

Жүсіпбеков Д.,
Арыстамбекова Д.

**Сарысу алабы өзендерінің
көктемгі ағындысының
сипаттамаларын бағалау**

Берілген жұмыста Сарысу алабы өзендерінің көпжылдық кезеңдегі көктемгі су тасу ағынының статистикалық параметрлері қарастырылған. Көктемгі ағындының негізгі сипаттамаларына ағынды қабатының нормасы және максимал су өтімдері жатады. Алапта әртүрлі су шаруашылығы шараларын тағайындауда осы параметрлердің сенімділігін білу қажет. Қарастырылып отырған алап бойынша көктемгі ағындының сипаттамалары өткен ғасырдың 60-ыншы және 70-інші жылдары алынған. Бұл мәліметтер соңғы жылдардың деректері мен климаттық және антропогендік факторларды ескеріп қайта анықтауды қажет етеді. Келесі жұмыстар жасалыңды: бақылау қатарлары көпжылдық кезеңге келтірілді, көктемгі ағынды қабатының статистикалық параметрлері анықталды. Өзендер режимі жайында қолда бар деректерге байланысты ағынды қабатының нормасы келесі жолмен есептелді: су өтімдерінің фактілік мәліметтері бойынша, көпжылдық кезеңге келтірілген қатар бойынша (1932-2012 жж.), соңғы антропогендік жүктеме орын алған кезеңге (1966-2012 жж.) және шартты табиғи кезең (1932-1966) үшін. Қарастырылып отырған алаптағы өзендердің көктемгі ағындысы қабатының қамтамасыздық қисықтары тұрғызылды. Ағынды қабатының есептік және соңғы таңдалып алынған кезеңдері үшін әртүрлі қамтамасыздықтағы шамалары бағаланды.

Түйін сөздер: есептік кезең, көктемгі ағынды қабаты, статистикалық сипаттамалар, ағынды нормасы мен вариация коэффициентін анықтау дәлдігін бағалау, тиімділік көрсеткіші, қамтамасыздық қисығы.

Jussupbekov D.,
Arystambekova D.

**Estimation of spring runoff
characteristics of river basin of
Sarysu**

This paper considers determination of statistical parameters for spring flood runoff by the river basin of Sarysu, for the long-term period. The main parameters of distribution curve determining calculation hydrological characteristics are the norm of runoff and coefficient of variation. In case of purpose of various water management actions in the basin, it is necessary to know reliability of these parameters. Data are provided in four options: according to actual data of observations of water discharge, on (1940-2012) given to the long-term period, for the last thirty-eight-year period (1975-2012) and for the conditional and natural period (1940-1974). It presents a series of observations made for the long-term period, determines statistical parameters for the depth of spring flood runoff as well as constructs the probability curves of the depth of spring flood runoff by study areas. The paper also gives an estimation of the probability values of the depth of spring flood runoff for the calculation period and for the last period.

Key words: calculation period, depth of spring flood runoff, statistical parameters, estimation of accuracy of determination of runoff norm and variation coefficient, assessment efficiency evaluation, probability curves.

Джусупбеков Д.,
Арыстамбекова Д.

**Оценка характеристик
весеннего стока бассейна
реки Сарысу**

В данной работе рассматривается определение статистических параметров стока весеннего половодья бассейна реки Сарысу. Основными параметрами кривой распределения, определяющими расчётные гидрологические характеристики, являются норма и коэффициент вариации стока. При назначении различных водохозяйственных мероприятий в бассейне необходимо знать достоверность этих параметров. Данные приводятся в четырёх вариантах: по фактическим данным наблюдений за расходами воды, по приведённым к многолетнему периоду (1940-2012 гг.), за последний тридцативосьмилетний период (1975-2012 гг.) и за условно-естественный период (1940-1974 гг.). Проведены следующие работы: ряды наблюдений приведены к многолетнему периоду, определены статистические параметры слоя стока весеннего половодья, построены кривые обеспеченности слоя стока весеннего половодья по исследуемым районам. Оценены обеспеченные величины слоя стока весеннего половодья за расчётный период и за последний выбранный период.

Ключевые слова: расчётный период, слой стока весеннего половодья, статистические характеристики, оценка точности определения нормы и коэффициентов вариации, показатель эффективности, кривые обеспеченности.

**САРЫСУ АЛАБЫ
ӨЗЕНДЕРІНІҢ
КӨКТЕМГІ
АҒЫНДЫСЫНЫҢ
СИПАТТАМАЛАРЫН
БАҒАЛАУ**

Кіріспе

Мұз және қар жамылғысы мұздану алабында маңызды рөл атқарады. Климаттың өзгеруі қар жамылғысы мен сумен қамтамасыз ету жағдайын болашақта ұзақ мерзімге су ресурстарын күрделі басқаруды талап етеді (Dibesh Khadka, 2014: 49).

Шөлді және шөлейтті орта экологиялық деградациялануға және шөлейттенуге сезімтал болып келеді. Сондықтан экологиялық деградациялану Біріккен Ұлттар Ұйымының мәселелері ішіндегі қауіптілік деңгейі жоғары деп танылды. Шөлді және шөлейтті орта жер шарының үштен бір бөлігін алып жатыр (Christina Eisfelder, 2014: 17).

Орманды дала және дала зоналары үшін басқа жыл мезгілдеріне қарағанда жыл ішінде алатын үлесінің жоғары болуына және су қоймалары мен тоғандарды толтыруға қолданылуына байланысты көктемгі ағындыны оқып зерттеу маңызды болып табылады. Сонымен қатар, көптеген өзендердің көктемгі ағындысы гидрографында жерасты ағындысын «қиып» тастағаннан кейін далалық, шөлейтті аймақтардың кішігірім өзендерінің және уақытша ағын суларының беттік ағындысын анықтауға мүмкіндік береді, ал көктемгі беттік ағынды өз кезегінде көп жағдайда сол өзендердің жылдық ағындысы болып келеді. Көктемгі ағындының орташа шамасына әсер ететін негізгі фактор зоналды таралатын қар қорлары болып табылады, сондықтан көктемгі орташа ағынды қабаты да зоналды көріністе болады. Бірақ көктемгі ағындының бір бөлігі көлдерде жинақталады, топырақ-грунттардың қуыстарын толтырады, ормандар мен батпақтарда ұсталынады, сол себепті көктемгі ағынды қабаты жылдық ағындыға қарағанда жергілікті азоналды факторлар әсеріне ұшырағыш болып келеді, сондықтан көктемгі ағындының ендік зоналдылығы жылдық ағындыға қарағанда жергілікті факторлардың әсерінен басымырақ бұзылады.

Өзендердің көктемгі ағындысы сипаттамаларын анықтау су шаруашылығында маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Көктемгі ағынды көлемінің нормасы және су тасудың максимал су өтімдерінің шамалары гидротехникалық имараттарды жобалауда және пайдалануда кеңінен қолданылады. Олар өзен

ағынының басқа сипаттамаларын анықтауда басты параметрлер болуына байланысты, бір жағынан өзінше гидрологиялық эталон ретінде қолданылады.

Гидрологиялық есептеулер мен болжамдарда, сондай-ақ гидротехникалық имараттарды жобалауда өзендер сулылығының көпжылдық өзгерісі мәліметтерінсіз жұмыстың орындалуы мүмкін емес. Әрине, қандай да бір өзеннің режимі жөнінде бақылау қатары көп болса, сол өзеннің есептік гидрологиялық сипаттамалары сенімді және жоғары негізделген болып келеді.

Қарастырылып отырған алап бойынша көктемгі ағындының сипаттамалары өткен ғасырдың 60-ыншы және 70-інші жылдары алынған. Бұл мәліметтер соңғы жылдардың деректері мен климаттық және антропогендік факторларды ескеріп қайта анықтауды қажет етеді.

Зерттеу нысаны

Зерттеу нысаны – Қазақстанның жазықтық аймағында орналасқан Нұра-Сарысу су шаруашылығы алабы.

Нұра-Сарысу алабы өзендерінің режимінің қалыптасуы көптеген жағынан келесі азоналды факторлармен анықталады: жергілікті жердің басым көп бөлігі жазықтық сипатта болып келуімен, бұл жағдай өз кезегінде өзендердің арнасынан шығып кең жайылуына мүмкіндік береді; алапта көптеген майда тұйық ойыстардың (шұңқырлардың) болуымен, олар ағындыны ұстап, су тасудың көтерілуін төмендетеді; құмдауыт массивтердің көптеп кездесуімен, мұндай жерлерде беттік ағындының біраз бөлігі ысырапқа ұшырайды.

Жазықтықтың көп бөлігінде еріген қар сулары тұйық қазаншұңқырларға келіп түседі.

Қазақстанның жазықтық аймағында ағынды сулардың қалыптасу жағдайлары басқа аудандарға қарағанда көп жағынан өзгеше болып келеді. Бұл аумақтың климаты континентальді, жылдық жиынтық жауын-шашын мөлшері өте төмен, өзендердің ағындысы негізінен 80-90%-ға дейін көктемгі су тасу кезінде еріген қар суымен анықталады. Жаңбырдан пайда болатын ағынды шамасы өте аз, бірақ топырақтың күзгі ылғалдануы әр жылдары кең шектерде өзгереді (5-10 мм-ден 70-80 мм-ге дейін). Соңғы шама ең кіші ылғал сыйымдылыққа жақын. Топырақтың қату тереңдігі жоғары, сондықтан қар еру кезеңінде топырақтың су өткізгіштігі іс жүзінде толық оның ылғалдану дәрежесімен

анықталады. Бұл аумақтың топырағы – гумусы аз қара топырақ, сондай-ақ каштанды топырақ. Жеткілікті жоғары ылғалданған жағдайда мұндай топырақ іс жүзінде су өткізбейді немесе мұнда су өткізбейтін «жапқыш» қабат орнайды. Топырақтың ылғалдануы төмен болған жағдайда ол еріген қар суын бірталай тереңдікке сіңіруге қабілетті.

Қазақстанның жазықтық аймағы ауа массаларының кедергісіз енуіне мүмкіндік жасайды. Мұнда арктикалық, полярлық және тропиктік массалар енеді. Әртүрлі массалардың ену қайталанушылығы уақыт бойымен өзгеріп отырады және республиканың әр бөлігінде біркелкі емес (Байдал М.Х., 1964: 238), (Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1989: 126), (Семенов В.А., 1986: 33).

Жылдық жиынтық жауын-шашын мөлшері аумақ бойынша орташа алғанда 140-тан 380 мм-ге дейін өзгереді, сонымен бірге, изогияның ендік бағыты аймақтың шығысында рельеф сипатына байланысты бұзылады, сондай-ақ, мүмкін, ішік су қоймалары – Каспий теңізі және бұрынғы Арал теңізі белгілі бір рөл атқарады. Суық кезең үшін бұл жауын-шашынның 20-40%-ы тиесілі, әрі аумақ бойынша таралуы ала-кұла.

Жекелеген жылдары жауын-шашын көпжылдық орташа мәнінен тым ауытқуы мүмкін. Мысалы, Петропавл қаласында олардың жылдық шамасы 164-тен 615 мм-ге дейін, яғни 4 есеге дерлік өзгереді. Тұрақты қар жамылғысы аумақтың солтүстігінде қарашаның басында орнайды, ал оның еруі сәуірдің ортасына дейін созылады. Көктем алдындағы қар қоры аумақ бойынша оңтүстік-батысында Қазақтың ұсақ шоқысының биік жерлерінде 35 мм-ден Көкшетау таулары ауданында 80-90 мм-ге дейін өзгереді. Олардың уақыт бойымен құбылмалылығы (вариация) да жоғары: кейбір жылдары олар бір-бірінен 4-5 есеге өзгешеленеді (Климат Казахстана, 1959: 58), (Байдал М.Х., 1964: 238), (Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1989: 126).

Сарысу өзені Бұғылы және Ақтау тауларының 700–900 м биіктік беткейлерінен басталатын Жаксы Сарысу және Жаман Сарысу өзендерінің 761 км-ден кейін Атасу кенті тұсында қосылуынан басталады. Сарысу өзені Қызылорда облысында орналасқан Телекөл және Ащыкөл жүйелеріне құйып аяқталады. Құрғақшылық жылдары өзен көлдерге жетпейді. Өзендердің қосылатын жерінде «Поливное» су қоймасы салынған. Сарысу өзенінің жалпы су жинау алабының ауданы 816 мың км² (Ресурсы поверх-

ностных вод СССР, 1965: 26), (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966: 169).

Негізгі салалары – Қаракеңгір және Кенсаз. Өзеннің сумен толысуы негізінен қардың еру кезіне сәйкес келеді. Суының тартылып қалуы өзеннің жоғары бөлігінде, орта ағысы мен төменгі бөлігінің жекелеген уаскелерінде шілде мен қаңтар айлары аралығында байқалады. Тұрақты ағыны – оң саласы Қаракеңгір құйғаннан кейін Қаражар мекенінде орташа су өтімі 7,3 м³/с-ті құрайды. Суының тасуы сәуір айында; жоғарғы бөлігінде мамырдың ортасына дейін созылады. Суының тасуының ортасында суының минерализациясы 450–750 мг/л, ал межень мезгілдерінде 5,5 г/л-ге дейін өседі. Өзен қарашаның аяғы мен желтоқсанның басында мұзбен жабылады, наурыздың аяғы мен сәуірдің басында мұздан арылады. Көктемгі қар еру кезеңінде жылдық ағындының 90-98 % -ы өтеді. Одан кейін өзеннің суы тартылып, біртіндеп қарасуларға (плёсы) бөлінеді. Олардың бірқатарында су аздаған тұзды болып келеді. Өзеннің суы өнеркәсіпті сумен қамтамасыз етуге және жерді суаруға қолданылады (Гальперин Р.И., 2011: 321).

Зерттеу әдістері

Жоғарыда айтылғандай, көктемгі ағындының негізгі сипаттамаларына ағынды қабатының нормасы (h мм) және максимал су өтімдері (Q_{max}) жатады. Өзен режимі жайында қолда бар деректерге байланысты ағынды нормасы (немесе ағынды қабатының нормасы) келесі жолмен есептеледі:

а) өзен ағындысына жүргізілген тікелей бақылау мәліметтері бойынша, мұнда ағынды нормасын берілген қателік шегінде анықтауға мүмкіндік береді;

б) қысқа бақылау кезеңінде ($n \geq 6$ лет) алынған орташа ағындыны көпжылдық бақылау жүргізілген аналог-өзенге келтіру жолымен;

в) бақылау мүлдем болмаған жағдайда – гидрологиялық аналогия әдісі бойынша, яғни берілген ауданның басқа өзендерінде жүргізілген бақылауларға талдау жүргізу нәтижесінде алынған орташа ағынды сипаттамалары негізінде.

Бақылау мәліметтері болған жағдайда ағынды нормасы басқа кез келген статистикалық қатарлардың орташа шамасы сияқты келесі формуламен анықталады (Гальперин Р.И., 2011: 321):

$$\overline{Q}_N = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_{N-1} + Q_N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}, \quad (1)$$

мұнда \overline{Q}_N – ағынды нормасы, м³/с,

Q_1, Q_2, \dots, Q_N – N кезеңдегі ағындының жылдық мәндері.

Қатардың вариация C_v және C_s асиммет-

рия коэффициенттері үшпараметрлі гамма-үлестірім және биномальді үлестірім арқылы параметрлерінің ығысуы ескеріліп, келесі формулалармен есептеледі:

$$C_v = (a_1 + a_2 / n) + (a_3 + a_4 / n)\overline{C}_v + (a_5 + a_6 / n)\overline{C}_v^2, \quad (2)$$

$$C_s = (b_1 + b_2 / n) + (b_3 + b_4 / n)\overline{C}_s + (b_5 + b_6 / n)\overline{C}_s^2, \quad (3)$$

мұнда $a_1, \dots, a_6; b_1, \dots, b_6$ – (Рождественский А.В., 1990: 124) әдебиеттегі 3 және 4 кестелер бойынша анықталады;

C_v және C_s – моменттер әдісінің белгілі формулаларымен анықталатын вариация және асимметрия коэффициенттерінің ығысқан мәндері.

Егер көпжылдық \overline{Q}_N шамасының салыстырмалы қателігі 5-10 %-дан аспайтын болса,

онда бақылау кезеңі есептік жылдық ағынды нормасын орнатуға жетерлік деп саналады.

Жылдық ағынды нормасын және оның есептік қамтамасыздықтағы шамасын есептеуде іс жүзінде көбінесе қажетті дәлдіктегі (5-10%) нәтижені алуға мүмкіндік бермейтін қысқа бақылау қатарларымен жұмыс істеуге тура келеді. Мұндай жағдайларда қолда бар қысқа

қатар бойынша алынған орташа жылдық ағынды ұзақ бақылау қатарлары бар аналог-өзендер арқылы есептік көпжылдық кезеңге келтіріледі. Егер қатар бақылау жүргізілген саны $n \geq 6$ болса, онда қысқа қатарды көпжылдық кезеңге келтіру аналитикалық әдіс – регрессия теңдеуі арқылы атқарылады (Пособие по определению расчет-

ных гидрологических характеристик, 1984: 325), (Свод правил СП 33-101-2003, 2004: 43), (Рождественский А.В., 1990: 276).

Ағынды нормасын көпжылдық кезеңге келтірудің тиімділігін бағалау үшін тиімділік көрсеткіші атты коэффициент (К) қолданылады:

$$K_y = \left[1 - \sqrt{1 - R^2 + nR^2 / N} / (1 - \sqrt{n / N}) \right] \cdot 100\% , \quad (4)$$

мұнда R – жұп корреляция коэффициенті, n – бақылау қатар жүргізілген жылдар саны.

Вариация коэффициентінің көпжылдық кезеңге келтірудің тиімділік көрсеткіші төмендегі формуламен анықталады:

$$K_{cv} = \left[(1 - \sqrt{1 - R^4 + nR^4 / N}) / (1 - \sqrt{n / N}) \right] \cdot 100\% \quad (5)$$

Келтірудің тиімділік көрсеткіші қатарды N кезеңге келтіруде орташа мәннің кемуін пайызбен сипаттайды.

Есептік гидрологиялық сипаттамаларды анықтайтын үлестірім қисығының негізгі параметрлері ағынды нормасы мен вариация коэффициенті болып табылады. Алапта әртүрлі су шаруашылығы шараларын тағайындауда осы параметрлердің сенімділігін білу қажет.

Ағынды нормасы мен вариация коэффициентін анықтаудың дәлдігін бағалау, әсіресе Қазақстанның жазықтық өзендері үшін ерекше маңызды, себебі бұл өзендердің ағыны жоғары өзгергіштігімен және көбінесе реттелгендігімен сипатталады. Бұған тағы да аумақтың нашар зерттелуін, су өтімдерін өлшеу материалдарының сапасының төмендігін және көптеген өзендер мен бекеттерде бақылау қатарларының қысқа болып келуін қосуға болады.

Қарастырып отырған жұмыста үлестірім қисығының параметрлерінің анықталу дәлдігі фактілік бақылау мәліметтері бойынша, көпжылдық кезеңге (1932-2012 жж.) келтірілген қатар бойынша және соңғы антропогендік жүктеме орын алған 47 жылдық кезеңмен (1967-2012 жж.) бағаланған (Арыстамбекова Д.Д., 2016: 107).

Таңдамалы қатарлардың орташа мәндерінің орташа квадраттық қателіктері келесі формуламен анықталды (Свод правил СП 33-101-2003, 2004: 45).

$$\sigma_{\bar{Q}} = (\sigma_Q / \sqrt{i}) \cdot \sqrt{(1+r)(1-r)} . \quad (6)$$

Бұл формула қатардың көршілес мүшелері аралығындағы автокорреляция коэффициенті $r < 0,5$ жағдайында қолданылады, жылдық ағынды қатары үшін бұл коэффициент, әдетте, $r=0,2-0,3$.

Мысалы, зерттеліп отырған ауданның өзендері үшін $n > 30$ жыл жағдайында көктемгі ағынды қабаты қатарының автокорреляция коэффициенті аудан бойынша $r = 0,20$ и $r = 0,30$ құрайтындығы орнатылды. Максималь су өтімдерінің автокорреляциясы ауданның барлық өзендері үшін $0,10$ қабылданды.

Эмпирикалық және аналитикалық функцияларының үлестірімдерінің келісімділігіне талдау жүргізу көктемгі ағынды сипаттамаларының үлестірімдері Крицкий-Менкельдің $C_s = 2C_v$ жағдайындағы қамтамасыздық қисығына сәйкес келетіндігін көрсетті. Сондықтан вариация коэффициенттерінің орташа квадраттық қателіктері төмендегі формуламен есептелді (Крицкий С.Н., 1981. 146):

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{n + 4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1 + C_v^2)}{2} \left(1 + \frac{3C_v r^2}{1+r}\right)} . \quad (7)$$

Көпжылдық кезеңге келтірілген қатардың нормасы мен вариация коэффициентінің дәлдігін бағалау қызығушылық тудырады.

Көпжылдық кезеңге келтірілген қатардың орташа мәнінің стандартты қателігін бағалау үшін С.Н. Крицкий және М.Ф. Менкель формуласы қолданылуы мүмкін:

$$\sigma_{\bar{Q}N} = \sqrt{\frac{1+r'_{QN}}{1-r'_{QN}}} \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-(N-n)R^2}{N}} \quad (8)$$

мұнда r'_{QN} – көпжылдық N кезеңге келтірілген Q қатарының автокорреляция коэффициенті;

$$\sigma_{CvN} = \frac{Cv}{n+4Cv^2} \sqrt{\frac{n(1+Cv^2)}{2}} \left(1 + \frac{3Cvr^2}{1+r}\right) \times \sqrt{\frac{N-(N-n)R^4}{N}} \quad (9)$$

(4) және (5) өрнектері бір регрессия теңдеуін қолдану арқылы көпжылдық кезеңге келтірілген орташа мән мен вариация коэффициентінің дәлдігін анықтауға жарамды. Ал, (8) және (9) формулалар эквивалентті кезеңдерді N_{σ} ескеру арқылы, яғни эквивалентті бақылау мәліметтерінің ақпарат көлемі ескеріліп алынған.

Гидрологиялық сипаттамалар қатарының мүшелерін кезең-кезеңмен қайта қалпына келтіруде, яғни әртүрлі кезеңге бірнеше регрессия теңдеуін қолданғанда эквивалентті-тәуелсіз ақпарат көлемін қайта қалпына келтірілген әр кезең үшін анықтау қажет, ал жалпы ақпарат көлемі осы ақпараттардың қосындысы түрінде есептелуі тиіс.

Бақылау мәліметтеріне эквивалентті ақпарат көлемі норма $N_{\bar{y}\bar{Q}}$ және орташа квадраттық қателік үшін келесі формулалармен анықталады (Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик, 1984: 325).

$$N_{\bar{y}\bar{Q}} = \frac{N}{\left[1 + \frac{N-n}{n-2}(1-R^2)\right]} \quad (10)$$

$$N_{\bar{y}\sigma} = \frac{Nn}{n + (N-n)(1-R^4)} \quad (11)$$

мұнда n – келтірілетін және аналог қатарларының бірлесіп бақылау жүргізілген жылдар саны;

(N – n) – регрессия теңдеуі бойынша қатардың қайта қалпына келтірілген мүшелер саны;

R – жұп немесе жиынтық корреляция коэффициенті.

(10) және (11) формулалар көмегімен анықталған эквиваленттік кезеңдердің орташа квадраттық қателіктерін, егер n орнына N_{σ} қойылса, онда (6) және (7) формулалар арқылы

R – келтірілетін ұзақ бақылау мен аналог қатарлардың бірдей бақылау жүргізілген кезеңіндегі (n) қатараралық корреляция коэффициенті.

Вариация коэффициентінің стандартты қателігін бағалау келесі формуламен жүргізіледі (Свод правил СП 33-101-2003, 2004: 45).

анықтауға болады Жұмыста көктемгі ағынды қабаты нормасы мен максимал су өтімдерінің дәлдігін бағалау (6) және (7) формулалар бойынша анықталды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Сарысу алабы өзендерінің ағынды қабатының нормасы және оның өзгергіштігі.

Сарысу алабы өзендерінің ағынды қабатының нормасы 10 бақылау бекеті бойынша анықталды. Көктемгі ағынды сипаттамалары төрт нұсқа бойынша анықталды: 1) су өтімдерінің фактілік мәліметтері бойынша, 2) көпжылдық кезеңге келтірілген қатар бойынша (1932-2012 жж.), соңғы антропогендік жүктеме орын алған кезеңге (1966-2012 жж.) және 4) шартты табиғи кезең (1932-1966) кезең үшін (1-кесте).

Әртүрлі қамтамасыздықтағы ағынды сипаттамаларын бағалау үшін қажетті екінші маңызды параметр жылдық ағындының вариация коэффициенті болып табылады. Нормативтік құжаттардың (Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик, 1984: 325), (Свод правил СП 33-101-2003, 2004: 45) талабына сәйкес ағынды нормасын есептеудің қателігі 15%-ден аспауы керек.

Біз таңдап алған есептік екі кезеңнің – 1932-2012 жж. мен 1966-2012 жж. ағынды нормалары қателіктері жоғарыда аталған құжаттардың талабына сай келеді. 2-кестенің мәліметтеріне сәйкес бұл екі кезеңнің көктемгі ағынды нормаларын салыстыру нәтижесі соңғы 47 жылдық есептік кезең үшін (1966-2012 жж.) 1932-2012 жылдық есептік кезеңге қарағанда ағынды қабаты нормасының алаптың барлық дерлік өзендерінде біршама кемігендігін көрсетеді. Соңғы кезеңде ағынды мөлшерінің кемуі алаптың барлық қарастырып отырған өзендері үшін 0,3-30,7%-ды, ал орташа алғанда – 13,3%-ды құрады. Мы-

салы, ағынды нормасының ең жоғары ауытқуы Сарысу – рзд. № 189 (57) бекетінде (30,7%), ал ең төменгі ауытқу – 0,30–0,70% шамасында Нарсай–Жезды (Марганец) к. және Қарағанды – Ұлытау а. бекеттерінде орын алды.

Есептеу нәтижелері көктемгі ағынды қабатының вариация коэффициенттері шамаларының төмендеуі барлық дерлік өзендерде байқалатындығын көрсетеді, тек Жаман-Сарысу – с. Жаңаарқа және Нарсай-Жезды (Марганец) к. өзендерінде оның аздап өскені (5-6%) білінеді.

Қысқа бақылау қатарын көпжылдық кезеңге келтіргеннен кейін көктемгі ағынды қабаты нормасын бағалау дәлдігі орташа алғанда 10-14%-ға, ал вариация коэффициентін бағалау дәлдігі аздап қана (болмашы) 1-4%-ға, орташа алғанда 3,2%-ға өсті.

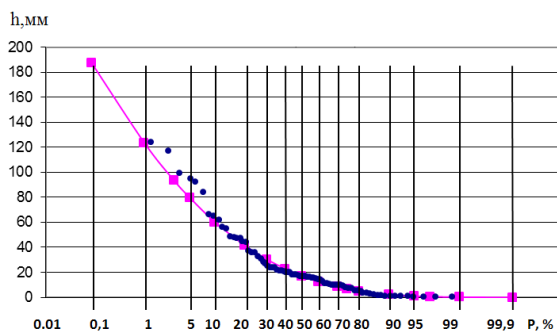
Сонымен, Сарысу алабы өзендерінің көктемгі ағынды қабатының параметрлерін есептеу нәтижелері жекелеген бекеттерде болмаса ағынды қабаты нормасы мен ағындының вариация коэффициенттерін есептеудің дәлдігін бағалау нұсқауларының талаптарына толық сәйкес келмейді. Параметрлерді бағалаудың дәлдігінің төмендігі көктемгі ағындының аса жоғары өзгермешілігімен, шаруашылық әрекеттің әсерін ескерудің қиыншылықтарымен және бақылау қатарларының қысқалығымен түсіндіріледі.

Көктемгі ағынды қабатының нормасы мен оның бақылау қатарының вариациясын көпжылдық кезеңге келтірудің тиімділігі (эффективность) бағаланды. Есептеулер (4) және (5) формулалар арқылы жүргізілді.

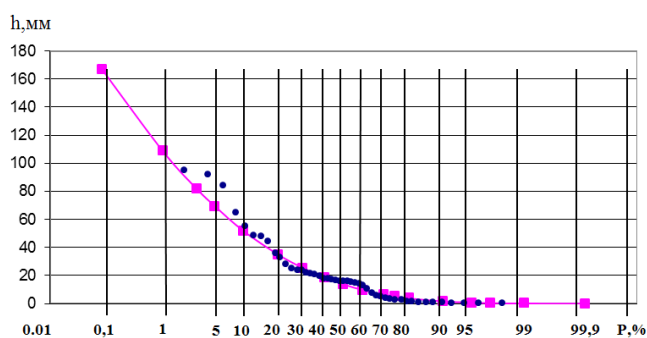
Көктемгі ағынды қабатының нормасының және вариация коэффициентінің тиімділік көрсеткіштері сәйкесінше 98-44% және 92-41%-ды құрады.

Көктемгі ағынды қабатының әртүрлі қамтамасыздықтағы шамаларын анықтау.

Сарысу алабы өзендерінің көктемгі ағынды қабатының әртүрлі қамтамасыздықтағы шамалары 1932-2012 жылдарға келтірілген көпжылдық кезеңге және соңғы 1966-2012 жылдық кезеңге анықталды. Бұл кезеңдердегі ағынды қабатының нормасы мен вариация коэффициенті және олардың әртүрлі қамтамасыздықты шамалары 2-кестеде келтірілген. Ағындының үшінші параметрі – асимметрия коэффициенті бақылау мәліметтерінің теориялық қисықпен сәйкес келу дәрежесімен анықталды (1-сурет). Сарысу алабының көптеген өзендерінің деректеріне талдау жүргізу арқылы олардың көктемгі ағындысы қабатының үлестіріміне барынша жақын сәйкес келетін қамтамасыздық қисығы – $C_s=2C_v$ жағдайындағы Пирсонның III типті қисығы екендігі анықталды.



а)



б)

1-сурет – Жақсы Сарысу – Сарысу а. бекеті бойынша көктемгі ағынды қабатының $C_s=2C_v$ жағдайындағы 1932-2012 жж. (а) және 1966-2012 жж. (б) кезеңдерінің қамтамасыздық қисықтары

Қорытынды

Ағынды нормасы мен вариация коэффициентін анықтау Қазақстанның жазықтық өзендері үшін маңызы ерекше, себебі бұл өзендердің ағыны жоғары өзгергіштігімен және көбінесе реттелгендігімен сипатталады. Бұған тағы да аумақтың нашар зерттелуі, су

өлшеу материалдары сапасының төмендігін және көптеген өзендер мен бекеттерде бақылау қатарларының қысқа болып келуін қосуға болады. Гидротехникалық имараттарды жобалау, ауылшаруашылығы жұмыстарын жүргізу және апатты көктемгі су тасуларынан қорғану мәселелері ағындының мұндай параметрлерін дәл анықтауды қажет етеді.

1-кесте – Сарысу алабы өзендерінің әртүрлі кезеңдердегі көктемгі ағынды қабатының параметрлері

№ п/п	Өзен – бекет	F, км ³	Бақылау кезеңі	Бақылау саны, жыл	Көктемгі ағынды қабатының параметрлері											
					Бақылау жүргізілген кезең үшін			1932-1965 жж. кезеңі үшін			1932-2012 жж. есептік кезеңі үшін			1966-2012 жж. кезеңі үшін		
					h, мм	Cv	Cs	h, мм	Cv	Cs	h, мм	Cv	Cs	h, мм	Cv	Cs
1	Сарысу – рзд. № 189 (57)	26900	1963, 1965-1994, 1996, 2000-2012	45	1,6	1,45	2,74	3,6	1,30	1,90	2,5	1,44	2,44	1,7	1,34	2,30
2	Сарысу – ст. Қызылжар	34600	1960-1983, 1985-1986, 2008-2012	31	2,6	1,01	1,24	5,4	1,34	2,01	4,1	1,35	2,48	3,2	1,16	2,15
3	Агасу – свх. Ақтау	1500	1971-1982, 1985-1990	18	7,6	1,04	1,51	3,5	1,26	2,55	4,4	1,17	2,47	5,1	1,10	2,47
4	Жаман-Сарысу – рзд. Айса	5910	1952-1972, 1974-1983, 1985-1990, 1992-1997	43	3,3	1,31	3,07	3,2	1,21	1,90	2,8	1,26	2,09	2,4	1,27	2,37
5	Қара-Кенгір – Жыланды өз. сағасынан 5,0 км (12 км) жоғары	9860	1932-1966, 1969-1982, 1984-1987	53	12,0	0,94	2,01	10,3	1,14	2,66	11,7	0,95	2,24	12,7	0,82	2,14
6	Жаман-Сарысу – Жаңаарқа к.	9200	1958-1996	39	0,8	1,52	1,86	1,4	1,54	2,27	1,1	1,70	2,45	0,9	1,80	2,63
7	Жақсы-Сарысу – Сарысу а.	570	1933-1983, 1985-1990	57	23,0	1,19	2,13	31,3	0,98	1,87	25,6	1,06	1,85	21,5	1,10	1,76
8	Жезді – рзд. Жезді	2410	1952-1966, 1968-1975, 1981-1983	26	18,3	0,87	1,10	18,1	1,14	2,58	20,5	0,95	2,14	22,2	0,83	2,00
9	Нарсай – Жезді (Марганец)	93,8	1956-1975, 1981	21	3,8	1,15	1,17	3,4	0,89	2,05	3,4	0,98	1,83	3,3	1,04	1,81
10	Қарағанды – Ұлытау а.	9,00	1957-1960, 1962-1970, 1972-1988	25	141	0,66	1,55	139	0,78	2,32	141	0,66	1,99	142	0,56	1,49

2-кесте – 1932-2012 жж. және 1966-2012 жж. кезеңдер үшін Сарысу алабы өзендерінің көктемгі ағынды қабатының әртүрлі қамтамасыздықтағы шамалары, мм

№	Өзен-бөкет	Ағынның орташа қабаты		1932-12 жж. есептік кезеңіндегі көктемгі ағын қабаты										1966-12 жж. кезеңіндегі көктемгі ағын қабаты						
		1932-2012	1966-2012	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	97%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	97%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Сарысу – рзд. № 189 (57)	2,51	1,74	9,74	6,70	3,25	1,08	0,23	0,03	0,01	0,00	6,44	4,53	2,30	0,85	0,22	0,04	0,01	0,00	
2	Сарысу – ст. Кызылжар	4,12	3,18	16,3	11,1	5,27	1,67	0,32	0,04	0,01	0,00	10,5	7,79	4,36	1,94	0,69	0,20	0,07	0,04	
3	Атасу – свх.Актауский	4,43	5,10	15,1	11,1	6,07	2,57	0,88	0,22	0,07	0,04	16,4	12,2	7,09	3,26	1,23	0,38	0,15	0,08	
4	Жаман-Сарысу – рзд. Айса	2,76	2,45	9,66	7,00	3,70	1,52	0,47	0,11	0,03	0,02	8,58	6,21	3,28	1,35	0,42	0,10	0,01	0,00	
5	Қара-Кенгір -Жыланды өз. сағасынан 5,0 км (12 км) жоғары	11,7	12,7	33,8	26,3	16,2	8,42	3,74	1,51	0,77	0,44	33,2	26,5	17,4	10,0	5,12	2,50	1,42	1,02	
6	Жаман-Сарысу – с. Жанаарқа	1,10	0,88	4,73	3,08	1,30	0,33	0,04	0,00	0,00	0,00	3,93	2,51	0,98	0,22	0,02	0,00	0,00	0,00	
7	Жаксы-Сарысу – с. Сарысу	25,6	21,5	79,6	60,2	35,5	17,1	6,76	2,30	1,02	0,59	69,2	51,6	29,9	13,8	5,18	1,59	0,65	0,34	
8	Жезды – рзд. Жезды	20,5	22,2	59,2	46,0	28,3	14,8	6,56	2,64	1,35	0,78	58,4	46,6	30,4	17,4	8,81	4,26	2,42	1,67	
9	Нарсай – пос. Жезды (Марганец)	3,35	3,34	9,89	7,64	4,64	2,36	1,01	0,39	0,19	0,11	10,4	7,86	4,64	2,22	0,88	0,30	0,13	0,08	
10	Қарағанды – Улытау	141	142	320	265	187	121	72,7	42,8	29,7	23,1	293	248	184	128	83,3	54,8	41,2	33,4	

Көктемгі ағынды қабатының шамалары Сарысу алабының 7 өзенінде 10 гидрологиялық бетке бойынша анықталды. Вариация және асимметрия коэффициенттері параметрлерінің теріс ығысуы ескерілу арқылы есептелді.

Сарысу алабында көктемгі ағынды қабатының нормасы мен вариация коэффициенті 1932-2012 жылдарға келтірілген көпжылдық кезеңге және соңғы 1966-2012 жылдық кезеңге анықталды. Бұл екі кезеңнің ағынды қабаты нормалары мен вариация коэффициенттерін салыстыру нәтижелері соңғы 47 жылдық кезең үшін бұл параметрлердің барлық дерлік өзендерде аздаған кемуін көрсетеді.

Есептеу нәтижелері соңғы кезең үшін вариация коэффициентінің де барлық дерлік өзендер бойынша төмендегенін байқатады.

Көктемгі ағынды қабатының әртүрлі қамтамасыздықтағы шамалары жоғарыда аталған екі кезең үшін анықталды. Ағындының үшінші параметрі – асимметрия коэффициенті бақылау мәліметтерінің теориялық қисықпен сәйкес келу дәрежесімен анықталды. Сарысу алабының көптеген өзендерінің деректеріне талдау жүргізу арқылы олардың көктемгі ағындысы қабатының үлестіріміне барынша жақын сәйкес келетін қамтамасыздық қисығы – $C_s=2C_v$ жағдайындағы Пирсонның III типті қисығы екендігі анықталды.

Әдебиеттер

- 1 Dibesh Khadka, Mukand S. Babel, Sangam Shrestha, Nitin K. Tripathi «Climate change impact on glacier and snow melt and runoff in Tamakoshi basin in the Hindu Kush Himalayan (HKH) region» / Journal of Hydrology, № 511, 2014, pp. 49-60.
- 2 Christina Eisfelder, Igor Klein, Markus Niklaus, Claudia Kuenzer «Net primary productivity in Kazakhstan, its spatio-temporal patterns and relation to meteorological variables» / Journal of Arid Environments, № 103, 2014, pp. 17-30.
- 3 Арыстамбекова Д.Д., Жүсіпбеков Д.К. Нұра – Сарысу алабы өзендерінің көктемгі ағынды сипаттамаларын қалпына келтіру // Научный журнал «Гидрометеорология и экология» №1 (80). Казгидромет. – Алматы, 2016. – С. 103-113
- 4 Байдал М.Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебания климата ч. I и II. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – 446 с.
- 5 Гальперин Р.И., Давлетғалиев С.К., Чигринцев А.Г., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Авезова А. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана. Институт Географии АО ЦНЗМО РК, Алматы, 2011. – Т.1. – 670 с.
- 6 Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1991-1990 гг. Книга 1. Выпуск 1. Часть 1. Бассейн озера Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана – Алматы 2004. – 171 с.
- 7 Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 367 с.
- 8 Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. – М.: Наука, 1981. – 249 с.
- 9 Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3 – многолетние данные. Вып. 18 – Казахская ССР. Кн. 1 и 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1989.
- 10 Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. –Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 447 с.
- 11 Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность т.13 Центральный и Южный Казахстан. – Л.: Гидрометеоздат, –1965. – Вып.1. –168 с.
- 12 Ресурсы поверхностных вод СССР, Карагандинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – Т. 13. Вып. 1. – 482 с.
- 13 Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. (1990) Оценка точности гидрологических расчетов. – Л.: Гидрометеоздат, 276 р.
- 14 Свод правил СП 33-101-2003 Определение основных расчётных гидрологических характеристик. Издание официальное. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.
- 15 Семенов В.А. Ресурсы поверхностных вод засушливых внутриконтинентальных территорий и информационное обеспечение их оценки: автореферат дисс.док. геогр. наук. – Иркутск, 1986. – 33 с.

References

- 1 Dibesh Khadka, Mukand S. Babel, Sangam Shrestha, Nitin K. Tripathi (2014) Climate change impact on glacier and snow melt and runoff in Tamakoshi basin in the Hindu Kush Himalayan (HKH) region. Journal of Hydrology, № 511, pp. 49-60.
- 2 Christina Eisfelder, Igor Klein, Markus Niklaus, Claudia Kuenzer (2014) Net primary productivity in Kazakhstan, its spatio-temporal patterns and relation to meteorological variables. Journal of Arid Environments, № 103, pp. 17-30.
- 3 Arystambekova D.D., Dzhusuppekova D.K. (2016) Nura – Sarysu alaby ozenderdin koktemgi agyndy sipattamalaryn kalpyna keltiru [Recovery of characteristics of spring flow of the Nura – Sarysu river basin]. Gydrometeorologiya i ekologiya, no 1 (80), pp.103-113.
- 4 Baidal M.H. (1964) Dolgosrochnye prognozy pogody i kolebanya klimata [Long-term weather forecasts and fluctuations of climate], part I & II. L.: Gidrometeoizdat, 446 p.

- 5 Galperin R.I., Davletgaliev S.K., Chigrinec A.U., Moldahmetov M.M., Mahmudova L.K. Avezova A. (2011) Vozobnovlyayemye resursy poverhnostnyh vod Zapadnogo, Severnogo, Centralnogo i Vostochnogo Kazakhstana [Renewable resources of surface water of the Western, Northern, Central and East Kazakhstan] Institut geografii, Almaty, Vol.1, 670 p.
- 6 Gosudarstvennyi vodnyi kadastr Respubliki Kazakhstan (2004) Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnyh vod sushy 1991-1990 gg. [State water inventory of the Republic of Kazakhstan. Long-term data on the mode and resources of surface water of the land of 1991-1990]. Book 1, issue 1. part 1. Bassein ozera Balkhash I besstochnyh raionov Centralnogo Kazakhstana, Almaty, 171 p.
- 7 Klimat Kazakhstana (1959) [The climat of Kazakhstan]. L.: Gidrometeoizdat, 367 p.
- 8 Critskii S.H., Menkel M.F. (1981) Gidrologicheskie osnovy upravleniya rechnym stokom [Hydrological bases of management of river flow]. M.: Nauka, 249 p.
- 9 Nauchno – prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR (1989). Serya 3 – mnogoletnie dannye [The scientific and application-oriented reference manual on climate of the USSR. Series 3 – long-term data] Issue. 18 – Kazakhskaya SSR. Book. 1 & 2, L.: Gidrometeoizdat, pp. 126.
- 10 Posobie po opredeleniyu rashetnyh gidrologicheskikh haracteristic (1984) [An educational grant by definition of settlement hydrological characteristics]. L.: Gidrometeoizdat, 447 p.
- 11 Resursy poverhnostnyh vod SSSR (1965). Gidrologicheskaya izuchennost t.13 Centralnyi i Yuzhnyi Kazakhstan [Resources of surface water of the USSR. Hydrological study, vol.13 Central and Southern Kazakhstan.]. L.: Gidrometeoizdat, issue.1, 168 p.
- 12 Resursy poverhnostnyh vod SSSR (1966), Karagandinskaya oblast [Resources of surface water of the USSR, Karaganda region]. L.: Gidrometeoizdat, vol. 13, issue 1, 482 p.
- 13 Rozhdestvenskii A.V., Ezhov A.V., Saharuk A.V., (1990) Otsenka tochnosti gidrologicheskikh rashetov [Assessment of accuracy of hydrological calculations]. L.: Gidrometeoizdat, 276 p.
- 14 Set of rules SP 33-101-2003 (2004) Opredeleniye osnovnyh rashetnyh gidrologicheskikh haracteristic. [Definition of the main settlement characteristics]. Izdanye oficialnoe, M.: Gosstroj Rossii, 73 p.
- 15 Semenov V.A. (1986) Resursy poverhnostnyh vod zasushlivykh vnutricontinentalnykh territorii i informacionnoe obespecheniye ih ocenki [Resources of surface water of droughty midland territories and information support of their assessment]. Aftoreferat diss. dok. geogr. Nauk, Irkutsk, 33 p.