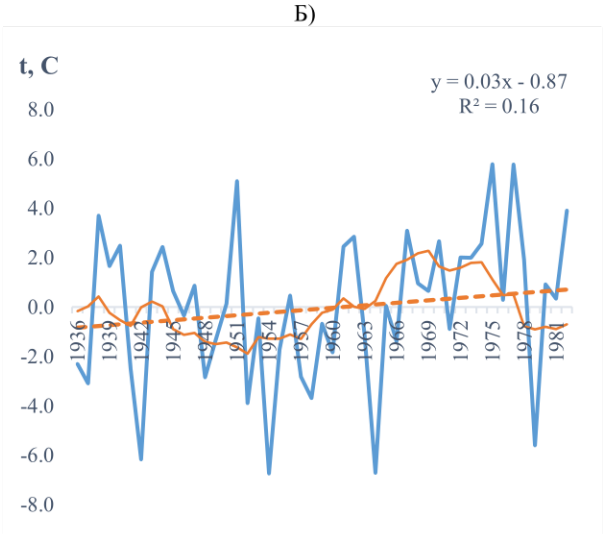
Ә)



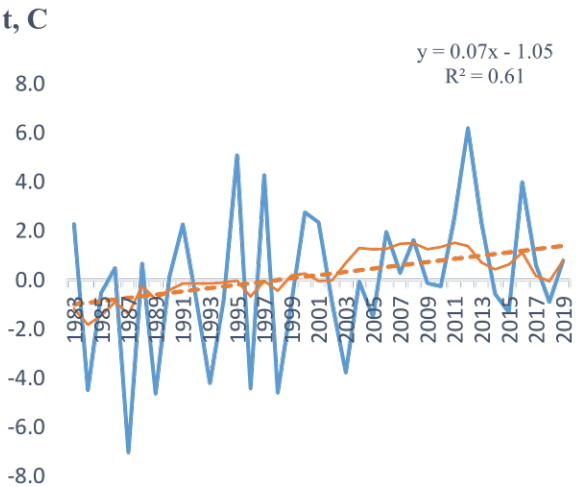
Б)



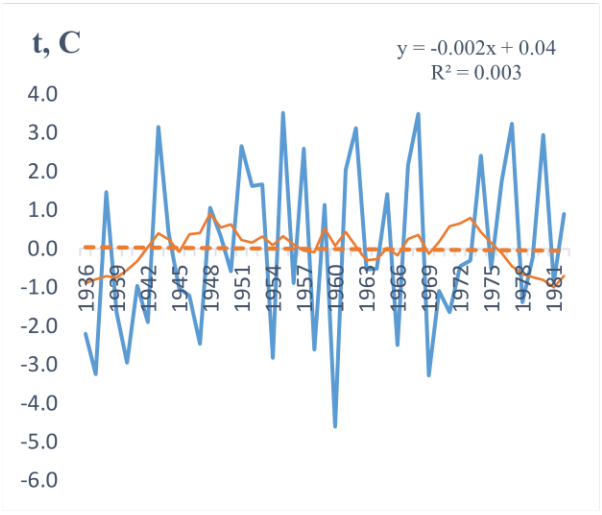
В)



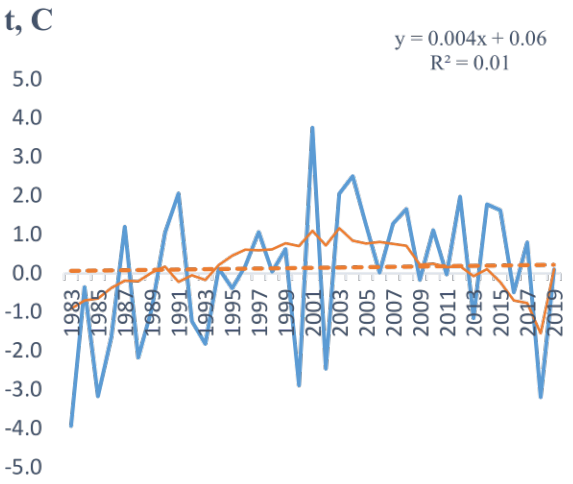
Г)



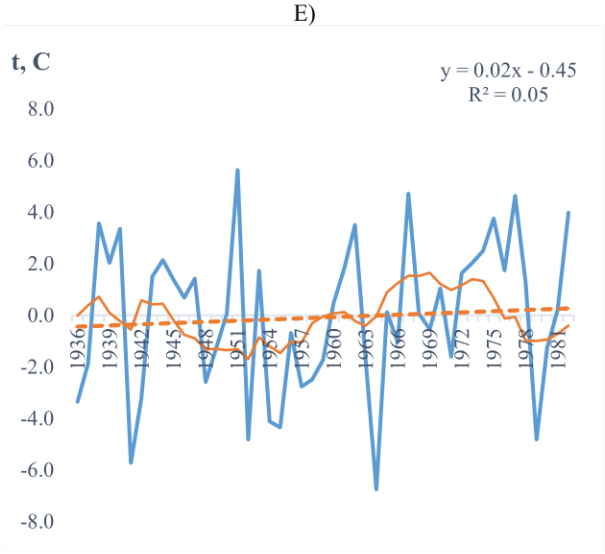
Д)



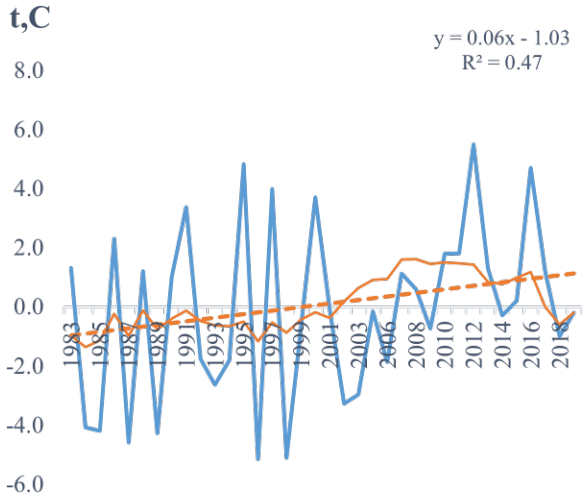
Е)



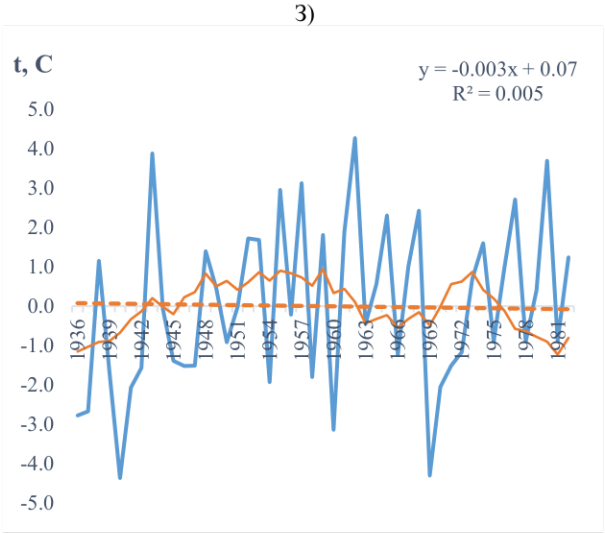
Ж)



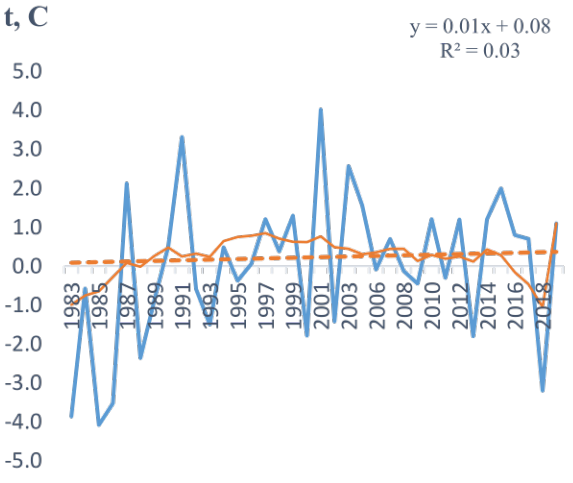
З)



С)



Л)



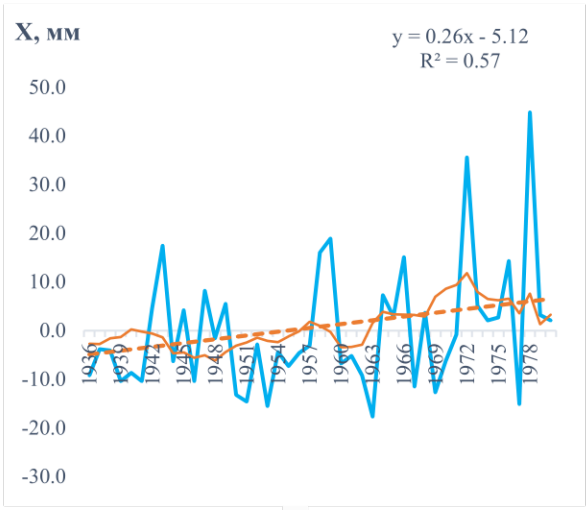
М)

Қосымша В. Есіл өзені алабы метеостанциялары бойынша жылдың жылы кезеңінің (IV-V) ауа температурасының аномалиясы

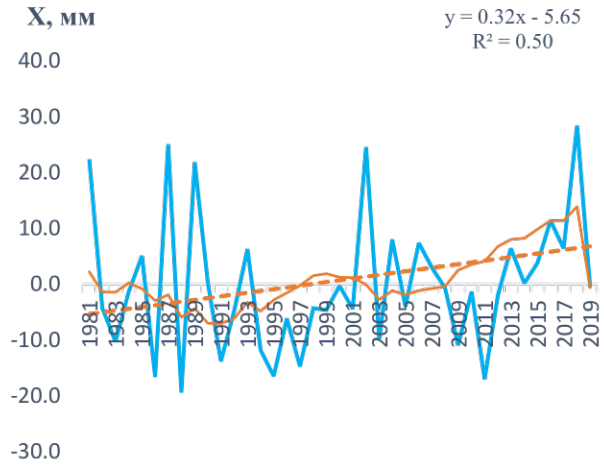
А) Астана МС IV ай, 1936-1980 жж. Ә) Астана МС IV ай, 1981-2019 жж.
Б) Астана МС , V ай, 1936-1980 жж. В) Астана МС , V ай, 1981-2019 жж.
Г) Атбасар МС IV ай, 1936-1982 жж. Д) Атбасар МС IV ай, 1983-2019 жж.
Е) Атбасар МС , V ай, 1936-1982 жж. Ж) Атбасар МС , V ай, 1983-2019 жж.
З) Петропавл МС IV ай, 1936-1982 жж. С) Петропавл МС IV ай, 1983-2019 жж.
Л) Петропавл МС , V ай, 1936-1982 жж. М) Петропавл МС , V ай, 1983-2019 жж.

Ауа температурасы жылжымалы орташа тренд сызығы

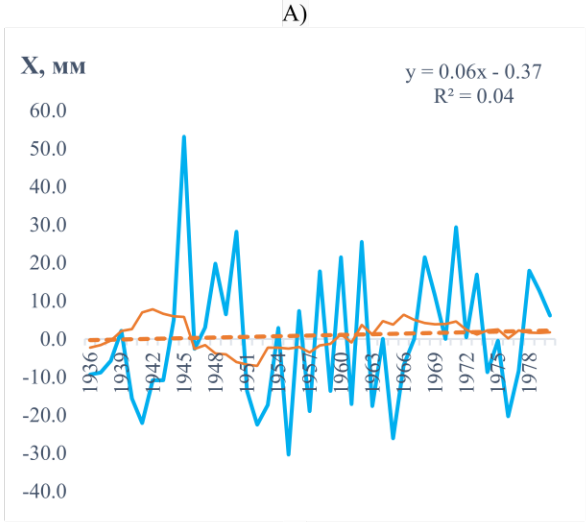
ҚОСЫМША Г



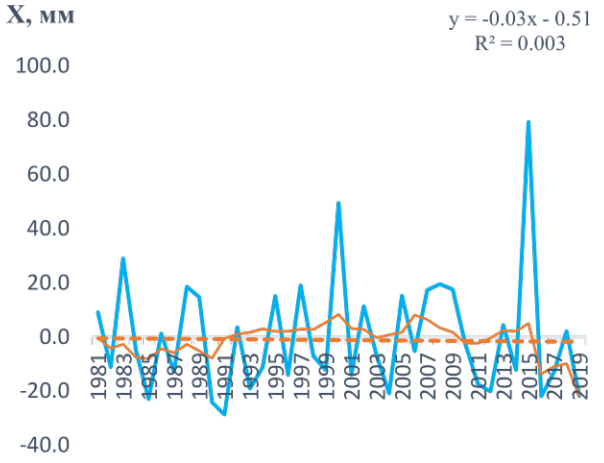
А)



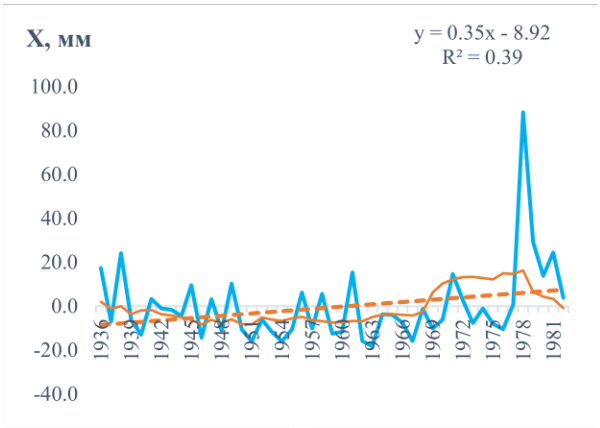
Ә)



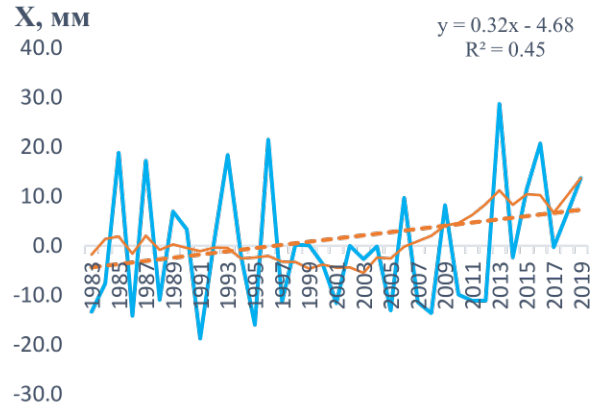
Б)



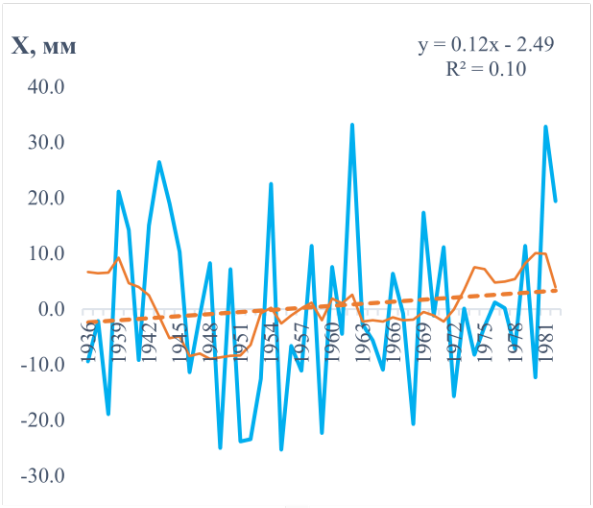
В)



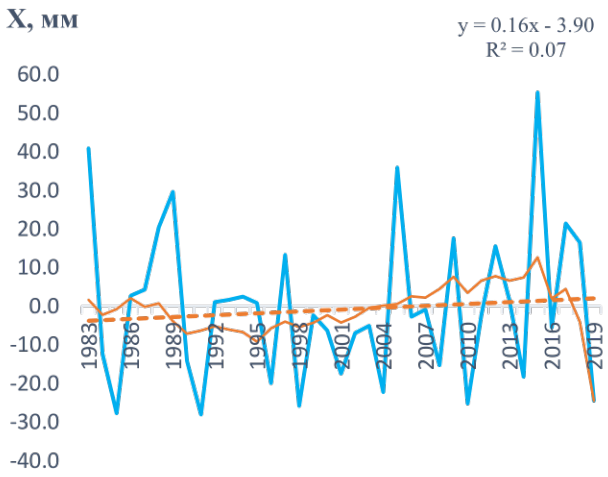
Г)



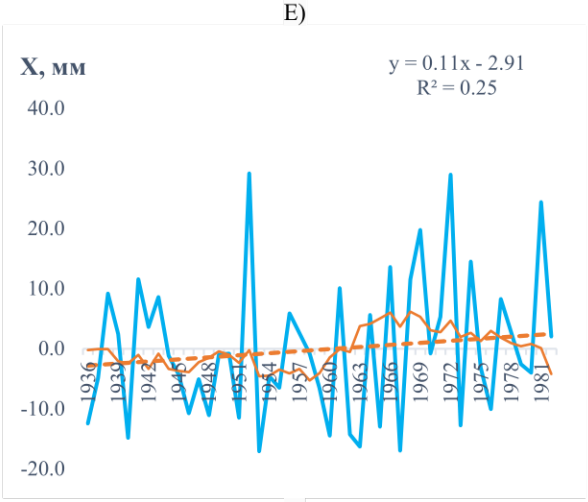
Д)



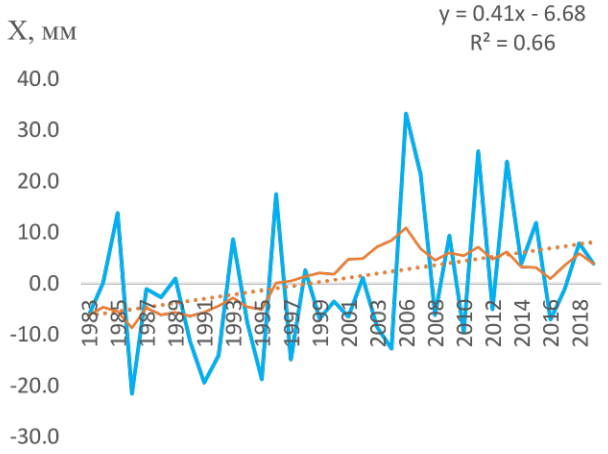
Е)



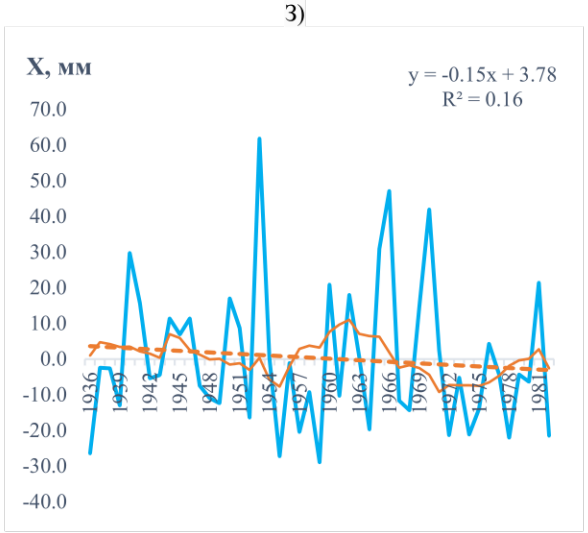
Ж)



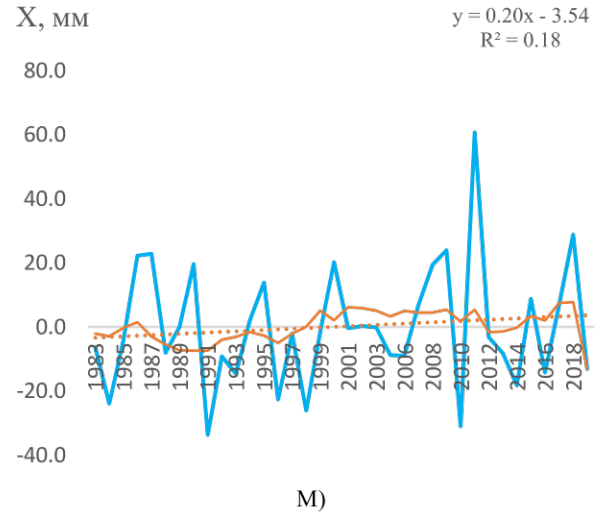
З)



С)



Л)



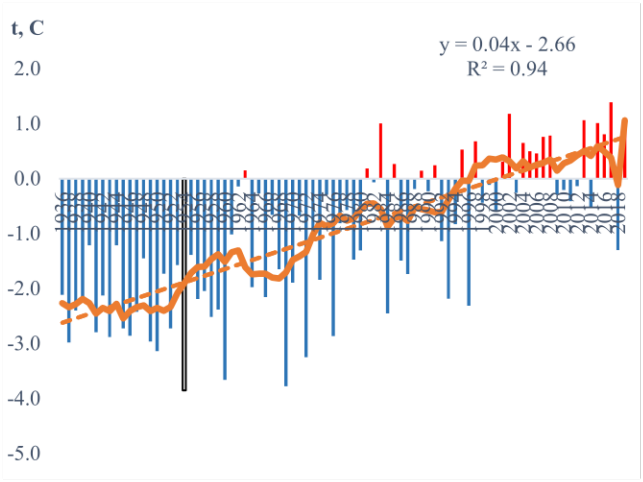
М)

Қосымша Г. Есіл өзені алабы метеостанциялары бойынша жылдың жылы кезеңіндегі (IV-V) жауын-шашынның аномалиясы

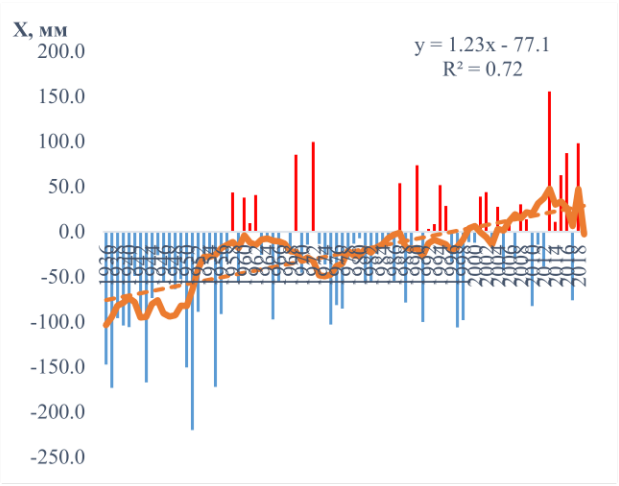
А) Астана МС IV ай, 1936-1980 жж. Ә) Астана МС IV ай, 1981-2019 жж.
Б) Астана МС , V ай, 1936-1980 жж. В) Астана МС , V ай, 1981-2019 жж.
Г) Атбасар МС IV ай, 1936-1982 жж. Д) Атбасар МС IV ай, 1983-2019 жж.
Е) Атбасар МС , V ай, 1936-1982 жж. Ж) Атбасар МС , V ай, 1983-2019 жж.
З) Петропавл МС IV ай, 1936-1982 жж. С) Петропавл МС IV ай, 1983-2019 жж.
Л) Петропавл МС V ай, 1936-1982 жж. М) Петропавл МС , V ай, 1983-2019 жж.

Жауын-шашын жылжымалы орташа тренд сызығы

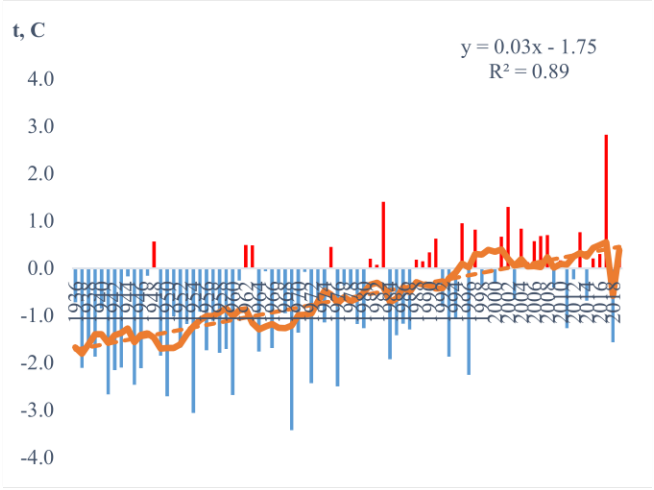
ҚОСЫМША Д



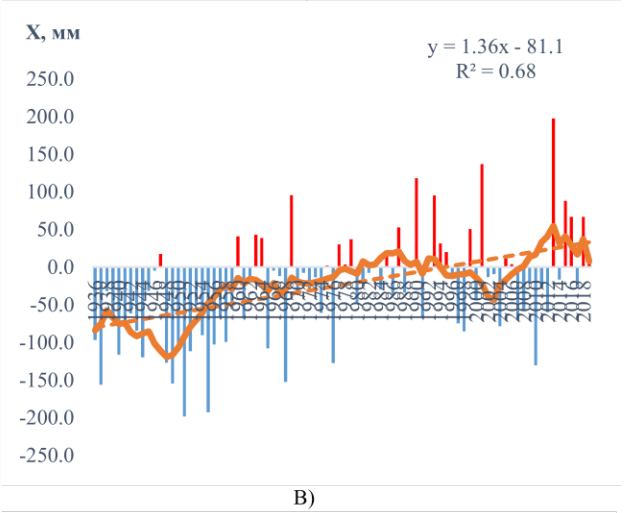
А)



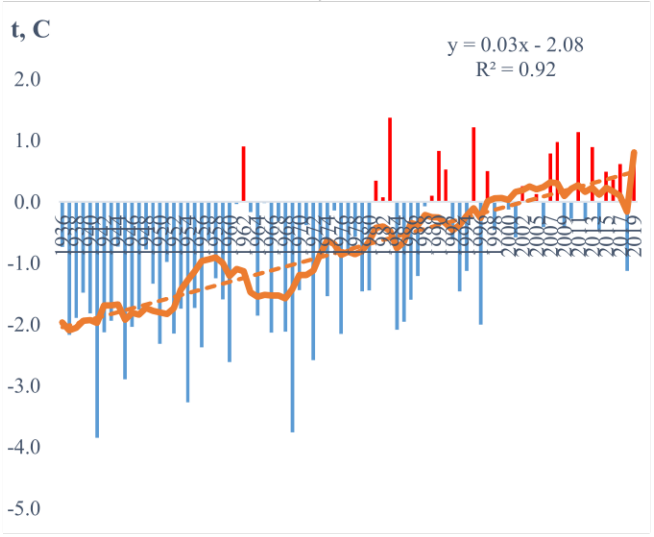
Ә)



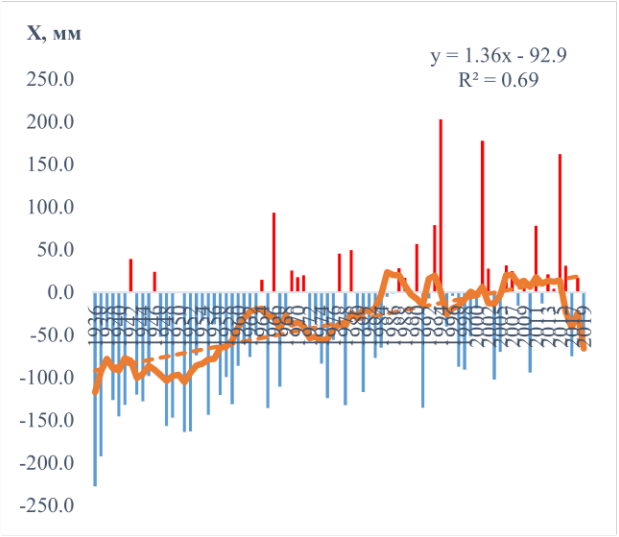
Б)



В)



Г)

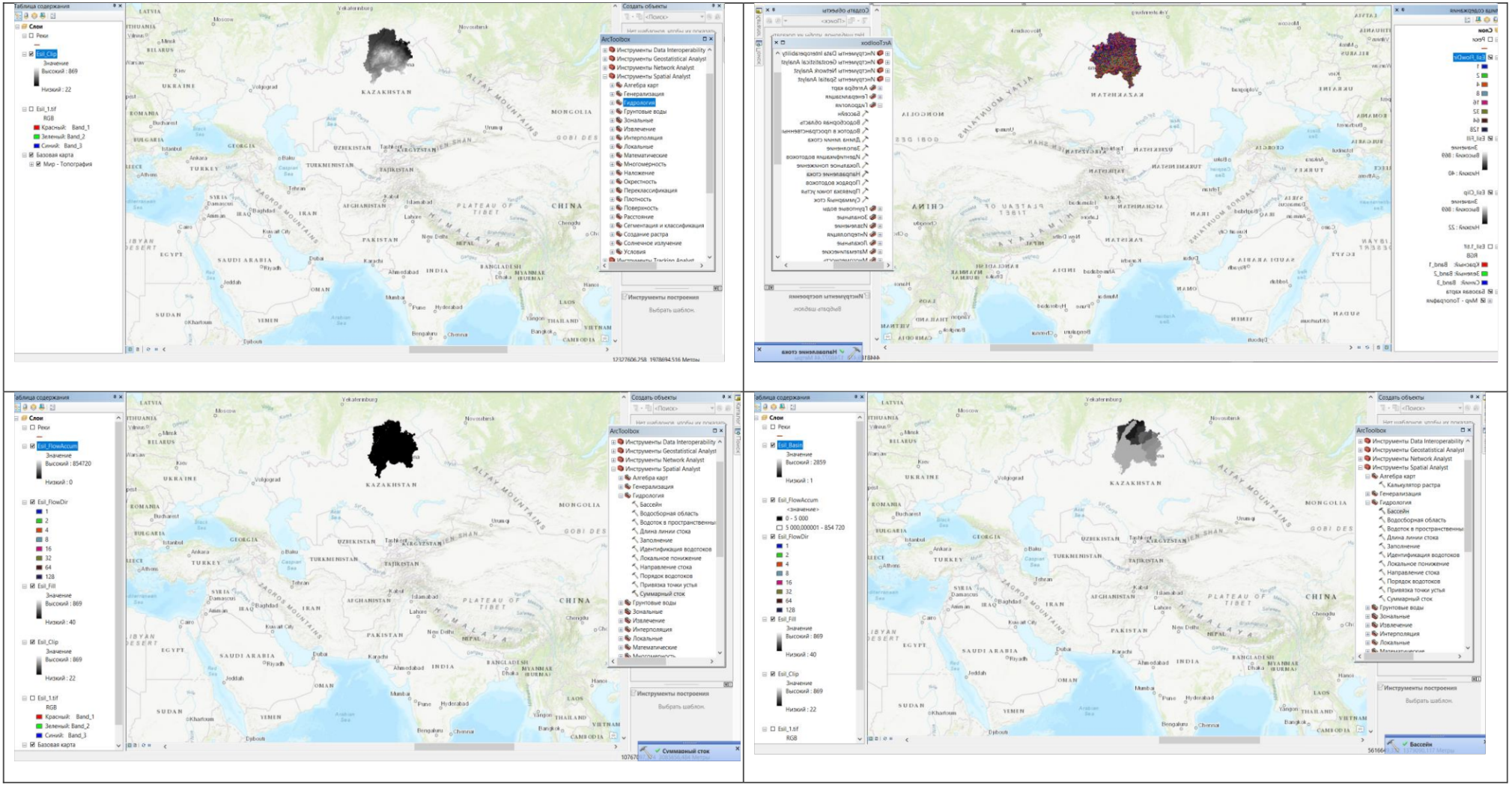


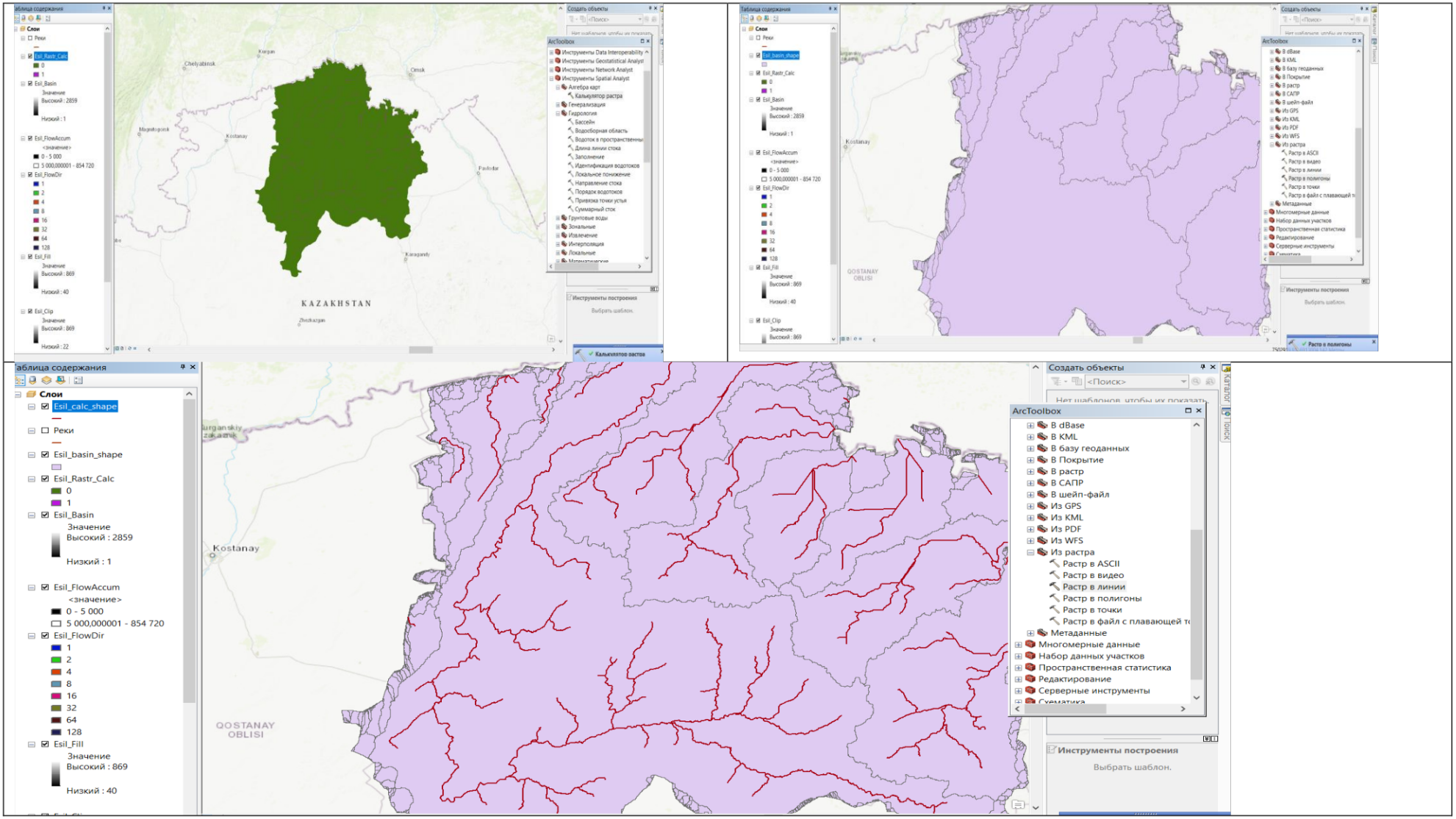
Д)

Қосымша Д - 1936-2019 жылдар кезеңінде Есіл алабы бойынша 1991-2020 жж. базалық кезеңіне қатысты орташа жылдық ауа температурасының (ºС) және орташа жылдық жауын-шашынның (мм) аномалиялары. Тегістелген қисық (*сглаженная кривая*) 10 жылдық жылжымалы орташа есеппен алынды

Орташа жылдық ауа температурасы (ºС) бойынша:
А) Астана МС, Б) Атбасар МС, Г) Петропавл МС
Жылдық жауын-шашын мөлшері (мм) бойынша:
Ә) Астана МС, В) Атбасар МС, Д) Петропавл МС

ҚОСЫМША Е





Қосымша Е - Spatial Analyst және Conversion Tools құралдарын қолдана отырып жасалынған зерттеу