

А.О. Жатканбаева – ресурстарды қадағалау, әдістемелер жасау, визуализациялау, әкімшілік басқару;

А.К Есмұрзаева – тұжырымдама жасау, бағдарламалық қамтамасыз ету, деректерді қадағалау;

Г.К. Исмаилова – қаржыландыруды қамтамасыз ету, редакциялау.

FTAXP 70.27.05

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2025/32>

Д.С.Тунгатар, Е.Т.Кайыпбаев, А.Н.Калмашова*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ.,
Қазақстан, dana.tungatar@kaznaru.edu.kz*, yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz,
Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz*

АЛМАТЫ ОБЛЫСЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ СУ АҒЫНЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа

Бұл жұмыста Алматы облысының өзендерінің гидрологиялық режимін көпжылдық орташа су өтімі, ауа температурасы және атмосфералық жауын-шашын мөлшері туралы деректер негізінде талдау нәтижелері ұсынылған. Климаттық факторлар температуралық режим, жауын-шашын мөлшері ағынның қалыптасу ерекшеліктерін және өзендердің су режимінің маусымдылығын айқындайтыны көрсетілген. Мәліметтер су ресурстарын бағалауда және су шаруашылығы қызметін жоспарлауда табиғи-климаттық ерекшеліктерді кешенді ескерудің қажеттілігін дәлелдейді.

Сонымен қатар, есептеулер нәтижесінде орташа су ағыны үлкен өзендерде 1,5-10 м³/с, ал кіші өзендерде 0,1-2 м³/с құрайды. Құбылмалылық коэффициенті (Cv) көрсеткіштері 0,13-0,27 аралығында, яғни кей өзендер тұрақты ағынға ие (Талғар өзені Cv=0,13), ал кейбір өзендер (Кіші Алматы Cv = 0,27) су ағынының айтарлықтай ауытқуына ие. Бұл өзендер үшін судың жылдық режимі маусымдық факторларға тәуелді, әсіресе қарлы кезеңдер мен жазғы құрғақшылық кезінде. 5% қамтамасыз етілу жылдағы ең жоғары су өтімі, негізінен көктемгі қар еру кезінде байқалады; 50% қамтамасыз етілу орташа ұзақ мерзімді ағын, су ресурстарының орташа көлемін сипаттайды; 95% қамтамасыз етілу құрғақ мезгілдегі минималды су ағыны, су тапшылығы кезеңін көрсетеді. Өртүрлі қамтамасыздық кезеңдерінде мәндерден таулы өзендерде су тапшылығының аз екендігін байқаймыз. Зерттеу нәтижелері климаттың өзгеруі жағдайында су ресурстарын орнықты басқарудың өңірлік стратегияларын әзірлеу үшін маңызды әрі Алматы облысындағы су пайдаланудың тәжірибесін жетілдірудің ғылыми негізі ретінде қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: *гидрологиялық режим, өзендер, климаттық факторлар, орташа жылдық су өтімі, ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын, су ресурстары.*

Кіріспе

Алматы облысы Қазақстанның оңтүстік-шығысында орналасқан, оңтүстігінде Солтүстік Тянь-Шань жоталарымен, солтүстік-батысында Балқаш көлімен, солтүстік-шығысында Іле өзенімен шектеседі; ал шығысында ҚХР-мен шекараласады. Облыстың солтүстік жартысын оңтүстік Жетісудың немесе Балқаштың солтүстікке баяу еңістелген жазықтары (биіктігі 300–500 м) алып жатыр, оларда құрғақ Бақанас арналарымен және жоталы мен сусымалы құм массивтері (Сарыесік-Атырау, Тауқұм) орналасқан. Оңтүстік бөлігі биіктігі 5 000 м-ге дейін жететін жоталармен: Кетмен, Іле Алатауы және Күнгей Алатауының солтүстік сілемдерімен

қамтылған. Жоталардың солтүстігі тау бөктерлері мен тау етегі жазықтарымен көмкерілген. Оңтүстік аймақ жоғары сейсмикалық белсенділікке ие.

Алматы облысының табиғи жағдайлары шөлді аймақтардан бастап мәңгі мұз басқан биік тауларға дейін созылатын 5 климаттық зонаны қамтиды. Облыстың солтүстік, жазық бөлігінде климат күрт континенталды. Ал тау бөктері аймағында климат біршама жұмсақ. Таулы өңірлерде тік бағыттағы айқын белдеулік байқалады.

Облыстың өзендері ішкі тұйық Балқаш-Алакөл алабына жатады. Ең ірі өзен – Іле, ол өз бастауын Қытай Халық Республикасынан алады. Облыс аумағында Іле өзені негізінен сол жақ салалары – Күрті, Қаскелең, Түрген, Талғар, Есік, Шелек, Шарын сияқты тау сілемдерінен бастау алатын өзендер есебінен толықса, оң жақ салалары – Хоргос пен Үсек арқылы да қоректенеді.

Өзендердің гидрологиялық режимі климаттық, географиялық және геологиялық факторлардың әсерімен қалыптасады. Бұл факторлар су деңгейінің өзгеруі, ағыс жылдамдығы және өзге де параметрлердің заңдылықтарын айқындайды. Негізгі рөлді климат атқарады, себебі ол өзеннің қоректену түрін (қар суы, жаңбыр суы, жерасты суы) анықтайды. Сондай-ақ су жинау алабының бедері де маңызды, өйткені ол судың ағу жылдамдығына әсер етеді. Геологиялық құрылым да елеулі мәнге ие, себебі ол өзен арнасының еңісін және басқа да гидрологиялық сипаттамаларды белгілейді.

Әдістер мен материалдар

Өзен ағынының гидрологиялық сипаттамаларын зерттеу үшін есептік жармалар ретінде бақылау мерзімі ұзақ гидрологиялық бекеттер таңдалды. Зерттелетін аумақта негізгі бекеттерге өзендердегі жұмыс істеп тұрған гидрологиялық бекеттер қарастырылды. Гидрологиялық есептеулерге бастапқы материалдар ретінде РМК «Қазгидромет» мекемесінің жарияланған анықтамалық-кадастрлық және архивтік материалдары пайдаланылды.

Үлкен Алматы - Қазақстанның Алматы қаласы мен Алматы облысы аумағындағы өзен, Қаскелең өзенінің оң жақ саласы. Ұзындығы - 96 км, су жинау алабының аумағы - 425 км². Екі ірі мұздықтың алдыңғы моренасының астынан бастау алатын үш ағынның қосылуынан пайда болады. Өзен аңғарында биіктігі 40 метрлік темірбетонды селден қорғау бөгеті мен сел қоймасы, алматылық СЭС каскады, Алматы қаласын сумен қамту жүйесі, демалыс аймағы және Сайран су қоймасы орналасқан.

Есік - Іле Алатауының мұздықтарынан қоректенетін өзен. Өзеннің ұзындығы - 96 км, оның 22 км бөлігі таулы Есік шатқалынан өтеді. Өзен бойында аттас Есік көлі орналасқан, ол арқылы өзен ағып өтеді. Өзен алабының ауданы 210 км².

Қаскелең - Іле Алатауы жотасының солтүстік беткейінен, 3580 метр биіктіктен бастау алып, Қапшағай су қоймасына құяды. Ұзындығы -177 км, су жинау алабының ауданы -3620 км². Өзеннің саға тұсындағы ені шамамен 30 метр, тереңдігі 1,5 метрге дейін жетеді. Қоректенуі негізінен жауын-шашыннан. Өзен суы Алматы, Қаскелең және қала маңы шаруашылықтарын сумен қамтамасыз ету мен суару үшін пайдаланылады.

Кіші Алматы - Алматы қаласындағы өзен, Қаскелең өзенінің оң жақ саласы. Іле Алатауы жотасындағы Тұйықсу мұздықтарынан бастау алады. Ұзындығы - 125 км, су жинау алабының ауданы - 710 км². Негізгі салалары: Сарысай, Күйгенсай, Кимасар, Жарбұлақ, Батарейка, Бутаковка, Қарасу-Түркісіб, Есентай, Қарасу, Тереңқара. Кіші Алматы өзені үш түрлі ландшафтық аймақпен өтеді: таулы, тау бөктері және жазықты. Кіші Алматы шатқалынан шыққан кезде өзен үш тармаққа бөлінеді: Есентай, Жарбұлақ және тікелей Кіші Алматы. Өзен алабында жалпы су бетінің ауданы 2,5 км² болатын 46 көл, тоған және су қоймасы бар.

Талғар - Алматы облысының Талғар ауданындағы өзен. Өзеннің ұзындығы (ең ірі салаларымен бірге) - 117 км, су жинау алабының ауданы - 444 км². Бастау биіктігі -теңіз деңгейінен 1201,7 м, саға биіктігі - 475,6 м. Өзен Талғар мұздығынан бастау алып, Сол Талғар мен Оң Талғар өзендерінің қосылуынан қалыптасады. Қапшағай су қоймасына құяды. Талғар өзені мұздық-қар және жер асты сулары есебінен қоректенеді. Өзен суы суару мен сумен жабдықтау мақсатында пайдаланылады, сондай-ақ энергетикалық кәсіпорындармен игеріледі.

Түрген - Іле өзенінің сол жақ салаларының бірі. Өзеннің ұзындығы - 90 км, су жинау алабының ауданы - 905 км². Қазіргі кезде суы мол жылдары Қапшағай су қоймасына құяды. Суы аз жылдары өз конусында жоғалады.



Сурет 1 – Алматы облысы өзендерінің орналасу сұлбасы

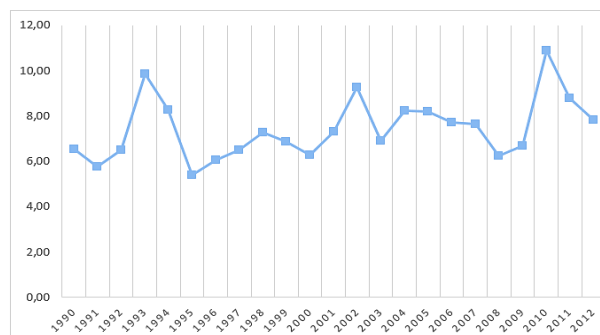
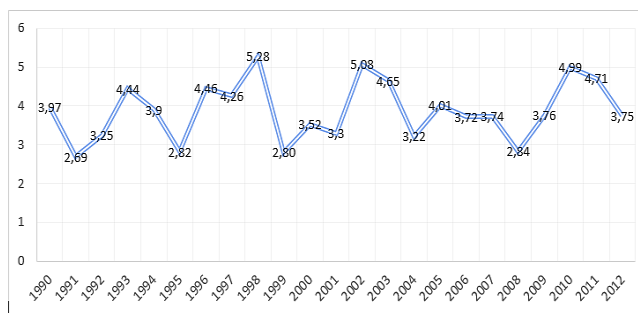
Сонымен қатар, қарастырылып отырған өзендердің жылдық ағынының орташа көпжылдық мәнін анықтау үшін келесі формула қолданылды:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{n} \quad (1)$$

Вариация коэффициенті C_v моменттер әдісімен келесі формулалар бойынша анықталады:

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

Зерттеу нәтижесі және талқылау. Қарастырылып отырған өзендердің су ресурстарының қалыптасу ерекшеліктерін талдау үшін негізгі элементтердің бірі - гидрологиялық сипаттамасы, атап айтқанда - орташа жылдық су өтімі болып табылады. Бұл көрсеткіш - ұзақ мерзімді бақылау кезеңіндегі су ағынының орташа мөлшерін көрсетеді және сумен қамтамасыз етілуін бағалау, су пайдалануды есептеу, гидротехникалық құрылыстарды жобалау, сондай-ақ су ағындарының антропогендік әсер мен климаттық өзгерістерге осалдығын анықтау үшін қолданылады [3-5].



а
Сурет 2 - Қаскелең және Түрген өзендерінің гидрографтары (а және ә)
ә
Қазгидромет мәліметі негізінде тұрғызылды

Көрсетілген 2а-суретте Қаскелең өзенінің жылдық су ағынының өзгерістерін көрсететін гидрограф көрсетілген. Ағын мөлшері шамамен 2,7-ден 5,3 м³/с аралығында ауытқып отырады. Су ағынының тұрақсыз екені, жылдар арасындағы елеулі өзгерістер бар екені

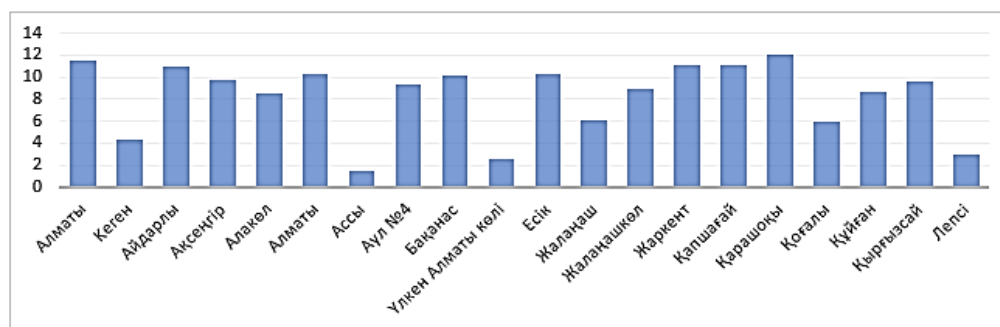
көрінеді. Кейбір жылдары ағын жергілікті максимумдарға жетеді, мысалы: 1997 жыл - 5,28 м³/с; 2002 жыл - 5,08 м³/с; 2010 жыл - 4,99 м³/с. Су ағыны төмен жылдар да кездеседі: 1991 жыл - 2,69 м³/с; 1999 жыл - 2,80 м³/с; 2007 жыл - 2,84 м³/с. Зерттеу ауданындағы жылдық ағынның өзгеруі жауын-шашын мөлшерінің ауытқулары, температуралық режимнің өзгерістері, сондай-ақ антропогендік факторлармен (суару үшін су алу) байланысты.

Сондай-ақ 2ә-суретте Түрген өзенінің су ағыны жыл сайын едәуір өзгеріп отыратыны байқалады. Кейбір жылдары жергілікті максимумдар: 1993 жылы - шамамен 10 м³/с, 2002 жылы - шамамен 9,5 м³/с, 2010 жылы - ең жоғары мәні шамамен 11 м³/с. Ең төмен мәндер 1990 жылдардың басында және 2000 жылдардың ортасында тіркелген (шамамен 5–6 м³/с). Елеулі ауытқулар климаттық жағдайлардың өзгеруімен, жауын-шашын мөлшерімен және қардың еруімен байланысты. Су ағынының төмен мәндері өзен суын шаруашылық қызметтерге пайдаланылуының әсерімен байланысты.

Осылайша, аймақтың өзендері суының кеңістіктік таралуы олардың физикалық-географиялық орналасуымен, биіктік зоналылығымен, бассейндердің ландшафттық құрылымымен және метеорологиялық жағдайларымен тығыз байланысты. Бұл факторларды суды ұтымды пайдалануды жоспарлау кезінде және су экожүйелеріне антропогендік жүктеме дәрежесін бағалау кезінде ескеру қажет [6-8].

Ауаның орташа жылдық температурасы аумақтың термиялық режимін, булану деңгейін, вегетациялық кезеңнің ұзақтығын, сондай-ақ қар жамылғысының қалыптасуы мен еру динамикасын қалыптастыратын негізгі климаттық параметрлердің бірі болып табылады.

Айқын географиялық және биіктік алуандығымен сипатталатын Алматы облысының аумағында температуралық режимде айтарлықтай кеңістіктік айырмашылықтар байқалады.



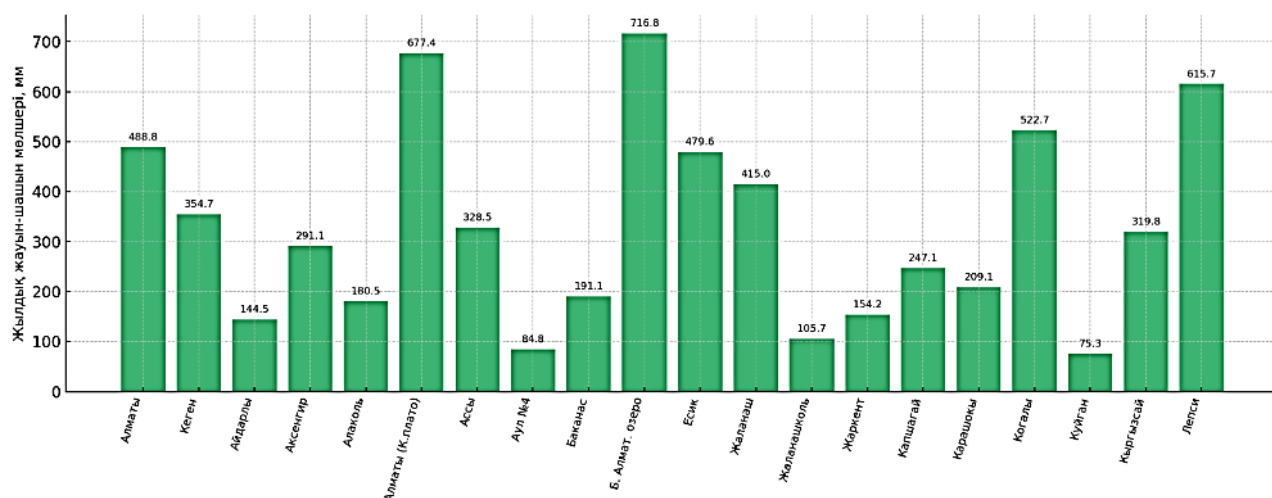
Сурет 3 – Алматы облысындағы метеостанциялар бойынша ауаның жылдық орташа температура мәндері (Қазгидромет мәліметі негізінде тұрғызылды)

Температураның таралуын талдау орташа жылдық ауа температурасының абсолюттік биіктік артқан сайын төмендейтінін анық көрсетеді. Мысалы, ең төменгі мәндер биік таулы станцияларда тіркелген (Ассы -1,5 °С; Үлкен Алматы көлі - 2,5 °С), ал жазық аймақтарда, әсіресе облыстың оңтүстік және оңтүстік-шығыс бөлігінде (Қарашоқы - 12 °С, Алматы - 11,5 °С), ауа температурасы едәуір жоғары.

Мұндай айырмашылықтар жер бедерінің, биіктік белдеулерінің және беткей экспозициясының әсерімен түсіндіріледі, бұл өз кезегінде өзіндік жергілікті микроклиматтардың қалыптасуына себеп болады. Гидрологиялық зерттеулер контекстінде температуралық режим қардың еру ағынына, қар жамылғысының ұзақтығына, булану қарқындылығына және соған сәйкес шағын өзендердің режиміне тікелей әсер етеді.

Атмосфералық жауын-шашынның жылдық жиынтық мөлшері - ылғалдану режимін, ылғал теңгерімін, қар жамылғысының қалыптасуын, сондай-ақ беткі ағынның маусымдылығы мен қарқындылығын анықтайтын ең маңызды климаттық параметрлердің бірі. Температуралық сипаттамалар мен жер бедерімен бірге өңірдің су режимі мен су ресурстарының әлеуетіне шешуші әсер етеді. Алматы облысының аумағында жылдық жауын-шашын мөлшерінің кеңістіктік таралуында елеулі әркелкілік байқалады, бұл құбылыс ендік-бойлық орналасуға, сондай-ақ таулы-жазықты жер бедері жүйесіне байланысты [9-10].

3-суретте метеостанциялар бойынша алынған атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері жөніндегі деректер келтірілген.



Сурет 4 – Алматы облысы метеостанциялары бойынша жауын-шашынның жылдық мәліметтері (Қазгидромет мәліметі негізінде тұрғызылды)

Ұсынылған деректерді талдау жылдық жауын-шашын мөлшерінің ауытқу диапазонының өте кең екенін көрсетеді. Құйған станциясында (жартылай шөлейт аймақ) 75,3 мм-ден бастап, Үлкен Алматы көлі маңындағы биік таулы станцияда 716,8 мм-ге дейін тараған. Ең жоғары жауын-шашын мөлшері таулы және тауға жақын аймақтарда тіркелген, бұл ауа массаларының орографиялық көтерілуі мен ылғалдың конденсациясымен түсіндіріледі. Ең төменгі көрсеткіштер облыстың оңтүстік-батысы мен орталық бөлігіндегі ойпаң және жазықты аумақтарға тиесілі, бұл аймақтар континенталды және аридті климат жағдайларына ұшыраған.

Жауын-шашынның осындай контрасты таралуы өңір аумағындағы өзендердің су ағынының біркелкі еместігін туындатады. Таулы аймақтардан бастау алатын шағын өзендер (мысалы, Талғар, Үлкен және Кіші Алматы өзендері) жазықтықта қалыптасатын өзендерге қарағанда едәуір мол сулы және тұрақты ағынмен ерекшеленеді.

Жауын-шашын мөлшерінің тасқындардың қалыптасуына, көктемгі су тасуына, жазғы жауын-шашын ағындарына әсерін ескере отырып, бұл параметрді антропогендік жүктемені бағалау, су шаруашылығы қызметін жоспарлау және табиғатты қорғау шараларын әзірлеу барысында міндетті түрде ескеру қажет.

Сонымен қатар өзендердің негізгі гидрологиялық сипаттамалары анықталып, 1-кестеге енгізілді.

Кесте 1 – Өзендер ағынының негізгі гидрологиялық сипаттамалары және әртүрлі қамтамасыз етілу деңгейіндегі су өтімдері

Өзен - бекет	$\bar{Q}$, м ³ /с	Cv	$\frac{C_s}{C_v}$	n, лет	5%	25%	50%	75%	95%
Талғар өз.-Талғар қ.	10,3	0,13	3	60	12,6	11,2	10,2	9,35	8,33
Ү.Алматы өз. – Ү.Алматы көлінен 2 км жоғары	1,63	0,16	3	49	2,10	1,80	1,61	1,45	1,24
Ү.Алматы өз. – Проходной өз. 2 км жоғары	2,19	0,13	1,5	49	3,57	3,17	2,91	2,66	2,33
Ү.Алматы өз. – Терісбұтақ өз. 2 км төмен	4,91	0,20	0,5	25	6,53	5,60	4,91	4,22	3,34

Есік өз. – Есік қ. көлден 5 км жоғары	5,45	0,25	1,5	58	7,80	6,33	5,40	4,47	3,33
Қаскелең өз. – Қаскелең қ. дейін	5,44	0,18	1,5	72	0,226	0,193	5,44	0,149	0,122
К.Алматы өзені – альбаза Тұйықсу	0,889	0,27	0,5	20	1,28	1,04	0,887	0,723	0,519
К.Алматы өзені – Сарысай өзені сағасынан төмен	1,36	0,15	0,5	28	1,69	1,50	1,36	1,23	1,04
К.Алматы өзені – Алматы қ.	2,03	0,23	0,5	74	2,81	2,35	2,03	1,70	1,28
Түрген өз. – Таутүрген ауылы	6.87	0,18	3,5	69	-	-	6,70	5,94	5,06

Қорытынды

Есептеулер нәтижесінде орташа су ағыны үлкен өзендерде 1,5-10 м³/с, ал кіші өзендерде 0,1-2 м³/с құрайды. Құбылмалылық коэффициенті (Cv) көрсеткіштері 0,13-0,27 аралығында, яғни кей өзендер тұрақты ағынға ие (Талғар өзені Cv=0,13), ал кейбір өзендер (Кіші Алматы Cv = 0,27) су ағынының айтарлықтай ауытқуына ие.

Құбылмалылық коэффициенті (Cv) өзеннің жылдық су ағынының салыстырмалы өзгергіштігін көрсетеді. Cv мәнінің төмен болуы (0,15-тен аз) жылдық су ағынының салыстырмалы түрде аз өзгеретінін, яғни гидрологиялық жағдайлардың тұрақты екенін білдіреді. Мұндай тұрақтылық су алу, суару және гидроэнергетика саласында ұзақ мерзімді су пайдалану жоспарын жасауға ыңғайлы, өйткені судың тапшылығы немесе артықшылығы бойынша күтпеген үлкен тәуекелдер азаяды. Төмен өзгергіштік жағдайында су ресурстарының қолжетімділігін болжау жеңіл болады, бұл өзгерістерге бейімделуге кететін шығындарды азайтып, сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін арттырады.

Жоғары вариация коэффициенті жылдық су ағынының елеулі ауытқуларын көрсетеді. Өзендегі су мөлшері жылдан жылға айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Бұл шаруашылық қызмет үшін қосымша тәуекелдер мен белгісіздік туғызады: құрғақшылық жылдары судың тапшылығы пайда болып, тұтынуды шектеп, экожүйеге қауіп төндіруі мүмкін. Мұндай жағдайда ауытқуларға себеп болатын факторларды мұқият бақылау және талдау қажет: жауын-шашын мөлшерінің өзгергіштігі, температура режимі, қардың қалыңдығы мен оның еру қарқыны, бөгеттерді салу, жер пайдалану жағдайының өзгеруі, ауыл шаруашылығы үшін су алу.

Осы себептерді талдау теріс салдардың алдын алу үшін шараларды әзірлеуге көмектеседі, мысалы, ағынды реттеу, суқоймаларды салу және ескерту жүйелерін құру.

Сонымен қатар, 5% қамтамасыз етілу жылдағы ең жоғары су өтімі, негізінен көктемгі қар еру кезінде байқалады; 50% қамтамасыз етілу орташа ұзақ мерзімді ағын, су ресурстарының орташа көлемін сипаттайды; 95% қамтамасыз етілу құрғақ мезгілдегі минималды су ағыны, су тапшылығы кезеңін көрсетеді. Өртүрлі қамтамасыздық кезеңдерінде мәндерден таулы өзендерде су тапшылығының аз екендігін байқаймыз.

Осылайша, Алматы облысы өзендерінің гидрологиялық режимі ағынның айқын маусымдылығымен, қар мен мұздық қоректенуінің басым болуымен, сондай-ақ климаттық ауытқуларға сезімталдықпен сипатталады. Бұл ерекшеліктерді ескеру аймақтың су ресурстарын тиімді басқарудың қажетті шарты болып табылады, әсіресе антропогендік жүктеменің артуы мен климаттық өзгерістер жағдайында.

Әдебиеттер тізімі

1. А.Г. Чигринец, К.К. Дускаев, А.А. Сатмурзаев, А.Е. Инсигенова, Ж.Т. Салаватова Исследование основных характеристик и внутригодового распределения стока воды рек территории г. Алматы. Гидрометеорология и экология №3, 2021. – С.44-62. DOI:10.54668/2789-6323-2021-102-3-44-62

2. Турсунова А.А., Куркебаев А.А., Мырзахметов А.Б. Внутригодовое распределение стока рек бассейна озера Балхаш. Гидрометеорология и экология №4, 2010 – С.118-128
3. Bonacci, O., Žaknić-Ćatović, A., Roje-Bonacci, T., & Bonacci, D. (2025). Assessing the Effects of Climate Change on the Hydrology of a Small Catchment: The Krapina River near Kupljenovo. *Water*, 17(9), 1403. <https://doi.org/10.3390/w17091403>
4. Shugao Xu, Qianyang Wang, Jingshan Yu, Gang Zhao, Haoyu Ji, Qimeng Yue, Yuexin Zheng, Hu Xu, Honghua Li, Xiaolei Yao The impact of the spatiotemporal structure of rainfall on flood response over a piedmont urban basin: An approach coupling machine learning and hydrologic modeling. *Journal of Hydrology* Volume 659, October 2025, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.133160>
5. I. Emmanuel, H. Andrieu, E. Leblois, B. Flahaut, Temporal and spatial variability of rainfall at the urban hydrological scale, *Journal of Hydrology*, Volumes 430–431, 2012, Pages 162-172, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.013>.
6. Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, У. Шугайып, К.Б. Абдешев, Н.А. Турсынбаев Анализ и оценка изменчивости гидрологического режима рек бассейна Сарысу в пространственных и временных аспектах. *География и водные ресурсы* № 4, 2024 – С. 54-66. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-54-66.39>
7. Mussina A., Narbayeva K., Zhanabayeva Z., Kaipbayev Y. & Taukebayev O. (2023). Assessment of changes and use of water resources in the Syrdarya river. *Izdenister Natigeler*, (4 (100), 186–199. <https://doi.org/10.37884/4-2023/21>
8. А.Г. Чигринцев Канд. техн. наук К.К. Дускаев Роль малых рек в решении проблемы водообеспечения г.Алматы *Гидрометеорология и экология* №1, 2005 – С. 76-82
9. Чигринцев А.Г., Дускаев К.К., Мазур Л.П. Основные гидрологические характеристики, современное экологическое состояние и охрана малых рек г. Алматы // VI Всероссийский гидрологический съезд. Тезисы до-кладов, Гидрометеиздат, 2004. –С. 282–284.
10. А.В.Чередниченко, А.В. Чередниченко, В.С.Чередниченко, Д.М. Бурлибаева, А.Ж. Уйсинбай, Д.К. Кисебаев динамика стока реки Иртыш в условиях изменения климата *Гидрометеорология и экология* №1 2022 – С. 65-82. DOI: 10.54668/2789-6323-2022-104-1-65-82.

References

1. A.G. Chigrinec, K.K. Duskaev, A.A. Satmurzaev, A.E. Insigenova, Zh.T. Salavatova Issledovanie osnovnyh harakteristik i vnutrigodovogo raspredelenija stoka vody rek territorii g. Almaty. *Gidrometeorologija i jekologija* №3, 2021. – S.44-62. DOI:10.54668/2789-6323-2021-102-3-44-62
2. Tursunova A.A., Kurkebaev A.A., Myrzahmetov A.B. Vnutrigodovoe raspredelenie stoka rek bassejna ozera Balhash. *Gidrometeorologija i jekologija* №4, 2010 – S.118-128
3. Bonacci, O., Žaknić-Ćatović, A., Roje-Bonacci, T., & Bonacci, D. (2025). Assessing the Effects of Climate Change on the Hydrology of a Small Catchment: The Krapina River near Kupljenovo. *Water*, 17(9), 1403. <https://doi.org/10.3390/w17091403>
4. Shugao Xu, Qianyang Wang, Jingshan Yu, Gang Zhao, Haoyu Ji, Qimeng Yue, Yuexin Zheng, Hu Xu, Honghua Li, Xiaolei Yao The impact of the spatiotemporal structure of rainfall on flood response over a piedmont urban basin: An approach coupling machine learning and hydrologic modeling. *Journal of Hydrology* Volume 659, October 2025, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.133160>
5. I. Emmanuel, H. Andrieu, E. Leblois, B. Flahaut, Temporal and spatial variability of rainfall at the urban hydrological scale, *Journal of Hydrology*, Volumes 430–431, 2012, Pages 162-172, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.013>.
6. Zh.S. Mustafaev, A.T. Kozykееva, U. Shugajyp, K.B. Abdeshev, N.A. Tursynbaev Analiz i ocenka izmenchivosti gidrologicheskogo rezhima rek bassejna Sarysu v prostranstvennyh i vremennyh aspektah. *Geografija i vodnye resursy* №4, 2024 – S.54-66. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-54-66.39>

7. Mussina A., Narbayeva K., Zhanabayeva Z., Kaipbayev Y. & Taukebayev O. (2023). Assessment of changes and use of water resources in the Syrdarya river. Izdenister Natigeler, (4 (100), 186–199. <https://doi.org/10.37884/4-2023/21>
8. A.G. Chigrinec Kand. tehn. nauk K.K. Duskaev Rol' mal' ykh rek v reshenii problemy vodoobespecheniya g. Almaty Gidrometeorologiya i jekologiya №1, 2005 – S.76-82
9. Chigrinec A.G., Duskaev K.K., Mazur L.P. Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki, sovremennoe jekologicheskoe sostojanie i ohrana mal' ykh rek g. Almaty // VI Vserossijskij gidrologicheskij s''ezd. Tezisy dokladov, Gidrometeoizdat, 2004. – S.282–284.
10. A.V. Cherednichenko, A.V. Cherednichenko, V.S. Cherednichenko, D.M. Burlibaeva, A.Zh. Ujsinbaj, D.K. Kisebaev Dinamika stoka reki Irtysh v uslovijah izmenenija klimata Gidrometeorologiya i jekologiya №1 2022 – S.65-82. DOI:10.54668/2789-6323-2022-104-1-65-82.

Д.С.Тунгатар*, Е.Т.Кайпбаев, А.Н.Калмашова

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, dana.tungatar@kaznaru.edu.kz, yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕК АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В данной работе представлены результаты анализа гидрологического режима рек Алматинской области на основе данных о многолетнем среднем расходе воды, температуре воздуха и количестве атмосферных осадков. Проведен сравнительный анализ по ряду основных гидрометеорологических станций, выявлены значительные пространственные различия, связанные с орографией региона и высотной зональностью. Показано, что климатические факторы температурный режим и количество осадков определяют особенности формирования стока и сезонность водного режима рек. Данные доказывают необходимость комплексного учета природно-климатических особенностей при оценке водных ресурсов и планировании водохозяйственной деятельности.

Кроме того, по результатам расчетов средний расход воды в крупных реках составляет 1,5-10 м³/с, а в малых реках 0,1-2 м³/с. Коэффициент изменчивости (C_v) находится в пределах 0,13-0,27, то есть некоторые реки имеют стабильный поток (река Талгар $C_v=0,13$), а у некоторых рек (Малая Алмата $C_v=0,27$) наблюдаются значительные колебания расхода воды. Для этих рек годовой режим воды зависит от сезонных факторов, особенно в период снеготаяния и летней засухи. Расход воды с обеспеченностью 5% соответствует максимальному годовому расходу, который в основном наблюдается во время весеннего таяния снега; обеспеченность 50% отражает средний многолетний расход, характеризующий средний объем водных ресурсов; обеспеченность 95% минимальный расход воды в сухой сезон, указывающий на период водного дефицита. По значениям для разных периодов обеспеченности видно, что в горных реках дефицит воды меньше.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки региональных стратегий устойчивого управления водными ресурсами в условиях изменения климата, а также как научная основа для совершенствования практики водопользования в Алматинской области.

Ключевые слова: гидрологический режим, реки, климатические факторы, среднегодовой расход воды, температура воздуха, атмосферные осадки, водные ресурсы.

D.S.Tungatar*, Y.T.Kaipbayev, A.N.Kalmashova

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, dana.tungatar@kaznaru.edu.kz, yerbolat.kaipbayev@kaznaru.edu.kz, Kalmashova.Ainur@kaznaru.edu.kz

FEATURES OF RUNOFF FORMATION IN THE RIVERS OF ALMATY REGION

Abstract

This study presents the results of an analysis of the hydrological regime of rivers in the Almaty region based on data on long-term average water discharge, air temperature, and precipitation. A comparative analysis was conducted across a number of major hydrometeorological stations, revealing significant spatial variations associated with the region's orography and altitudinal zonation. It was shown that climatic factors—temperature regime and precipitation—determine the characteristics of runoff formation and the seasonality of river flow. The data demonstrate the need for a comprehensive consideration of natural and climatic features when assessing water resources and planning water management activities.

Furthermore, according to the calculations, the average water discharge in large rivers is 1.5–10 m³/s, while in small rivers it is 0.1–2 m³/s. The coefficient of variability (Cv) ranges from 0.13 to 0.27, meaning that some rivers have a stable flow (Talgat River Cv = 0.13), while others (Small Almaty River Cv = 0.27) exhibit significant fluctuations in water discharge. For these rivers, the annual water regime depends on seasonal factors, especially during snowmelt periods and summer droughts. A 5% exceedance corresponds to the maximum annual discharge, which mainly occurs during spring snowmelt; 50% exceedance reflects the average long-term discharge, characterizing the average volume of water resources; 95% exceedance represents the minimum water flow during the dry season, indicating periods of water scarcity. From the values for different exceedance levels, it is evident that water deficits are smaller in mountain rivers.

The results of the study can be used to develop regional strategies for sustainable water resources management under climate change conditions, as well as a scientific basis for improving water use practices in the Almaty region.

Keywords: hydrological regime, rivers, climatic factors, average annual water discharge, air temperature, atmospheric precipitation, water resources.

Авторлардың үлесі: Тұжырымдаманы әзірлеу, деректерді үйлестіру – ЕТҚ; Ресми талдау – ДСТ; Әдістеме – ЕТҚ, ДСТ; Тексеру – ДСТ, АНК; Жазу – шолу және редакциялау – АНК.

МРНТИ 68.47.41

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2025/33>

*А.К. Тлепбергенов*¹, Т.С. Кертешев¹, Б.Т.Мамбетов¹,
М. К. Байбатшианов¹, К.Т.Абаева¹*

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан, lesnik78@inbox.ru, talgat.kerteshev@gmail, forest-institute.kz@mail.ru, mukhtar.baibatshanov@kaznaru.edu.kz, abaeva1961@mail.ru*

СИСТЕМА ЛЕСОУСТРОЙСТВА В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация

Лесные ресурсы Казахстана обладают высокой экологической и социально-экономической значимостью, однако их пространственное распределение и структура характеризуются выраженной неоднородностью. Государственный лесной фонд республики составляет 30 млн га, или 11,4% территории страны, при этом площадь земель, покрытых лесом, достигает лишь 13,6 млн га [1]. Общая лесистость остаётся низкой - около 5%, что обусловлено преобладанием природных зон степей, пустынь и полупустынь, занимающих 246,5 млн га (89% территории). При этом 78% лесного фонда закреплено за местными