

УДК 556.167

СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІ АЛАБЫ ЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ ДЕРЕКТЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ**Т.М. Казакбаева¹**¹ *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан**E-mail: t.kazakhbaeva@mail.ru*

Сырдария алабы өзендерінің жылдық ағынды деректері қалпына келтірілді және ағындының орташа шамасын анықтауға қажетті корреляциялық байланыстар тұрғызылды. Жылдық ағынды деректері бойынша және вариация коэффициентінің көмегімен айырымдық интеграл қисықтары тұрғызылды. Бақылау деректерін қалпына келтіруде өзен-аналог әдісі қолданылды. Қолда бар бақылау қатарлары көпжылдық кезеңге келтірілді. Айырымдық интеграл қисығының негізінде есептік кезең ретінде 1960...2015 жылдар аралығы таңдалды. Сонымен қатар, ағындының орташа мәнін көпжылдық кезеңге келтіру тиімділігіне сандық бағалау берілді.

Түйін сөздер: жылдық ағынды, есептік кезең, корреляция коэффициенті, регрессия теңдеуі, айырымдық интеграл қисығы, аналог өзен

Поступила 30.11.20

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-100-1-17-26

КІРІСПЕ

Сырдария өзені Қазақстан аумағында Арал теңіз алабына жатады. Өзен Қазақстан аумағының оңтүстік бөлігімен Қызылорда облыстарын ағып өтіп Кіші Аралға құяды. Сырдария өзені Қырғыстан, Өзбекстан, Тәжікстан аумағымен ағып өтіп, Қазақстанда Арал теңізіне келіп құятындықтан трансшекаралық өзен болып табылады. Негізінде трансшекаралық өзендерді басқару қиын болып табылады, ынтымақты түрде шешу үшін шекаралас елдердің экономикалық дамуы, саяси бағыттары мен салааралық мүдделері толық есепке алынады. Сондықтан бұл өзенді жете зерттеу, жылдық ағындысын қалпына келтіру аса маңызды сипатқа ие.

Өзен суының бастауы таулы аудандарда өтетіндіктен және құламалы болып келетіндіктен жоғарғы ағысы гидроэнергетиканы дамыту аймағы болып табылады. Орта және төменгі ағыстары жазық жерлермен ағып өтетіндіктен ауыл шаруашылығын сумен қамтиды. Сырдария өзені бойында орналасқан қалалар мен шаруашылық нысандарды сумен қамту үшін көпжылдық ағынды жөніндегі мәліметтердің толық болуы кез келген есептеулердің дұрыс және дәлдігінің

жоғары болуына мүмкіндік береді.

БАСТАПҚЫ МӘЛІМЕТТЕР

Сырдария өзені бассейнінде әртүрлі периодтарда жалпы 256 өзен ағындысын бақылауға арналған гидрологиялық бекеттер болған. Олардың жұмыс істеу ұзақтығы 1 жылдан 96 жылға дейін деп есептеуге болады. Үздіксіз жұмыс істеп тұрған бекеттер жоқ. Барлығының ішінде 30 бекетте жұмыс істеу ұзақтығы 6 жылдан кем. Бекеттер бойынша ағынды деректері аталған ауданда «Беттік су ресурстары» (Ресурсы поверхностных вод СССР-6 1964, 1969 ж) [6...8]. «Негізгі гидрологиялық сипаттамалар», «Көпжылдық ағынды мәліметтері» (Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 1987, 2005 ж) [5], Гидрологиялық жылнамалар (Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши 2012...2015 г) бойынша жинақталып, жарияланған кадастрлік материалдардан, анықтамалық және басқа дереккөздерден алынды.

Өзеннің табиғи су режимінің бұзылуы өткен ғасырдың 30...40 жылдары, монополиялық мақта өңдеу қарқынды дами басталған сәтте

(1938 жылдан бастап) басты өзенде және салаларында су шаруашылығы әрекеттерінің дамуы да байқала басталды. Су шаруашылығына антропогендік іс-әрекеттің біртіндеп әсер етуінің дамуы мен 1948...1960 жылдардағы сулылығы мол фаза дәлме-дәл келді. 1970 жылдары су көлемі артуы қарқынды байқалса, антропогендік іс-әрекетің әсері екі есе ұлғайған еді. 1970 жылдан бастап 1974 жыл аралығында Сырдарияның төменгі ағынды тұстамаларында ағындының шұғыл түрде азайғаны байқалды. Ал 1987 жылдан бүгінгі күнге дейін ағынды көлемінің ұлғаю тенденциясы байқалуда. Бұл ең алдымен өзеннің жоғарғы бөліктеріндегі ағындының табиғи ұлғаюымен түсіндіріледі [3...4].

ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ МЕН НӘТИЖЕЛЕРІ

Сырдария өзені бойынша жылдық ағынды деректерінің гидрологиялық қатары аналог-өзен әдісін қолдану арқасында қалпына келтірілді. Гидрологиялық есептеулерді жүргізуде гидрометриялық бақылау деректерінің жеткіліксіздігі жағдайында гидрологиялық сипаттамалардың ықтималдық үлестірім қисықтарының параметрлерін, сонымен қатар есептік гидрографтың негізгі элементтерін аналог-бекеттегі бақылау мәліметтерін негізге ала отырып көпжылдық кезеңге келтіру ұсынылады.

Аналог-өзен таңдау кезінде бірқатар талаптар орындалуы қажет. Ағындысы қалпына келтірілетін өзен мен аналог-өзеннің географиялық орнынан бір-біріне жақын орналасуы, ағындыларының ұқсас болуы, олардың су жинау алаптарының физикалық-географиялық жағдайының біркелкі болуы, су жинау алаптарының орташа биіктіктерінде айтарлықтай айырмашылықтың болмауы, сонымен қатар ағындының табиғи сипатына әсер ететін факторлардың болмауы [1...2] есептеулерде жақсы нәтижеге қол жеткізеді.

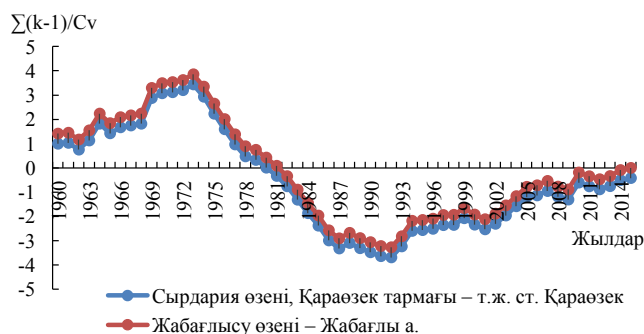
Жылдық ағынды басты гидрологиялық сипаттамалардың бірі болып табылады. Жылдық ағынды-өзен ағындысының интегралды сипаттамасы болғандықтан, ол тек өзен алаптары мен тұтас аймақтардың су ресурстарын бағалауға мүмкіндік береді. Олардың ылғалдылығының дәрежесі, түрлі аумақтардың су теңдестігі жөнінде түсінік береді. Жылдық ағындының уақыт және кеңістік бойынша өзгерісін зерттеу, беткі

суларды халық шаруашылығында пайдалану: су электр станциялары үшін бөгендер жобалау, су-армалау, сумен қамту, ағындыны аймақ ішінде қайта үлестіру мүмкіндігін және орындылығын бағалауға мүмкіндік береді. Жылдық ағынды математикалық статистика және ықтималдық теориясы, жүйелік талдау және басқа да математикалық әдістерді пайдаланудың негізінде гидрологиялық есептеулердің жаңа әдістерін әзірлеу кезінде негізге алынатын басты сипаттама болғандықтан ағындының басқа сипаттамалары, мысалы, қамтамасыздығы әртүрлі ағындының жылдық шамалары, маусымдық және айлық шамалар жылдық ағындының негізінде анықталады.

Сырдария өзені алабы жылдық ағынды деректерін қалпына келтіру барысында бақылау қатарындағы жылдар саны 50...60 жылдан аспайтын жағдайлардың барлығында есептік репрезентативті кезең белгіленді. Ол суы мол және суы аз жылдар тобынан тұратын аяқталған айналымдардың ең көп санынан тұрады. Тек үлкен аумаққа таралатын және осы ауданның барлық өзендерін қамтитын негізгі ұзақ айналымдар ғана назарға алынды. Негізгі айналымдарға қабаттасқан ұзақтығы кішкентай айналымдар (2...4 жыл) есепке алынбады. Тек қана суы мол немесе суы аз фазалардан тұратын толық емес айналымдар шығарып, есепке алынбады.

Гидрологиялық мәліметтер қатарының репрезентативтілігі ағынды нормасынан қаншалықты ауытқитындығын көрсететін бақылау қатарының орташа мәнінің орташа квадраттық қателігімен анықталады. Сондықтан репрезентативтілік бақылау қатарының ұзақтығына, өзгергіштік коэффициентіне және қатардың өзара байланыстылығына тәуелді, яғни бақылау қатарында ең суы мол және суы аз жылдардың қаншалықты шамада кездесуімен байланысты. Құрамында ең суы мол және ең суы аз жылдарды қамтитын циклды анықтау үшін кеңінен қолданылатын әдіс ағындының айырымдық интеграл қисығын тұрғызу болып табылады.

Сырдария өзені – Қараөзек т.ж.ст. бекеті мен Жабағлысу өзені – Жабағлы а. бекеті арасында тұрғызылған айырымдық интеграл қисығының талдауы негізінде жинақталған мәліметтер ұзақтығы әртүрлі болғандықтан, есептік кезең ретінде 1960...2015 жылдар таңдалды (1 сурет).



Сур. 1. Сырдария өзені – Қараөзек т.ж.ст. бекеті мен Жабағлысу өзені – Жабағлы а. бекеті деректері негізіндегі жылдық айырымдық интеграл қисығы.

Көптеген өзендерде бақылау қатары жеткіліксіз болғандықтан, яғни ағынды нормасын 5...10 %-ға және вариация коэффициентін 10...15 %-ға дейін рұқсат етілген салыстырмалы қателікте есептеу мүмкіндігі жоқ болғандықтан ағынды шамасы бақыланбаған жылдар аналог – тұстамалар арқылы көпжылдық кезеңге қалпы-

на келтірілді. Аналог – тұстаманы таңдау барысында есептік тұстама мен аналог – тұстамадағы өзен ағындысының тербелісі синхронды болуы басты критерий болып табылады. Бұл критерий жұп немесе көптік корреляция арқылы сипатталады. Сонымен қатар төменде келтірілген шарттар орындалуы тиіс [1...2, 9...10]:

$$n' \geq (6 - 10), R \geq R_{кр}; \frac{R}{\sigma_R} \geq A_{кр}; \frac{K}{\sigma_K} \geq B_{кр}, \quad (1)$$

мұндағы n' – қарастырып отырған тұстамадағы және аналог – тұстамадағы бірдей байқалған бақылау жылдарының саны ($n' \geq 6$ бір аналог кезінде, $n' \geq 10$ екі не одан көп аналогтар болғанда); R – қарастырып отырған тұстамадағы және аналог – тұстамадағы ағынды шамаларының арасындағы жұптық немесе көптік корреляция коэффициенті, K – регрессия теңдеуінің коэф-

фициенті; σ_K – регрессия коэффициентінің орташа квадраттық қателігі; $R_{кр}$ – жұптық немесе көптік корреляция коэффициентінің критикалық мәні (әдетте ол $\geq 0,70$ болады); R/σ_R және K/σ_K қатынастарының сәйкесінше критикалық мәндері (әдетте ол $\geq 2,0$).

Жылдық ағынды деректерін бір аналогпен қалпына келтіру үшін регрессия теңдеуі қолданылады:

$$Q = K_1 Q_a + K_0, \quad (2)$$

бұл жерде Q – негізгі бекеттегі су өтімі деректері; K_1 – регрессия теңдеуінің коэффициенті; Q_a – аналог бекеттегі су өтімі деректері; K_0 – бос мүше.

Теңдеу бойынша (2) қалпына келтірілген

деректер систематикалық түрде төмен дисперсияға ие.

Систематикалық түрдегі төмен дисперсияны болдырмау мақсатында келесі формула қолданылады:

$$Q'_i = \frac{(Q_t \overline{Q_n})}{r} + \overline{Q_n}, \quad (3)$$

мұнда Q'_i – регрессия теңдеуі бойынша есептелген гидрологиялық сипаттамалардың жылылық мәндері, рассчитанные по уравнению регрессии; $(\overline{Q_n})$ – бірлескен бақылау периодындағы гидрологиялық сипаттаманың орташа мәні; r – зерттелген өзен мен аналог өзен арасындағы жұптық корреляция коэффициенті (Айнымалылар арасындағы байланысты сипаттайтын сандық мән «корреляция коэффициенті», «г») болып табылады және таңдалған мәліметтерге сілтеме жасайды. Корреляциялар оң немесе теріс болуы

мүмкін. Үлгідегі сан үлкен болған сайын, стандартталған «t» айнымалының таралуын корреляцияның маңыздылығын тексеру үшін қолдануға болады (Студент t-критерийі) [9].

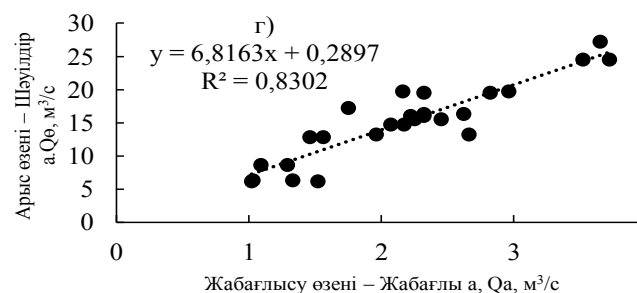
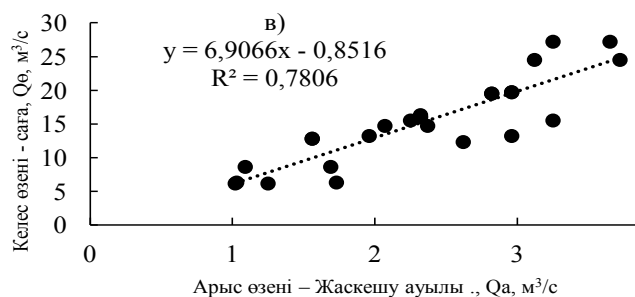
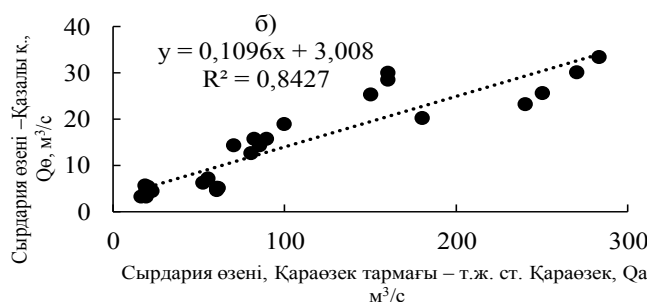
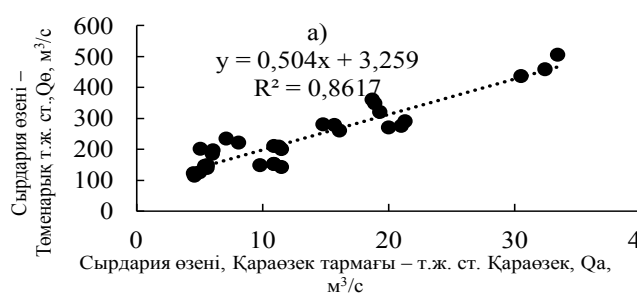
Аталған кезеңде әрекет етуші бекеттер саны 256 дан 38 ге дейін кеміген. Бастапқы мәліметтердің негізгі кемшіліктері – бақылау бекеттер санының аздығы. Бақылау қатарының біртектілігін сақтау үшін бақылау қатарлары барынша толық, әрекет етуші 38 бекет деректері бойынша қалпына келтірілді. Есептік кезең бойынша,

1960...2015 жылдарда, қалпына келтірілген мәндер бойынша корреляция коэффициентінің мәні $R = 0,70...0,98$ аралығында болды.

Әрекет етуші бекеттердің арасында жинақталған қолда бар деректерге сай, жалпы таңдалған есептік кезең бойынша үздіксіз бақылау деректері бар бекеттер саны – 12, яғни 35 % деректер толық қамтылған. Оларға Арыс өзені – Жаскешу а., Арыс өзені – т.ж. ст. Арыс, Жабағлысу өзені – Жабағлы а., Машат өзені – Кершетас а., Ақсу өзені – Сарқырама а., Бадам өзені – Қараспан а., Сайрам өзені – Тасарық а., Болды-

брек өзені – Мемл.қорық, Бугун өзені – Екпінді а., Қаттыбугун өзені – Жарықбас а., Шаян 1 өзені – Ақбет өз. сағ 3,3 км төмен, Қарашық өзені – Хантағы а., Ашылған өзені – Майдантал а. бекеттерін жатқызуға болады.

Ал 2 бекет (Сырдария өзені – Қаратерең а. бекеті, Достық каналы – Шұғыла а. бекеті) 1995 және 2009 жылдардан бастап қана іске қосылған. Олардағы бақылау деректері 6...10 жылды ғана қамтиды. Қалған бекеттер бойынша бақылау деректері аналог әдісі көмегімен қалпына келтірілді (сурет 2).



Сур. 2. Сырдария өзені алабында орташа жылдық су өтімі деректерінің есептік өзен бекеті мен аналог өзен бекетінің арасындағы байланыс графиктері.

Сырдария өз. – Келес өз. сағасынан жоғары бекеті деректерін қалпына келтіру барысында екі өзен аналог ретінде алынды. Себебі ағындыға антропогендік әсер байқалып, су өтімі 1970 жылдардын бастап реттелген. Сонымен қатар, Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – Жосалы пгт бекеті бойынша да регрессия теңдеуінің әлсіздігі байқалғандықтан есептеу кезеңі екіге бөліп қарастырылды. Есептеу қатарын көпжылдық кезеңге келтіру мақсатында бірқатар өзендер аналог ретінде көп жағдайлар үшін қолданылды. Оларға: Келес өзені – Қазығұрт а., Жабағлысу өзені – Жабағлы а, Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек, Машат өзені – Кершетас а., Ақсу өзені – Сарқырама а., Бадам өзені – Қараспан а., Сайрам өзені – Тасарық а., Болдыбрек өзені – Мемл.қорық, Бугун өзені – Екпінді а., Қаттыбугун өзені – Жарық-

бас а., Шаян 1 өзені – Ақбет өз. сағ 3,3 км төмен, Қарашық өзені – Хантағы а., Ашылған өзені – Майдантал а., Арыс өзені – Жаскешу ауылы сияқты бекеттерді келтіруге болады.

Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – Жосалы пгт бекеті деректері аналог өзендер болып саналатын Сырдария өзені – Жосалы пгт және Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек бекеттерінің көмегімен қалпына келтірілді. Алайда байланыс теңдеуінің корреляция коэффициенті 0,70-ке тең болғанына қарамай, біршама сақтықпен қарау қажет, себебі бекетте 1973...2012 жылдар аралығында бақылау деректері мүлдем жоқ болса, 1980 жылы ағынды байқалмаған.

Жалпы бақылау бекеттерінің деректерін қалпына келтіру барысында аналог бекеттер барынша талаптарға сай және табиғи сипатта-

малары жақын етіп таңдалды. Сонымен қатар, үздіксіз бақылау деректері бар бекеттердің арқасында бақылау қатары есептік кезеңге барынша жақын болды.

Ағындының орташа мәндерін көпжылдық кезеңге келтірудің сандық тиімділігін бағалау мақсатында келесі формула қолданылды [10]:

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

мұнда $K_{(Q_{орт})}$ – орташа мәндерді бақылау тиімділігі; n – қысқа қатардағы бақылау жылдарының саны; N – көпжылдық кезеңге келтірілген деректердегі жылдар саны; R – жұптық корреляция

коэффициенті.

Қарастырылып отырған өзендер бекеттері бойынша есептеу нәтижелері кестеде (кесте 1) берілген.

Кесте 1

Сырдария алабы өзендерінің әрекет етуші бекеттерінде ағынды деректері қалпына келтірілген жылдар мен регрессия теңдеулері

Өзен-бекет	F, км	Жылдық ағынды есептелген жылдар	Регрессия теңдеуі	Теңдеуді есептеу жылдары	Теңдеудің сипаттамалары			Қалпына келтірілген жылдар	Аналог өзен
					R	σ_R	R/ σ_R		
Сырдария өз. – Келес өз. сағасынан жоғары	170000	1960,1976, 1981...2015	$y = 0,704x - 62,318$	1981...1995 n=14	0,91	0,097	9,4	1961...1968	Сырдария өзені – Көктөбе уч.
			$y = 0,4831x - 2,6903$	1999...2015 n=16	0,86	0,093	9,2	1969...1980	Сырдария өзені – Шардара су койм. жоғ. бьефі
Сырдария өзені – Шардара су койм. жоғ. бьефі	174000	1959, 1965...2012	$y = 0,4831x - 2,6903$ $y = 0,3251x - 65,962$	1960...1981, 1992...2015 n=32	0,82	0,076	10,8	1960...1965	Сырдария өзені – Көктөбе уч.
Сырдария өзені – Көктөбе уч.		1949...1951, 1952...2014	$y = 0,1011x + 5,7514$	1976...1992, 2000...2011, n=25	0,84	0,071	11,8	1960...1975, 1995...1999, 2012	Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.
Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.	219000	1951...2014	$y = 0,504x + 3,259$	1960...1992, 2000...2011, n=43	0,88	0,086	10,2	1997...1998, 2012	Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек
Сырдария өзені – Кергелмес раз.		1976...1989, 2000...2015	$y = 0,1408x + 0,4612$	1976...1990, n=14	0,92	0,075	12,3	1960...1962, 1991...1993, 1995...1999	Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.
Сырдария өзені – Тасбөгет пгт		1981...1997, 2001...2015	$y = 0,1385x + 0,5888$	1981...1997, 2001...2015, n=30	0,86	0,085	10,1	1960...1980, 1995...2001	Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.
Сырдария өзені – Қараөзек т.ж. ст.		1960...1998, 2000...2001, 2004, 2006...2015	$y = 0,0723x + 1,5859$	1960...1997, n=37	0,91	0,084	10,8	1993...2003, 2005	Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.
Сырдария өзені – Жосалы пгт		1960, 1961, 1963...1993, 2012...2015	$y = 0,6993x - 61,353$	1963...1990, n=27	0,81	0,091	8,9	1961...1962, 1993...2011	Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.
Сырдария өзені – Жосалы пгт		1960, 1961, 1963...1993, 2012...2015	$y = 0,6993x - 61,353$	1963...1990, n=27	0,81	0,091	8,9	1961...1962, 1993...2011	Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.
Сырдария өзені – Қазалы қ.		1911, 1960...1992, 1994...2015	$y = 0,1096x + 3,008$	1962...1990, 2003...2015, n=40	0,89	0,078	11,4	1961, 1992...1997, 1999...2002	Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек
Сырдария өзені – Қаратерен а.		1993, 1995...2015	$y = 0,1038x + 4,4243$	2000...2011, n=11	0,93	0,085	10,9	1993...1997, 1999, 2012	Сырдария өзені – Қазалы қ.

Өзен-бекет	F, км	Жылдық ағынды есептелген жылдар	Регрессия теңдеуі	Теңдеуді есептеу жылдары	Теңдеудің сипаттамалары			Қалпына келтірілген жылдар	Аналог өзен
					R	σ_R	R/ σ_R		
Сырдария өзені – Қаратерен а.		1993, 1995...2015	$y = 0,1038x + 4,4243$	2000...2011, n=11	0,93	0,085	10,9	1993...1997, 1999, 2012	Сырдария өзені – Қазалы қ.
Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек		1913, 1923, 1960...2015	$y = 0,6584x - 54,283$	1971...1990, 2000...2015, n=34	0,99	0,096	10,3	197 Арыс өзені – Жаскешу ауылы 0, 1996, 1998...2000	Сырдария өзені – Қараөзек т.ж.ст.
Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – Жосалы пгт		1913, 1960...1973, 2012...2015	$y = 0,1135x + 2,6285$ $y = 0,6853x - 51,568$	1960...1973, n=13 2008...2015, n=8	0,95	0,092	10,3	1972, 1974, 1979...2011	Сырдария өзені – Жосалы пгт Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек
Келес өзені – саға	3310	1970, 1971...1975, 1983...2015	$y = 6,9066x - 0,8516$	1983...2015, n=32	0,90	0,079	11,4	1976...1982	Арыс өзені – Жаскешу ауылы
Арыс өзені – Жаскешу ауылы	16319	1971...2015	$y = 0,2056x + 2,3354$	1971...2015, n=44	0,89	0,075	11,3	1960...1972	Арыс өзені – т.ж. ст. Арыс
Арыс өзені – Шәуілдір а.	14700	1904, 1960...1996, 2008...2015	$y = 6,8163x + 0,2897$	1960...1990, n=30	0,94	0,084	11,2	1997...2007	Жабғалысу өзені – Жабғалы а
Көкбұлақ өзені – Пістелі а.	76	1963, 1964...1994, 2001, 2009...2015	$y = 0,2381x - 0,8539$	1964...1994, 2009...2015, n=37	0,84	0,085	9,9	1960...1963, 1995...2001	Машат өзені – Кершетас а.
Ақсу өзені – Қолкент а.	744	1955, 1960...1994, 2008...2015	$y = 0,6236x - 28,97$	1960...1993, n=33	0,96	0,091	10,5	1992, 1994...2008	Боралдай өзені – Боралдай а.
Шұбар өзені – Шұбар а.	271	1976, 1977...1999, 2008...2015	$y = 0,4684x - 16,905$	1977...1995, 2000...2007, n=25	0,85	0,095	8,9	1976, 1999...2008	Боралдай өзені – Боралдай а.
Боралдай өзені – Васильевка а.	114	1956, 1960...1998, 2005...2015	$y = 0,2203x + 3,7398$	1960...1995, n=35	0,87	0,082	10,6	1998...2005	Боралдай өзені – Боралдай а.
Боралдай өзені – Боралдай а.	1460	1965...2015	$y = 0,1905x + 5,3855$	1966-1997, n=31	0,91	0,093	9,8	1960...1965	Боралдай өзені – Васильевка а.
Бадам өзені – Қызылжар а.	1970	1953, 1960...1994, 2006...2015	$y = 0,1527x + 7,4199$	1960...1977, 1979...1993, n=31	0,95	0,085	11,2	1978, 1992, 1995...2006	Бадам өзені – Қараспан а.
Арыстанды өзені – Алғабас а.	533	1964...2015	$y = 0,1937x - 0,2664$	1970...2015, n=45	0,95	0,083	11,4	1960...1964	Шаян 1 өзені – Ақбет өз. сағ 3,3 км төмен
Канал – Алғабас а.		1969, 1982...2015	$y = 0,1963x - 0,362$	1982...2015, n=33	0,93	0,086	10,8	1960...1982	Шаян 1 өзені – Ақбет өз. сағ 3,3 км төмен

Алынып отырған өзен бекеттердің гидрологиялық бақылау қатары толық болмағандықтан қалпына келтірілді. Гидрологиялық бақылау қатарына талдау жасау, есептерде қолдану біртектілікке бағалаудан басталуы керек. Біртекті емес қатарды пайдалану объективті емес нәтижелерді алуға әкеліп соқтыруы мүмкін. Сонымен қатар, әр түрлі өзендерге

жататын ағынды қатарларын бірі кеңістіктік – уақыттық статистикалық қатарға, бірі уақыттық статистикалық қатарға біріктірген жағдайда олардың біртектілік дәрежелерін анықтау маңызды болып табылады. Біртектілікке талдау жасау зерттеліп отырған жиынтықтарға сапалық критерийлерді қолдану арқылы атқарылады [1].

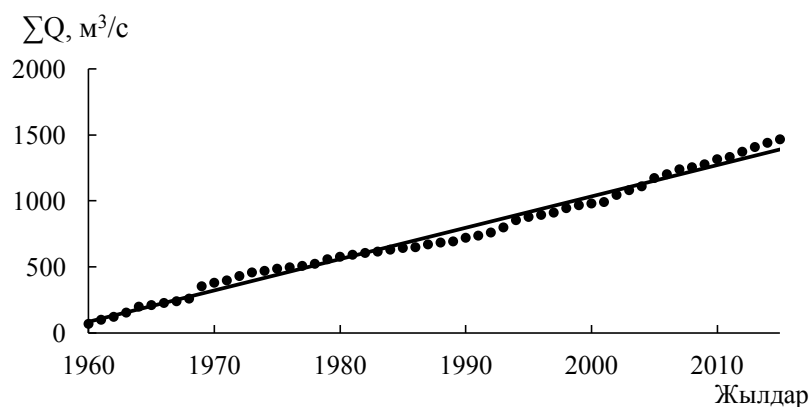
Қалпына келтірілген қатарды біртектілікке тексеру нәтижесі

Өзен-бекет	Фишер критерийі			Стьюдент критерийі			Вилькоксон критерийі			
	F	F _{5%}	нәтижесі	t	t _{5%}	нәтижесі	U	U ₂	U	нәтижесі
Сырдария өз. – Келес өз. сағасынан жоғары	1,05	4,97	біртекті	2,04	5,01	біртекті	53,2	201	193	біртекті
Сырдария өзені – Шардара су койм. жоғ. бьефі	1,56	3,36	біртекті	3,17	4,94	біртекті	139	400	175	біртекті
Сырдария өзені – Көктөбе уч.	1,00	4,54	біртекті	2,05	5,04	біртекті	44,8	183	162	біртекті
Сырдария өзені – Төменарық т.ж. ст.	2,53	2,98	біртекті	1,24	4,87	біртекті	113	367	158	біртекті
Сырдария өзені – Кергелмес раз.	2,1	3,32	біртекті	2,00	4,93	біртекті	81,9	282	96	біртекті
Сырдария өзені – Тасбөгет пгт	1,06	5,45	біртекті	3,88	5,12	біртекті	25,8	128	135	біртекті емес
Сырдария өзені – Қараөзек т.ж.ст.	1,94	3,16	біртекті	1,56	4,90	біртекті	36,7	194	72	біртекті
Сырдария өзені – Жосалы пгт	7,17	5,00	біртекті емес	3,10	5,00	біртекті	49,0	190	179	біртекті
Сырдария өзені – Қазалы қ.	4,02	2,17	біртекті емес	1,94	2,0	біртекті	87	212	75	біртекті емес
Сырдария өзені, Қараөзек тармағы – т.ж. ст. Қараөзек	20	2,12	біртекті емес	0,45	2,39	біртекті	121	298	131	біртекті
Келес өзені – саға	1,52	3,26	біртекті	3,83	2,44	біртекті емес	87	218	251	біртекті емес
Арыс өзені – Жаскешу ауылы	2,27	2,29	біртекті	0,97	2,41	біртекті	119	285	148	біртекті
Арыс өзені – Шәуілдір а.	1,28	2,20	біртекті	1,03	2,40	біртекті	83	226	95	біртекті
Көкбұлақ өзені – Пістелі а.	3,16	3,13	біртекті емес	2,28	2,44	біртекті	60	167	176	біртекті емес
Ақсу өзені – Қолкент а.	1,96	3,13	біртекті	0,55	2,44	біртекті	99	242	181	біртекті
Шұбар өзені – Шұбар а.	1,29	3,5	біртекті	4,12	2,45	біртекті емес	65	174	207	біртекті емес
Боралдай өзені – Васильевка а.	1,33	2,17	біртекті	1,33	2,00	біртекті	143	306	161	біртекті
Боралдай өзені – Боралдай а.	5,46	2,09	біртекті емес	0,30	2,00	біртекті	138	303	196	біртекті
Бадам өзені – Қызылжар а.	1,54	2,50	біртекті	1,12	2,02	біртекті	98	223	101	біртекті
Арыстанды өзені – Алғабас а.	1,14	2,27	біртекті	3,28	2,01	біртекті емес	183	366	438	біртекті емес
Канал – Алғабас а.	2,84	2,85	біртекті	1,12	2,04	біртекті	62	157	144	біртекті

Кесте 2-де гидрологиялық қатарлардың біртектілігінің нәтижесі көрсетілген. Гидрологиялық қатарларды біртектілікке тексеру үшін Фишер (F), Стьюдент (t) және Вилькоксон критерийлері (U) қолданылды. Инженерлік-гидрологиялық есептеулерде гидрологиялық бақылау қатарын талдау үшін статистикалық әдістер қолданылғанда бастапқы ақпарат біртекті деп қарастырылады. Дегенмен кесте 2-ден көріп отырғанымыздай біртекті емес жағдайлар да орын алды. Бұл бекеттерде гидрологиялық қатардың біртектілігінің бұзылуы ағынды қалыптастырушы табиғи және жасанды факторлардың уақыт және кеңістік бойынша өзгеруімен байланыстырылады. Табиғи себептерге байланысты

өзгеруін, жылдық ағындының қалыптасуына ылғал жеткіліксіз аудандарда тұйық макро және микроойыстардың тигізетін әсерлерін айтуға болады. Сонымен қатар бойында нөлдік мәндері бар ағынды қатарын келтіруге болады.

Біртектіліктің бұзылуы Арыстанды өзені – Алғабас а., Боралдай өзені – Боралдай а., Көкбұлақ өзені – Пістелі а. бекеттерінен көрініс берген. Бұл бекеттерде өзен суының қыс мезгілінде түбіне дейін қатуы және жазда арнасының құрғап қалуы себебінен ағынның сарқылуы қатардың біртектілігінің бұзылуына себеп болады. Сонымен қатар су жинау алабында және су арнасында жүргізілген шаруашылық іс-әрекеттің қарқынды өсуі біртектілікті бұзады.



Сур. 3. Арыс өзені Арыс т.ж.бекетінің (1960...2015 жж.) жиынтық интеграл қисығы.

Арыс өзені Сырдария өзенінің оң жақ саласы. Арыс өзеніне антропогендік әсерді бағалау үшін жиынтық интеграл қисығы тұрғызылды (сурет 3). Жиынтық интеграл қисығының өзгерісі өзен алабында 3 СЭС салынғанынан және өзеннен тікелей каналдардың бастау алуынан болып отыр. Өзен суы егістікке, бау-бақшаға суаруға пайдаланады, сонымен қатар бұл аймақта халық тығыз қоныстанғандықтан өзен ағындысына антропогендік әсердің көрінісі айқын байқалады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қарастырылып отырған Сырдария алабы өзендерінің қалыпты жылдық ағынды қабаты су өтімі деректерінің мәні қайта қалпына келтіріліп, бақылау қатары ұзартылды. Аталған өзен алабы бойынша бақылау деректерінің мәліметтері түрлі ақпарат көздерінен жинақталып, талданды. Алынған деректер негізінде айырымдық интеграл қисықтары тұрғызылып, есептік кезең алынды. Есептік кезеңнің негізінде алаптағы әрекет етуші бекеттер мәліметтері сараланды.

Деректерін қалпына келтіруге тиісті бекеттер анықталып, корреляциялық байланыс негізінде аталмыш коэффициенттері есептелді, регрессия теңдеуі негізінде орташа жылдық су өтімі деректерінің есептік өзен бекеті мен аналог өзен бекетінің арасындағы байланыс графиктері тұрғызылды. Барлық қалпына келтірілген деректер бойынша кесте жасалды. Қалпына келтірілген гидрологиялық қатарлар Фишер, Стьюдент және Вилькоксон критерийлері арқылы біртектілікке тексерілді. Аталған өзен алабы бойынша Арыс өзені – Арыс бекеті мысалында жиынтық интеграл қисығы тұрғызылып, антропогендік әсер бағаланды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Болдырев В.М. Практикум по дисциплине гидрологические расчеты. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – 40 с.
2. Давлетғалиев С.К., Джусупбеков Д.К., Молдахметов М.М. Гидрологиялық ақпаратты математикалық өңдеу әдістері. – Алматы, «Қазақ университеті», 2012. – 304 с.
3. Достай, Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Водные Ресурсы Казахстана: оценка, прогноз управление. Том 7. Ресурсы речного стока Казахстана. Кн.2: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана. – Алматы, 2012 г. – С. 97-98.
4. Достай, Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Оценка водных ресурсов на современном этапе развития Арало-Сырдарьинского природнохозяйственного комплекса // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №1. – С. 93-102.
5. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 4. Узбекская ССР (1987). – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 285 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12-15. Вып. 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 646 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Том 14 Средняя Азия. Выпуск 1 Бассейн р.Сырдарья (1965). – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 477 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 14 Средняя Азия. Выпуск 1 Бассейн р.Сырдарья (за 1963-1970 гг. и весь период наблюдений) (1974). – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 526 с.
9. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1983. – 36 с.
10. СП-33-101-2003. Определение основных

расчетных характеристик – М.: Госстрой России, 2004. – 71 с.

11. How to do hydrological data validation using regression // World Bank & Government of The Netherlands funded /// New Delhi, February 2002 [Электр. ресурс]. – URL: <http://nhp.mowr.gov.in/Docs/HP-2/Manuals/WaterLevel-37Howtodohydrologi.pdf>

12. The New Zealand Digital Library Project // Department of Computer Science, University of Waikato, Handbook for agrohydrology // Chapter 8: Data analysis [Электр. ресурс]. – URL: <http://www.nzdl.org/gsdmod?e=d-00000-00---off-0hdl-00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1.8&d=HASH3b4d99e5f9716ab628b9b2.11.fc>

REFERENCES

1. *Boldyrev V.M.* Praktikum po distsipline gidrologicheskie raschety. – Almaty: Kazak universiteti, 2000. – 40 s.

2. *Davletgaliev S.K., Dzhusupbekov D.K., Moldakhmetov M.M.* Hidrologiyalyq akparatty matematikalық өңдеу әдистері. – Almaty, «Kazak universiteti», 2012. – 304 s.

3. *Dostai, Zh.D., Alimkulov S.K., Saparova A.A.* Vodnye Resursy Kazakhstana: otsenka, prognoz upravlenie. Tom 7. Resursy rechnogo stoka Kazakhstana. Kn.2: Vozobnovlyaemye resursy poverkhnostnykh vod yuga i yugo-vostoka Kazakhstana. – Almaty, 2012 g. – S. 97-98.

4. *Dostai, Zh.D., Alimkulov S.K., Saparova A.A.* Otsenka vodnykh resursov na sovremennom etape razvitiya Aralo-Syrdar'inskogo prirodnokhozyaistvennogo kompleksa //

Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2016. – №1. – S. 93-102.

5. *Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi.* Tom 4. Uzbekskaaya SSR (1987). – L.: Gidrometeoizdat, 1987. – 285 s.

6. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR.* T. 12-15. Vyp. 2. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – 646 s.

7. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost'.* Tom 14 Srednyaya Aziya. Vypusk 1 Bassein r.Syrdar'i (1965). – L.: Gidrometeoizdat, 1967. – 477 s.

8. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki.* Tom 14 Srednyaya Aziya. Vypusk 1 Bassein r.Syrdar'i (za 1963-1970 gg. i ves' period nablyudenii) (1974). – L.: Gidrometeoizdat, 1974. – 526 s.

9. SNiP 2.01.14-83. Opredelenie raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik. – M.: Stroizdat, 1983. – 36 s.

10. SP-33-101-2003. Opredelenie osnovnykh raschetnykh kharakteristik – M.: Gosstroj Rossii, 2004. – 71 s.

11. How to do hydrological data validation using regression // World Bank & Government of The Netherlands funded /// New Delhi, February 2002 [Elektr. resurs]. – URL: <http://nhp.mowr.gov.in/Docs/HP-2/Manuals/WaterLevel-37Howtodohydrologi.pdf>

12. The New Zealand Digital Library Project // Department of Computer Science, University of Waikato, Handbook for agrohydrology // Chapter 8: Data analysis [Elektr. resurs]. – URL: <http://www.nzdl.org/gsdmod?e=d-00000-00---off-0hdl--00-0--0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50--20-about---00-0-1-00-0--4---0-0-11-10-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1.8&d=HASH3b4d99e5f9716ab628b9b2.11.fc>

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ ГОДОВОГО СТОКА БАССЕЙНА РЕКИ СЫРДАРЬЯ

Т.М. Казакбаева¹

¹ *Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*
E-mail: t.kazakhbaeva@mail.ru

Выполнено восстановление данных годового стока и получены корреляционные зависимости, которые были использованы для расчета нормы стока по каждой из выбранных рек в бассейне реки Сырдарья. По данным стока с помощью коэффициента вариации построены разностные интегральные кривые. При восстановлении отсутствующих данных годового стока применен метод «реки-аналога». Фактические ряды наблюдений приведены к многолетнему

периоду. Расчетный период был выбран с 1960 по 2015 гг. Так же даны количественные оценки эффективности приведения средних значений стока к многолетнему периоду.

Ключевые слова: годовой сток, расчетный период, коэффициент корреляции, уравнение регрессии, разностная интегральная кривая, река-аналог

DATA RECOVERY OF ANNUAL RIVER RUNOFF IN THE SYRDARYA RIVER BASIN

T. M. Kazakbayeva¹

¹al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: t.kazakhbaeva@mail.ru

The data recovery of the annual runoff was carried out and correlation dependences were obtained, which were used to calculate the runoff rate for each of the selected rivers in the Syrdariya river basin. Differential integral curves were constructed from the runoff data using the variability index. When restoring the missing data on the annual runoff, the river-analogue method was applied. The actual series of observations are given for a long-term period. The base period was chosen from 1960 to 2015. Quantitative estimates of the effectiveness of bringing the average values to a multi-year period are also provided.

Keywords: annual runoff, calculation period, correlation coefficient, regression equation, difference integral curve, analog river