

Дәулетқалиев С.Қ., Алиев А.С.

**Жайық-Каспий алабының
оңтүстік өзендерінің ең аз
ағындысының сипаттамалары**

Жайық-Каспий алабының негізгі өзендері – Жем, Ойыл, Сағыз өзендері және оның салаларының ең аз ағындысы қарастырылды. Өзендердің айлық ең аз ағындысын сипаттау үшін жаз-күз кезеңіндегі 19 бекет бойынша және қыс кезіндегі 12 бекет бойынша бақылау материалдары қолданылды. Қарастырылып отырған ауданның басты өзендерінің ағындысы, негізінен, алаптың жоғарғы, биік бөлігінде (солтүстік-батыс) қалыптасатындығы анықталды. Зерттеліп отырған өзендер алабының ең аз ағындысының мәліметтері бойынша өзен ағындысының негізгі статистикалық параметрлерін анықтау, қамтамасыздық қисығын тұрғызу және қамтамасыздығы әр түрлі ең аз су өтімдерін табу жұмыстың негізгі мақсаты. Жайық-Каспий алабы өзендерінің ең аз ағындысының көпжылдық тербелістерінің синхрондығын және корреляциялық тәуелділікті орнату мүмкіндігін есепке ала отырып, ағындыны қалпына келтіру үшін 1940-2012 жж. мерзімі таңдалынды. Сонымен қатар көптеген өзендердің ең аз ағынды шамалары қайта қалпына келтірілді. Соңғы отыз жылдық ағынды нормасын көпжылдық кезеңмен (1940-2004 жж.) салыстырғанда оның төмендеу тенденциясы анықталды.

Түйін сөздер: тәуелділік және айлық ең аз ағынды, қамтамасыздық қисығы, вариация коэффициенті, асимметрия коэффициенті, корреляция коэффициенті.

Davletgaliev S.K., Alyev A.S.

**Ural-Caspian basin in the
southern river minimum flow
characteristics**

Studied minimum flows of major rivers Zhaiyk-Caspian basin, the rivers: Gemme, Oyyl, Sagyz and their tributaries. For a description of the monthly minimum flow for the summer period selected 19 cross-sections, and for the winter period of 12 posts. It was found that the formation of the main river flow areas are risen comes top, the highest part of region. The aim of the work is to determine the minimum flow according to the statistical parameters of the studied basin runoff, curve-fitting of securities, determine the value of the minimum monthly flow of different security, the regression equation between annual runoff and the minimum, A correlation coefficient between these values. Given the long-term fluctuations in the synchronization of minimum river flow Zhaiyk-Caspian basin to establish the correlation depending on the recovery of the stock selected period 1940-2012 yy. The flow rate in the long term the last thirty years (1940-2004 yy.) In comparison showed a downward trend. Minimum river basin basic statistical parameters of the river by the construction of the safety curve, minimum stock of different water flow determined.

Key words: monthly and daily minimum flow, the correlation coefficient, the asymmetry coefficient, the variation coefficient..

Давлетғалиев С.Қ., Алиев А.С.

**Характеристики
минимального стока
южных рек Жайык-
Каспийского бассейна**

Изучены минимальный сток основных рек Жайык-Каспийского бассейна, рек: Жем, Ойыл, Сағыз и их притоков. Для описания месячного минимального стока для летнего периода выбраны 19 створов, а для зимнего периода 12 постов. Выявлено, что формирование основного стока рек рассматриваемой территории происходит в верхней, наиболее высокой ее части. Целью работы является определение по данным минимального стока, изучаемого бассейна, статистических параметров, построение кривых обеспеченностей, определение значения минимального месячного стока различной обеспеченности, уравнения регрессии между годовым и минимальным стоком, коэффициента корреляции между этими величинами. Учитывая, синхронность в многолетних колебаниях минимального стока рек Жайык-Каспийского бассейна, установлены корреляционные зависимости для восстановления минимального стока и выбран период 1940-2012 гг. По вычисленным данным минимального стока построены кривые обеспеченности и определены основные статистические параметры минимального стока. Сравнение значений минимального стока последних тридцати лет с многолетними данными (1940-2004 гг.) показывает тенденцию к снижению минимального стока.

Ключевые слова: месячный и суточный минимальный сток, кривая обеспеченности, коэффициент корреляции, коэффициент асимметрии, коэффициент вариации.

ЖАЙЫҚ-КАСПИЙ АЛАБЫНЫҢ ОҢТҮСТІК ӨЗЕНДЕРІНІҢ ЕҢ АЗ АҒЫНДЫСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ

Кіріспе

Жайық-Каспий алабының оңтүстік өзендеріне мыналар жатады: Жем өзені, Ойыл өзені, Сағыз өзені және оның салалары.

Осы аудан өзендерінің жаздық ең аз айлық өтімдері тамыз-қыркүйек айларында болады, ал кей жылдары осы кезеңде ағын мүлде болмайды. Қысқы мерзімдегі ең аз ағынды әр түрлі өзендерде және әр түрлі аумақтарда әр түрлі жыл маусымында, бірақ көбінесе ақпан-наурыз айларында байқалады.

Қарастырылып отырған ауданның басты өзендерінің ағындысы негізінен алаптың жоғарғы, биік бөлігінде (солтүстік-батыс) қалыптасады. Бұл аудан анық сипатталған ылғал тапшылығымен ерекшеленеді. Табиғи жағдайы, қосымша суармалау жүргізсе, ауыл шаруашылығында үлкен жетістіктерге жеткізеді. Алап өзендерінің су режимінің басты фазасы – көктемгі су тасу болып табылады. Жылдық ағындының көп бөлігі, тіпті барлық көлемі осы кезеңде ағып өтеді, өзендер режимінің климаттық жағдайларымен анықталатын өзіндік қасиеттері ауданның жеке бөліктерінде жергілікті факторлардың әсерінен анық бұзылады.

Берілген жұмыста қарастырылып отырған Жайық-Каспий алабының оңтүстік өзендерінің жалпы су режимінің жүру кезеңдері мен ең аз ағынды жайында сипаттама берілген.

Қарастырылып отырған өзен алабының ең аз ағындысының мәліметтері бойынша өзен ағындысының негізгі статистикалық параметрлерін анықтау, қамтамасыздық қисығын тұрғызу және қамтамасыздығы әр түрлі ең аз су өтімдерін табу жұмыстың негізгі мақсаты болып табылады.

Нәтижелері және талдау

Өзендердің айлық ең аз ағындысын сипаттау үшін жаз-күз кезеңіндегі 19 бекет бойынша және қыс кезіндегі 12 бекет бойынша бақылау материалдары қолданылды. Алайда осы бекеттердің көпшілігі бойынша белгіленген кезеңнің қысқа уақытта бақыланған мәліметтері ғана бар [1, 2]. Сонымен қатар көптеген өзендер кідірмелі сипатқа ие және сулылықтың әр түрлі кезеңдеріне жатқызылады. Осыған байланысты көп жылдық уақытқа

ең аз ағындының мәліметтерін келтірудің қажеттілігі туындайды.

Есептеу кезеңінде, Жайық-Каспий алабы өзенінің ең аз ағындысының көп жылдық тербелістерінің синхрондығын және корреляциялық тәуелділікті орнату мүмкіндігін есепке ала отырып ағындыны қалпына келтіру үшін 1940-2012 жж. мерзімі таңдалынды.

Көпжылдық кезеңдегі бақылаулар қатарын қалпына келтіру сәйкес нормативтік құжаттарға [3] сай жүргізілді. Алайда жеке жағдайларда корреляция коэффициенті 0,70 аз болды, яғни $R/\sigma_R > 2.0$ және $k/\sigma_k > 2.0$ сақтаған кезде $r=0,52-0,64$ болды. Бұл кезде осы өзеннің тәуелділік немесе айлық ең аз ағындысының мәні қабылданды. Жеке жағдайларда осы өзеннің жылдық ағынды мәндері қабылданды (Темір – Покровское ауылы, Темір – Ленинский ауылы) (1-сурет).

Айлық ағындының статистикалық сипаттамалары: орташа су өтімі, вариация және асимметрия коэффициенті барлық өзендер бойынша есептелінген, тек айлық ағындының мөлшері нөлге тең немесе нөлге жуық болған өзендердікі ғана есептелінбеген (Сағыз және т.б. өзендер). Сонымен қатар осы өзендер бойынша ағындының түрлі қамтамасыздықтағы шамалары есептелінбеген (1-кесте).

Темір, Шегерлі, Жем, Жоғары Жем, Ойыл – Алтықарасу ауылындағы өзендердің жаздық және қыстық ең аз айлық ағындысының орташа шамасы көп ерекшеленбейді. Ащыойлы, Ойыл – Ойыл, Жем – Жарқамыс ауылы өзендерінде-

гі қыстық ағындының орташа шамасы жазғы орташа шамаға қарағанда 1,5-2 есе аз (1-кесте).

Жаздық ең аз ағындының вариация коэффициенті 0,42-ден (Шилі – Ақши ауылы) 1,50-ге дейін (Қиыл өзені – Новонадежденский ауылы) аралықта өзгереді. Жазғы мерзімнің асимметрия коэффициенті 0,30-ден (Ойыл өзені – Ойыл ауылы) 4,14-ке дейін (Қиыл өзені), қыстық ағынының асимметрия коэффициенті 0,72-ден (Жем өзені – Саға ауылы) 6,87-ге дейін (Жем өзені – Жоғары Жем ауылы) аралықта өзгереді (1-кесте).

Түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерін анықтаған кезде асимметрия коэффициенті теориялық қисыққа эмпирикалық мәліметтердің сәйкестік дәрежесі бойынша іріктеу әдісімен анықталған. Түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерінің мәндері көптеген жағдайда $C_s=2C_v$ кезден анықталған. Аналитикалық қисық және эмпирикалық мәліметтер көп мәнде ерекшеленгенде қисықтың төмен жағында эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары қолданылған (2, 3-сурет).

1. Бақылаулар мәліметтері бойынша ағын нормасының есептелуінің дәлдігі белгілі формула бойынша бағаланды:

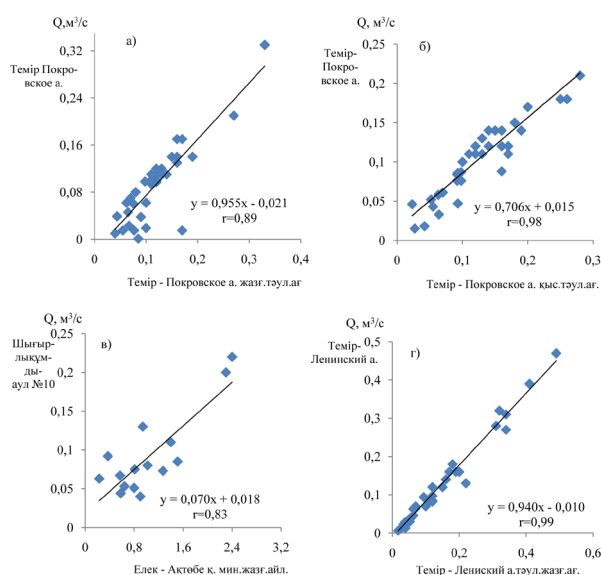
$$\sigma_Q = (\sigma_Q / \sqrt{n}) \sqrt{(1+r)(1-r)}, \quad (1)$$

мұндағы

σ_Q – жылдық ағынның шамасының орташа квадраттық ауытқуы;

n – бақылау жүргізілген жылдар саны;

r – автокорреляция коэффициенті, бұл аудан үшін $r = 0,2$ деп қабылданған.



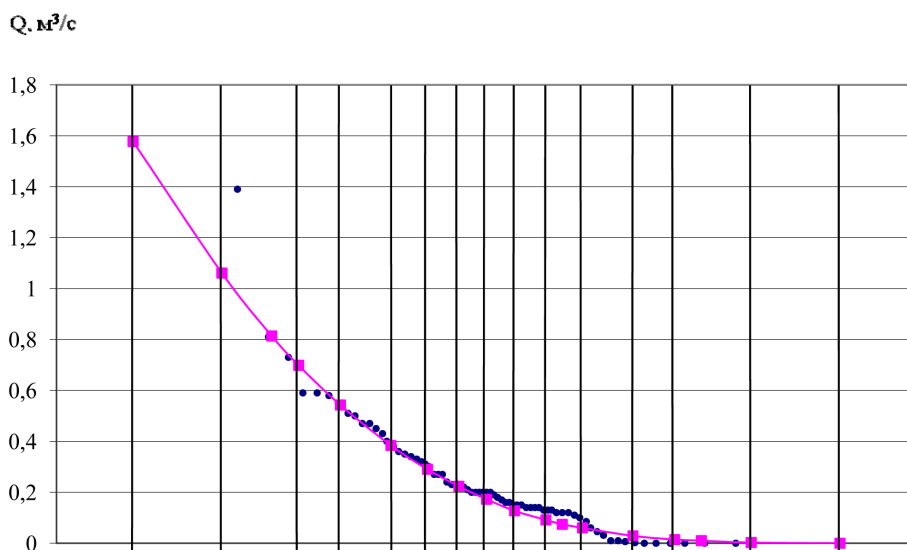
1-сурет – Жекелеген бекеттердегі ең аз ағынды шамаларының байланыс графиктері

1-кесте – 1940–2012 жж. Жайық-Каспий су шаруашылық алабының жаздық және қыстық айлық ең аз ағындысының сипаттамалары

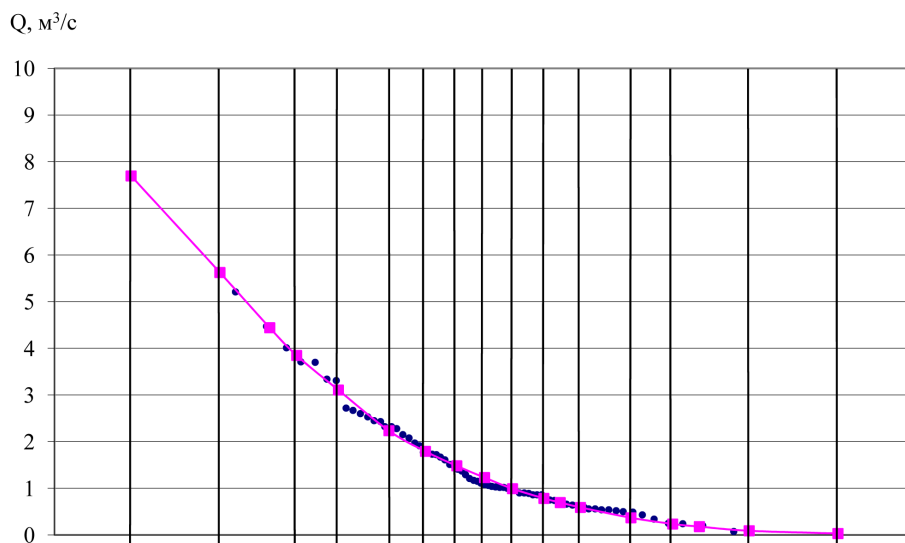
№	Өзен-бөкет	F, км ²	Бакылау кезеңі	Бакылау кезеңіндегі ең аз ағынды, м ³ /с	Q _{ср} , м ³ /с	C _v	C _s	Түрлі қамтамасыздықтағы (%) ағынды шамалары, (м ³ /с)					Ескерту
								75	80	90	95	97	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Қыыл – Но-вонадеждинский ауылы	720	1959-1962, 1964-1980	0,0	0,047	1,50	4,14	0,006	0	0	0	0	Эмпирикалық қисық
2	Щегерлы – 1 май ат. қолх	210	1958-1962, 1965-1992 1965-1992	0,0 0,0	0,025 0,028	0,64 0,80	0,49 0,89	0,015 0,014	0,012 0	0	0	0	
3	Апыйойыл(Алпе-Уил)-ур. Маймак	4900/ 300	1959-1962, 1964-1965, 1967-1985 1959-1965, 1967-1985, 1987-1991	0,010 0,0	0,046 0,028	0,78 1,04	1,69 2,92	0,020 0,006	0,016 0,004	0,009 0	0,003 0	0 0	
4	Ойыл – Алты Қарасу ауылы	7030	1952-1997 1952-1957, 1959-1997	0,10 0,0	0,24 0,27	0,96 1,26	2,28 2,68	0,075 0,004	0,058 0	0,017 0	0 0	0 0	Эмпирикалық қисық
5	Ойыл (Уил)-Талтоғай ауылы	17000	1941, 1951-1972, 1975-1980 1940-1941, 1951-1965, 1964-1972, 1975-1980	0,0 0,0	0,99 0,75	0,55 0,58	1,57 0,65	0,61 0,46	0,54 0,41	0,40 0,31	0,31 0,24	0,25 0,20	
6	Ойыл (Уил)-Ойыл ауылы	17100	1984, 1986-2012 1984, 1985-2012	0,24 0,29	1,48 0,65	0,73 0,47	0,39 1,21	0,70 0,48	0,59 0,39	0,37 0,30	0,24 0,24	0,18 0,21	
7	Бабағай – Бабағай ауылы	852	1959-1969	0,022	0,071	0,70	1,26	0,035	0,030	0,019	0,013	0,010	
8	Қызылалдысай-Шиллаша ауылы	373	1958-1991 1958-1991	0,008 0,0	0,062 0,044	0,72 1,11	1,31 1,40	0,029 0,007	0,025 0,004	0,016 0	0,010 0	0,008 0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	Жем (Эмба) – Жем евр.	481/ 155	1949-1950, 1952, 1954-1984 1949-1950, 1952, 1954-1984	0,0 0,0	0,011 0,013	0,80 1,50	0,96 6,87	0,003 0	0,002 0	0 0	0 0	0 0	
10	Жем (Эмба) – Жағабұлақ ауылы	7730	2003-2012 2003-2012	0,20 0,044	0,72 0,22	0,97 0,85	1,07 1,22	0,10 0,084	0 0,068	0 0,040	0 0,020	0 0,001	Эмпирикалық қисық
11	Жем (Эмба) – Саға бекеті	16100	2003-2012	0,48 0,84	1,31 0,71	0,71 0,62	0,77 0,72	0,68 0,38	0,58 0,34	0,30 0,24	0,14 0,17	0 0,14	
12	Жем (Эмба) – Жарқамыс ауылы	26000	1954-1984 1954-1984, 1987- 1991	0,16 0,0	1,07 0,59	0,51 0,82	1,22 1,41	0,67 0,23	0,61 0,18	0,46 0,084	0,35 0,009	0,30 0	
13	Жем (Эмба) – Жанбике ауылы	34700	1958-1965, 1967- 1968, 1971-1978, 1981-1992	0,0	0,50	1,10	1,12	0	0	0	0	0	Эмпирикалық қисық
14	Жем (Эмба) – Аралтөбе ауылы	38100	1951-1963	0,0	0,29	1,05	1,57	0,070	0,029	0	0	0	
15	Темір – Покровское ауылы	960	1969-2012 1969-2012	0,0 0,0	0,13 0,14	0,64 0,66	1,48 1,41	0,072 0,059	0,063 0,051	0,039 0,032	0,010 0,023	0 0,005	
16	Темір – Ленинский бекеті	5480 (5410)	1941, 1948-1968, 1971-1980, 1983- 1996, 2002-2012 1941, 1948-1968, 1971-1980, 1983- 1996, 2002-2012	0,010 0,010	0,21 0,19	0,78 1,06	1,46 2,44	0,089 0,050	0,074 0,036	0,046 0,017	0,027 0,008	0,021 0,004	

Ескерту: Алымында жаздық ең аз ағынды, ал бөлімінде қыстық ең аз ағынды берілген.



0,01 0,1 1 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 99 99,9 P, %
2-сурет – Жазғы айлық ең аз ағындының қамтамасыз қисығы
 (Ойыл өз. – Алты Қарасу ауылы)



0,01 0,1 1 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 99 99,9 P, %
3-сурет – Жазғы айлық ең аз ағындының қамтамасыз қисығы
 (Ойыл өз. – Ойыл ауылы)

2. Көпжылдық кезеңге келтірілген қатардың орташа мәнінің стандартты қателігін бағалау үшін С.Н.Крицкийдің және М.Ф.Менкельдің формуласы қолданылған.

$$\sigma_{QN} = \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-(N-n)R^2}{N}}, \quad (2)$$

мұндағы

r – келтірілген бақылау қатары мен бірлескен бақылау кезеңінің (n) ұқсас қатарының арасындағы қатар аралық корреляция коэффициенті.

(2) формула N_3 эквивалентті кезең санын, яғни бақыланған мәліметтерге эквивалентті ақпарат көлемі ескеріліп алынған.

Гидрологикалық қатардың мәндерін сатылай қалпын келтірген кезде, яғни әр түрлі кезеңдегі регрессияның бірнеше теңдеулерін қолданған кезде эквивалентті-тәуелсіз ақпараттың көлемі әр қалпына келтірілген кезең үшін, ал ақпараттың жалпы көлемі осы ақпараттардың қосындысы ретінде есептелінеді.

3. Ағын нормасы үшін бақыланған мәліметтерге эквивалентті ақпараттың көлемі келесі формуламен анықталған

$$N_{\text{эв}} = \left[\frac{N}{1 + \frac{N-n}{n-2}(1-R^2)} \right] \quad (3)$$

(1) формула бойынша N_3 біліп, егер n -нің орнына бақылаудың нақты жылын ескеріп сәй-

кесінше N_3 қойсақ, ағын нормасын анықтаудың дәлдігін бағалауға болады. Осындай тәсілмен қарастырылып отырған аудандағы өзендердің ағынды нормасының дәлдігі анықталған.

4. Көпжылдық кезеңнің орташа мәнін есептеудің дәлдігі – зерттелініп отырған ауданның өзендерінің дәлдігі жеткілікті түрде жоғары емес, қалпына келтірілген қатар үшін ол 11-22 % құрайды, бұл нақты қатарлардың орташа дәлдігінен 2-3% жоғары [3, 4].

$$N_{\text{св}} = \left[\frac{Nn}{n + (N-n)(1-R^2)} \right] \quad (4)$$

Осылайша, Жайық өзенінің сол жақ жағалау алабының ағыны соңғы жылдардағы бақылаулар мәліметтері ескеріліп айтарлықтай нақтыланды. Сонымен қатар соңғы отыз жылдық ағынды нормасының көпжылдық кезеңмен (1940-2004 жж.) салыстырғандағы төмендеу тенденциясы анықталды. Есептеулердің нәтижелері ҚР басқа аудандары үшін алынған қорытындылармен сәйкес келеді.

2-кесте – (1940-2012 жж.) Жазғы айлық кезеңдегі статистикалық параметрлердің қателіктері

Өзен – бекет	\bar{Q} м ³ /с	C_v	σ_Q	σ_{C_v}
Ойыл өзені – Алты Қарасу ауылы	1,82	0,67	1,37	0,09
Ойыл (Уил) өзені – Талтоғай ауылы	0,98	0,48	0,48	0,14

Вариация коэффициентінің мәні 0,20-ке дейін және ауытқу 5 % болған жағдайда бақылау қатарының ұзындығы 10 жылдан 25 жылға де-

йін болса жеткілікті. Қатардың ұзақтығы кіші болған жағдайда есептеудің дәлдігін төмендетуге тура келеді.

3-кесте – Айлық ең аз ағынды параметрлері

Өзен – бекет	F, км ²	Жыл саны	Бақыланған кезең				Көпжылдық кезең (1940-2012 жж.)			
			Q , м ³ /с	C_v	σ_Q	σ_{C_v}	Q , м ³ /с	C_v	σ_Q	σ_{C_v}
Қиыл – Новонадеждинский ауылы	720	29	0,06	1,33	0,66	0,04	1,32	0,99	0,55	0,04
Щегерлы – 1 май ат. колх.	210	32	0,03	0,64	1,15	0,08	1,61	0,50	0,45	0,07
Ойыл – Алты Қарасу ауылы	7030	45	0,25	0,84	0,29	0,09	1,34	0,40	0,24	0,06

Ойыл (Уил) – Талтоғай ауылы	17000	38	0,98	0,46	0,05	0,10	0,58	0,38	0,03	0,06
Ойыл (Уил) – Ойыл ауылы	17100	20	1,40	1,40	0,09	0,11	0,02	0,57	0,001	0,09
Бабатай – Бабатай ауылы	852	31	0,08	0,71	0,07	0,11	0,14	0,37	0,01	0,06
Кызыладылсай – Шиліаша ауылы	373	34	0,06	0,72	0,06	0,08	0,03	0,46	0,002	0,07

Қорытынды

Түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерінің мәндері анықталған кезде ассиметрия коэффициенті теориялық қисыққа эмпирикалық мәліметтердің сәйкестік дәрежесі бойынша іріктеу әдісімен орнатылды. Түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдері көптеген жағдайда $C_s = 2C_v$ кезден анықталған. Аналитикалық қисық және эмпирикалық мәліметтер көп мәнде ерекшеленгенде эмпирикалық қамтамасыздық қисықтары қолданылды (2, 3-сурет).

Бақыланған және қалпына келтірілген бір-қатар мәліметтерінде нөлдік шығындары болған кезде қамтамасыз қисықтары [3] мазмұндалған әдіс бойынша тұрғызылған. Түрлі қамтамасыздықтағы су өтімдерінің есептелген мәндері 1-кестеде келтірілген.

1-кестеде сонымен бірге бақыланған жаздық және қыстық айлық ең аз ағынды мәндері келтірілді. Кейбір өзендерде ең аз ағынды мәні нөлге тең немесе нөлге жуық. Бұл судың кебуімен немесе қатуымен немесе мүлде ағынның болмауымен түсіндіріледі.

Әдебиеттер

- 1 Ресурсы поверхностных вод СССР. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – Т. 12. – 511 с.
- 2 Ресурсы поверхностных вод СССР. Западный Казахстан, Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 514 б.
- 3 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 71 б.
- 4 Давлетғалиев С.К. Оценка точности параметров кривых распределения стока рек Урало-Эмбинского района. – Алматы: Гидрометеорология и экология, 2007. – 85-93 б.

References

- 1 Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Uralo-Embinski raion. – L: Gidrometeoizdat, T 12 – 1970. – 511 b.
- 2 Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Povolje izapadny Kazakhstan, vyp. 3. Aktobinski oblast. – L: Gidrometeoizdat, 1966. – 514 b.
- 3 Opredelenie osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh karakteristik. – M.: Gosstroj Rossii, 2004. – 71 b.
- 4 Davletgaliev.S.K. Osenka tochnosti parametrov krivykh raspredelenie stoka rek Uralo-Embinskogo raiona. Almaty. Gidrometeorologia i ekologiya. 2007. – 85-93 b.