

УДК 519.16:556.072

Геогр. ғылымд. докторы С.К. Давлетғалиев *
Ж.У. Бексултанова *

**ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІ – КӨШІМ БЕКЕТІ БОЙЫНША СУЫ МОЛ ЖӘНЕ
СУЫ ТАПШЫ МЕРЗІМДЕГІ МИНИМАЛДЫ АҒЫНДЫ
МӨЛШЕРІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫ МЕН ҚАЙТАЛАНҒЫШТЫҒЫН
БАҒАЛАУ**

*МИНИМАЛДЫ АҒЫНДЫ, МОДЕЛЬДЕНГЕН ҚАТАР, КАНОНДЫҚ
ЖІКТЕУ, СУЫ МОЛ ЖӘНЕ СУЫ ТАПШЫ МЕРЗІМДЕР,
ҚАЙТАЛАНҒЫШТЫҚ, ТОПТАР, ЭМПИРИКАЛЫҚ
ҚАМТАМАСЫЗДЫҚ ҚИСЫҒЫ*

Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша модельденген қатарлары негізінде суы мол және тапшылық кезеңдердің ұзақтығы мен қайталанғыштығы бағаланған. Суы мол және тапшылық жылдар топтамаларының сулылығы әр түрлі мәндері үшін эмпирикалық қамтамасыздықтар келтірілген.

Айлық минималды ағындының көп жылдық тербелуі суы мол және суы аз мерзімдер топтарының алмасуымен сипатталады. Шаруашылықтың әр түрлі салаларының дамуы, су тұтынуға деген сұраныстардың артуы суы мол және суы аз жылдардың алмасып келу заңдылығын білуді талап етеді. Байқалған қатарлардың ұзақ болмау себебінен мұндай заңдылықты толық білу мүмкін емес. Суы тапшы және суы мол топтардың әр түрлі түрде алмасуын тек моделденген жасанды ұзақ қатарлар арқылы білуге болады.

Модельдеу әдісіне қойылатын талап – модельденген қатардың статистикалық параметрлері: ағынның орташа мәні, вариация және асимметрия коэффициенттері, корреляциялық байланыстары бастапқы мәліметтердің осындай параметрлеріне сәйкес болуы қажет. Статистикалық модельдеу байқалған гидрологиялық қатарлармен немесе зерттелмеген өзендердің мәндері бойынша есептеледі. Осы параметрлердің көмегімен және соларға сай айлық ағынның үлестірім қисықтарының көмегімен (көбінде Крицкий-Менкель үлестірім қисығы қолданылады) минималды айлық ағынның қатарларын модельдеу жүргізіледі.

Модельденген қатар негізінен ағынның циклдық ауыспалылығын көрсетеді, бірақ соңғыларға қарағанда кез-келген қайталанғыштық үшін

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

есептеліне алады. Есептелген қатар ұзынырақ болса, соғұрлым ол болатын циклдар санын қамтиды. Модельденген қатар өзінің үлкен қайталанғыштығымен көбінде сирек кездесетін ағынды мәндерін зерттеуге көмектеседі. Бұл үлкен дәлдікпен әр түрлі дәлділік үшін мерзімдердің ұзақтығы мен қайталанғыштығын көрсетеді. Осындай модельденген қатарды тұрғызу мақсатында бұл жұмыста канондық модельдеу жүйесі алынған [1]. Бұл жағдайда ағынды көрсеткіштері корреляцияланбаған кездейсоқ шамалардың сызықтық қиыстыруы түрінде беріледі:

$$Q(t_k) = m_Q(t_k) + \sum \varphi_v(t_k) V_v, \quad (1)$$

мұндағы $m_Q(t_k)$ – $Q(t)$ функциясының математикалық күтімі; $\varphi_v(t_k)$ – координаттық функциялар; V_v – математикалық күтімі нөлге тең, корреляцияланбаған кездейсоқ шамалар.

Кездейсоқ шаманы V_v канондық жіктеу коэффициенті деп атайды, математикалық күтім $m_Q(t_k)$ мен координаттық функциялары $\varphi_v(t_k)$ бақылау мәліметтері бойынша анықталады [1].

Байқалған табиғи қатар (1922...1956 жж.) және байқалған реттелген қатар (1957...2010 жж.) біртектілікке тексерілді. Зерттеу жұмысы Стьюдент және Фишер критерийлері бойынша жасалды. Зерттеу нәтижесінде салыстырылған қатардың біртекті еместілігі анықталды. ($t = 5,23 > t_{5\%} = 3,35$; $F = 3,67 > F_{5\%} = 2,08$).

Осы жұмыста Жайық өз. – Көшім бекетінің минималды айлық ағынның әр түрлі сулылығының ұзақтылығы және қайталанғыштығы модельденген байқалған және шартты-табиғи мәндермен зерттелген. Каноникалық әдіспен модельденген қатарлардың ұзақтылығы – 1000 жыл. Жайық өз. – Көшім бекетінің ағынды мөлшерлерін модельдеу мақсатында 1940...2010 жылдар мәліметтері алынып, модельденді. Модельденген қатардың сенімділігі мен сапасын байқалған және модельденген жылдардың статистикалық мәліметтері кестесінен көре аламыз (кесте 1).

Ескерту. Кестеде көрсетілген бөлшектің алымындағы сандар байқалған қатар ($n = 71$) бойынша ағынды мәндері, ал бөлшектің бөліміндегі мәндер модельденген қатарлар ($n = 1000$) бойынша алынған ағынды мәндері.

Жоғарыдағы кесте мәліметтерінен орта мәннің, вариация және ассиметрия коэффициенттерінің байқалған деректер мен жасанды қатар мәндерінің сәйкес екенін көруге болады.

Модельденген 1000 жылдық қатар мәліметтері көмегімен Жайық өзені Көшім бекеті үшін суы мол және суы тапшы жылдардың топтары есептелді (кесте 2-3).

Кесте 1

Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша байқалған және модельденген қатарлар үшін ағынды мәндерінің статистикалық параметрлері

	Байқалған модельденген қатар		Қалпына келірілген табиғи модельденген қатар	
	жазғы	қысқы	жазғы	қысқы
Q_{opt}	$\frac{119}{126}$	$\frac{73,3}{77,7}$	$\frac{127}{125}$	$\frac{57,5}{58,0}$
	$\frac{0,40}{0,42}$	$\frac{0,50}{0,52}$	$\frac{0,64}{0,66}$	$\frac{0,47}{0,49}$
C_s	$\frac{0,80}{0,90}$	$\frac{1,33}{1,10}$	$\frac{3,76}{1,24}$	$\frac{1,22}{1,03}$

Бұл кестелердегі сандық мәндерге келесі сипаттамалар берілген:

- 1) оқиға саны,
- 2) жыл саны,
- 3) жалпы жылдар санының пайыздық мәні және,
- 4) $P(n)$ – пайызбен, яғни жалпы жыл санынан, ол дегеніміз суы мол және суы тапшы топтар (группалар).

Бірінші сипаттамада – іріктеу арқылы 1000 жылдық моделденген қатардан алынып, негізінен қанша оқиға саны суы мол және суы тапшы топтардан болғандығы және қамтамасыздықтың ұзақтығын 1, 2, 3 және т.б. жылдық тәртіппен болғандығын көрсетеді. Екінші сипаттамада – оқиғалар санын сәйкес су топтарының ұзақтығына көбейтеміз, яғни олар жылдар санын көрсетеді. Үшінші сипаттамада – кездейсоқ сандар мәні жылдар санын, пайыздық түрде 1000 жылдық қатар үшін көрсетеді. Төртінші сипаттамада – сандық мәндер суы мол және суы тапшы қатар үшін жылдық қамтамасыздықты көрсетеді және жалпы жылдардың сандық мәнінің пайыздық түрін береді, яғни ол дегеніміз суы мол және суы тапшы кезеңнің қайталанғыштығы. Нәтижесінде әр түрлі сулылық үшін жылдардың сандық мәні бірқалыпсыз кемуімен, ал n сандарының өсуімен, қамтамасыздықтың өзгермегендігі көрінеді. Осының нәтижесі арқылы 2, 3 кесте мәліметтері бойынша эмпирикалық қисықтар тұрғызамыз $n = f[P(n)]$. Бұл эмпирикалық қисықтар өзеннің суы тапшы кезеңдерінің мәліметтері бойынша келтіріліп тұрғызылады $n = f[P(n)]$ [2, 3].

Кесте 2
Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша қалпына келтірілген табиғи модельденген жылдар ($n = 1000$) қатарына қатысты суы аз жылдар қатарының әртүрлі сулылық мәндері үшін таралуы

Мінездеме	Минималды жылдық қатардағы мәндер, $n = 1000$										Барлығы	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
$P \geq 40\%$, $K \leq 1,02$												
Оқиға саны	73	49	33	23	14	8	5	5	2	1	1	1
Жыл саны	73	98	99	92	70	48	35	40	18	10	11	25
% жалпы жылдар санынан	7,30	9,80	9,90	9,20	7,00	4,80	3,50	4,00	1,80	1,00	1,10	2,50
P(n)	61,9	54,6	44,8	34,9	25,7	18,7	13,9	10,4	6,4	4,6	3,6	2,5
$P \geq 50\%$, $K \leq 0,86$												
Оқиға саны	87,0	56,0	32,0	14,0	17,0	10,0	2,0		1,0	1,0		
Жыл саны	87,0	112,0	96,0	56,0	85,0	60,0	14,0		9,0	10,0		529,0
% жалпы жылдар санынан	8,7	11,2	9,6	5,6	8,5	6,0	1,4		0,9	1,0		52,9
P(n)	52,9	44,2	33,0	23,4	17,8	9,3	3,3		1,9	1,0		
$P \geq 75\%$, $K \leq 0,51$												
Оқиға саны	116,0	46,0	14,0	2,0								
Жыл саны	116,0	92,0	42,0	8,0								258,0
% жалпы жылдар санынан	11,6	9,2	4,2	0,8								25,8
P(n)	25,8	14,2	5,0	0,8								
$P \geq 90\%$, $K \leq 0,31$												
Оқиға саны	73,0	14,0	2,0									
Жыл саны	73,0	28,0	6,0									107,0
% жалпы жылдар санынан	7,3	2,8	0,6									10,7
P(n)	10,7	3,4	0,6									

Жайық өзені – Көшім бекеті бойынша байқалған модельденген жылдар ($n = 1000$) қатарына қатысты суы аз жылдар қатарының әртүрлі сулылық мәндері үшін таралуы

Кесте 3

Мінездеме	Минималды жылдық қатардағы мәндер, $n = 1000$										Барлығы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	16	19	22	23	26	28	31
$P \geq 40\%$, $K \leq 1,05$																						
Оқиға саны	32	22	9	7	9	4	5	6	2	3	5	2		1	1	2		1	1		1	
Жыл саны	32	44	27	28	45	24	35	48	18	30	55	24		14	16	38		23	26		31	558
% жалпы жылдар санынан	3,20	4,40	2,70	2,80	4,50	2,40	3,50	4,80	1,80	3,00	5,50	2,40		1,40	1,60	3,80		2,30	2,60		3,10	55,8
P(n)	55,8	52,6	48,2	45,5	42,7	38,2	35,8	32,3	27,5	25,7	22,7	17,2		14,8	13,4	11,8		8,0	5,7		3,1	
$P \geq 50\%$, $K \leq 0,94$																						
Оқиға саны	38	22	8	18	7	2	5	3		1	5			2							1	
Жыл саны	38	44	24	72	35	12	35	24		10	55			26		19		22			28	460
% жалпы жылдар санынан	3,80	4,40	2,40	7,20	3,50	1,20	3,50	2,40		1,00	5,50			2,60		1,90		2,20			2,80	46
P(n)	46,0	42,2	37,8	35,4	28,2	24,7	23,5	20,0		17,6	16,6			11,1		8,5		6,9			2,8	
$P \geq 75\%$, $K \leq 0,70$																						
Оқиға саны	40	16	10	6	1	2	5	1		1	1											
Жыл саны	40	32	30	24	5	12	35	8		10	11											207
% жалпы жылдар санынан	4,00	3,20	3,00	2,40	0,50	1,20	3,50	0,80		1,00	1,10											20,7
P(n)	20,7	16,7	13,5	10,5	8,1	7,6	6,4	2,9		2,1	1,1											

Әр түрлі қатар үшін төмендегі кестелер көмегімен n жыл үшін қамтамасыздық қисықтары тұрғызылады. Мысалы, Жайық өзені – Көшім бекеті жазғы айлық қалпына келтірілген ағынды мәндері бойынша суы тапшы кезең үшін сулылығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,01$; $P \geq 50\%$, $K \leq 0,86$ топтардың көп кездесетін ұзақтығы 1...3 жыл, он жылдан артық ұзақтығы 1 рет болады. Қатарлар сулылығы $P \geq 75\%$, $K \leq 0,51$; $P \geq 90\%$, $K \leq 0,31$, жиі кездесетін қатарлар 1...2 жыл, ұзақтылығы 4-тен артық жылдар кездеспейді (2 кесте).

Байқалған қатарлар (жазғы айлық) сулылығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,05$, $P \geq 50\%$, $K \leq 0,94$ топтардың жиі кездесетін қатар ұзақтылығы 1...5 жыл, ұзақтылығы 10 артық жылдар 1...2 рет кездесті. Бір ретті ұзақтылығы 28...30 жыл болғандар да бар. Сулылығы $P \geq 75\%$, $K \leq 0,70$; $P \geq 90\%$, $K \leq 0,53$ минималды ағынның топтарының ұзақтылығы және қамтамасыздығы төмендейді, 20,7% – кіші болады (3 кесте).

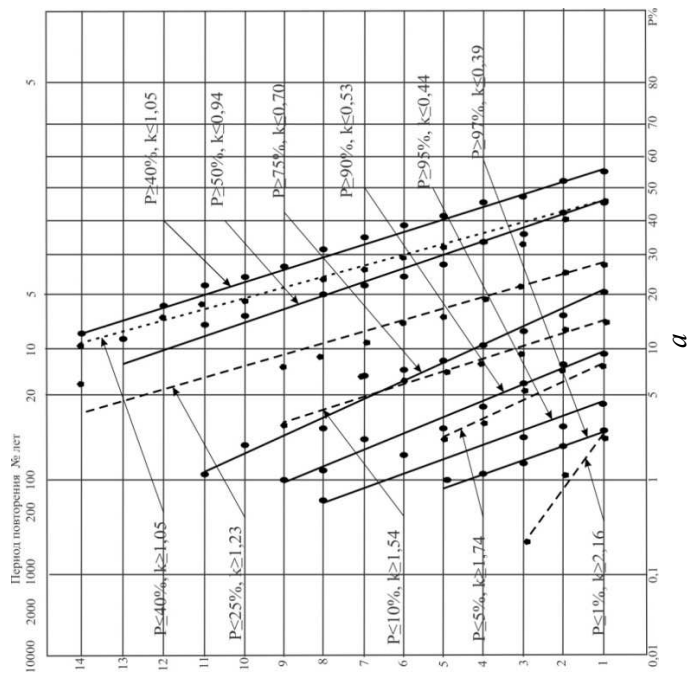
Екі кестені салыстырған жағдайда Жайық өзені – Көшім бекетінің ағынын реттеу нәтижесінде минималды айлық ағынды топтарының ұзақтылығы көбейген.

Сулылығы $P \geq 40\%$, $K \leq 1,04$; $P \geq 50\%$, $K \leq 0,91$ байқалған және қалпына келтірілген қысқы айлық қатарлардың жиі кездесетін топтар 1...4 жылдар, топтардың ұзақтылығы он жылдан артық болатын жағдайлар кездеседі. Қалпына келтірілген қатардың қамтамасыздығы байқалған қатардан аз болады. Сулылығы $P \geq 75\%$, $K \leq 0,63$ қатар ұзындығы он жылдан артық болмайды. Сулылығы $P \geq 90\%$, $K \leq 0,43$ қатар ұзақтылығы 5 жылдан аспайды.

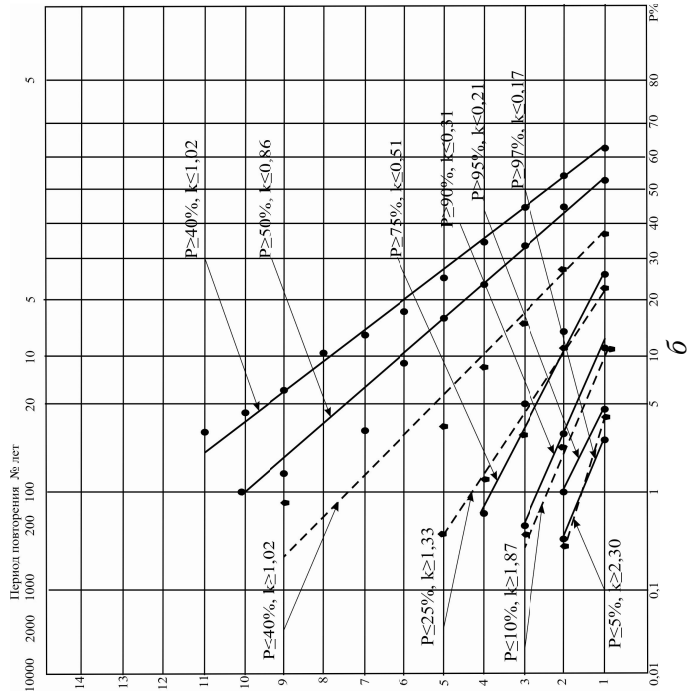
Минималды ағындыны реттеу нәтижесінде топтардың ұзақтылығы жаздық ағынды сияқты аздап жоғарылаған.

Осы алынған қамтамасыздық қисықтарының көмегімен белгілі жылдар үшін суы мол кезеңді көрсетуге болады. Осы әдістің көмегімен суы мол және суы тапшы жылдардың 1000 жылдық кезең ішінде топтасуын, олардың ұзақтығы мен қайталанғыштығын эмпирикалық қамтамасыздық түрінде көрсетуге болады (сурет 1, 2).

Қорыта келгенде, модельденген байқалған және табиғи қалпына келтірілген қатарлар бойынша сулылығы $P \geq 40\%$, $P \geq 50\%$ артық болғанда жиі кездесетін қатарлар 1...3 жылдар, қамтамасыздығы 33...60%, он жыл болатын топтардың қамтамасыздығы 5...25%. Сулылығы $P \geq 75\%$ қалпына келтірілген қатар бойынша ұзақтылығы 4 жылдан артық топтар кездеспейді, байқалған қатар бойынша 4 жылдан артық қатар қамтамасыздығы 4...2%. Реттелудің нәтижесінде минималды ағындының ұзақтылығы өскен.

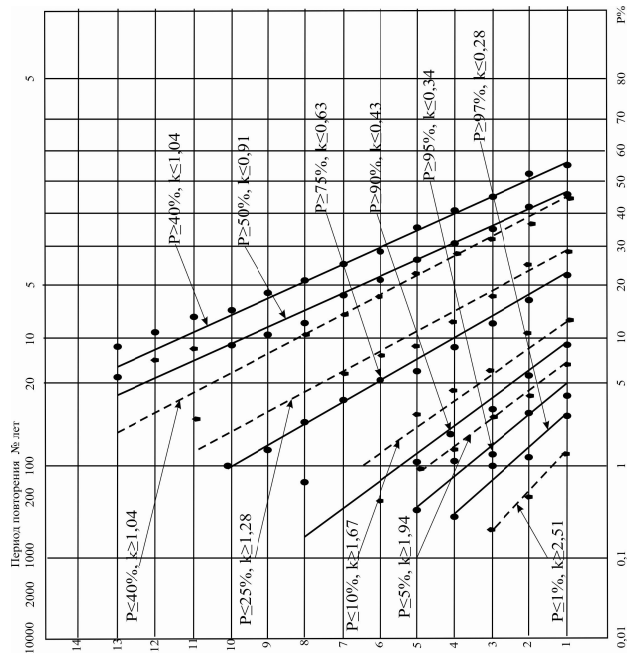


а



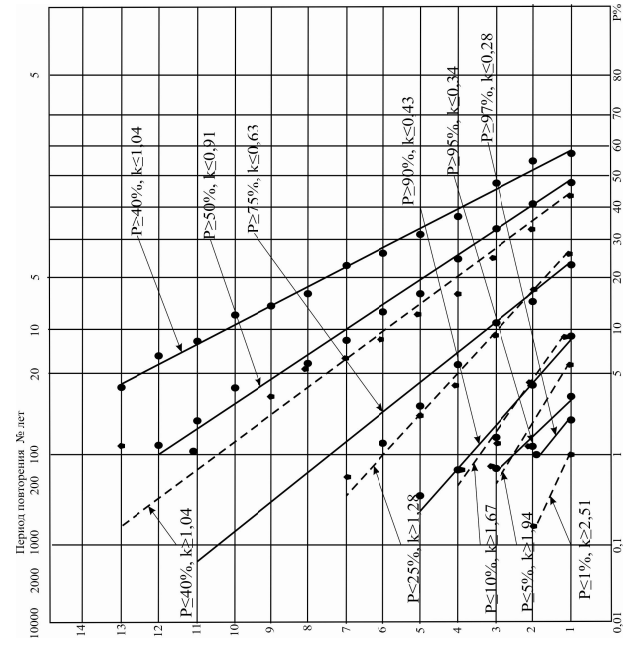
б

Сур. 1. Жайық өз. – Көшім бекеті модельденген жылдар қатары бойынша ($n = 1000$) суы мол (---) және суы тапшы (—) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары: а – жазғы қалтына келтірілген қатар; б – жазғы қалтына келтірілген қатар.



2

Сур. 2. Жайық өз. – Көшім бекеті модельденген жылдар қатары бойынша ($n = 1000$) суы мол (---) және суы ташшы (—) жылдарда сулылықтың түрлі мәндерінің эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары: v – қысқы байқалған қатар; z – қысқы қалпына келтірілген қатар.



6

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бусалаев И.В., Давлетғалиев С.К., Куперман И.Г. Моделирование гидрографа стока методом канонического разложения // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. – 1973. – Вып. 10. – С. 143-152.
2. Давлетғалиев С.К., Садуақасова С.Р., Оспанова М.С. Минимальный сток реки Жайык // Вопросы географии и геоэкологии. – 2013. – №2. – С. 16-22.
3. Давлетғалиев С.К., Саркытбаева А.Ж. Оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов рек Жайык-Жемского района // Вопросы географии и геоэкологии. – 2010. – №1. – С. 20-25.
4. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Вып. 1. Акмолинская область, Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 445 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Карагандинская область. Т. 13, вып. 1 – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 420 с.

Поступила 16.02.2015

Доктор геогр. наук

С.К. Давлетғалиев

Ж.У. Бексултанова

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ПОВТОРЯЕМОСТИ МАЛОВОДНЫХ И МНОГОВОДНЫХ ПЕРИОДОВ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕКИ ЖАЙЫК

На основе смоделированных рядов минимального месячного стока р. Жайык – с. Кушум дана оценка длительности и повторяемости маловодных и многоводных периодов. Приведены эмпирические обеспеченности группировок маловодных и многоводных лет для различных значений водности.