

**А.К. Мусина** , **А.Д. Шайбек** , **Ж.А. Жанабаева** ,  
**Ж.Т. Раймбекова** 

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.  
\*Корреспонденттік автор – А.Д. Шайбек, [shaibek.aiya@gmail.com](mailto:shaibek.aiya@gmail.com)

## ШУ-ТАЛАС АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ АҒЫНДЫСЫНА ІРІ СУ ҚОЙМАЛАРДЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Мақалада гидрологиялық деректерді жинау және талдау негізінде антропогендік факторларды ескере отырып, Шу-Талас алабы өзендерінің жылдық ағындысына ірі су қоймалардың әсері бағаланды. Алап бойынша гидрологиялық мәліметтер қоры жеткіліксіз болғандықтан, таңдалған есептік кезең бойынша гидрологиялық мәлімет қатары ұқсасөзен тәсілін пайдалану арқылы қалпына келтірілді. Алаптағы өзендердің қатарішілік біртектілігі Stok-Stat бағдарламасы көмегімен Стюдент, Фишер, Вилкоксон критерийлері бойынша бағаланды. Бағалау қорытындылары оң нәтиже көрсетті, сол себептен де өзен ағындысына ықпал ететін адамның шаруашылық іс-әрекетінің дәрежесін анықтау мақсатында жиынтық интеграл қисықтары тұрғызылды. Графиктік тәсіл көмегімен ағындының өзгеріске ұшырағандығы және оның басталу датасы су қоймалардың салынып, пайдалануға берілген уақытымен тұстас екендігі анықталды. Ірі су қоймалардың әсерінен ағындысы өзгеріске ұшыраған өзендердің су қоймалар салынғанға дейін және одан кейінгі ағындысының статистикалық параметрлері анықталды. Су қойманың ағындыға әсері жиынтық интеграл қисықтары мен табиғи және бұзылған кезеңдерге тұрғызылған қамтамасыздық қисықтары бойынша алынған түрлі қамтамасыздықтағы ықтимал мәндерді салыстыру арқылы бағаланды. Зерттеу нәтижелері су қоймаларды жобалау, сондай-ақ су қойманың ағынды режиміне әсерін бағалау кезінде практикалық мәнге ие.

**Түйін сөздер:** статистикалық әдіс, орташа жылдық су өтімі, қатардың біртектілігі, шартты табиғи кезең, тұрмыстық кезең, табиғи кезең.

A. Mussina, A. Shaybek, Zh. Zhanabayeva, Zh. Raimbekova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*Correspondent author - A.D. Shaybek, [shaibek.aiya@gmail.com](mailto:shaibek.aiya@gmail.com)

### Assessment of the large reservoirs impact on the Shu-Talas basin rivers runoff

The article based on the collection and analysis of hydrological data, the assessment of the impact of large reservoirs on the annual flow of the Shu-Talas river basin using well-known statistical methods was considered. Due to the insufficient hydrological database for the basin, the hydrological data series was restored using the analog method for the selected reporting period. The uniformity of the river series in this basin was evaluated using the StokStat program and the Student, Fisher, and Wilcoxon criteria. The results of the assessment showed a positive result, so integral curves were constructed to determine the degree of human economic activity that affects the flow of the river. Using the graphical method, it is established that the flow has changed and the date of its beginning coincides with the time of construction and commissioning of reservoirs. The results of the assessment showed a positive result, so integral curves were constructed to determine the degree of human economic activity affecting the flow of the river. Using the graphical method, it is established that the flow has changed and the date of its beginning coincides with the time of construction and commissioning of reservoirs. Statistical parameters of river flow that are subject to changes in flow under the influence of large reservoirs before and after construction were determined. The impact of reservoirs on runoff was estimated by comparing the possible values of different security obtained from the total integral curves and security curves constructed during natural and disturbed periods. The results of the study are of practical use in the design of reservoirs and the assessment of their impact on the regime.

**Key words:** statistical method, average annual water consumption, series uniformity, conditional natural flow, household flow.

А.К. Мусина, А.Д. Шайбек, Ж.А. Жанабаева, Ж.Т. Раймбекова  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы  
\*Корреспондентский автор – А.Д.Шайбек, shaibek.aiya@gmail.com

### Оценка влияния крупных водохранилищ на сток рек Шу-Таласского бассейна

В статье на основе сбора и анализа гидрологических данных была рассмотрена оценка влияния крупных водохранилищ на годовой сток рек Шу-Таласского бассейна с использованием известных статистических методов. Из-за недостаточной гидрологической базы данных по бассейну за выбранный отчетный период гидрологический ряд данных восстановлен с использованием аналогового метода. Однородность рядов рек данного бассейна была оценена с помощью программы StokStat и по критериям Стьюдента, Фишера, Вилкоксона. Результаты оценки показали положительный результат, поэтому были построены интегральные кривые с целью определения степени хозяйственной деятельности человека, влияющей на сток рек. С помощью графического метода установлено, что сток изменился и дата его начала совпадает со временем строительства и ввода в эксплуатацию водохранилищ. Определены статистические параметры стока рек, подверженных изменению стока под влиянием крупных водохранилищ до и после строительства. Влияние водохранилищ на сток оценивалось путем сравнения возможных значений различной обеспеченности, полученных по суммарным интегральным кривым и кривым обеспеченности, возведенным в естественные и нарушенные периоды. Результаты исследования имеют практическое применение при проектировании водохранилищ и оценке их влияния на режим.

**Ключевые слова:** статистический метод, среднегодовой расход воды, однородность ряда, условно-естественный сток, бытовой сток, естественный сток.

### Кіріспе

Табиғи су әрқашан қоғамның дамуында маңызды рөл атқарады. Қоғамның тұрғы суға артып келе жатқан сұраныстарын өтеу үшін су объектілерінің табиғи режимі адамның шаруашылық іс-әрекетінің нәтижесінде айтарлықтай өзгерістерге ұшырап жатыр, өзендердің ағынды режимін су қойма арқылы реттеу соның бір дәлелі болып табылады. Өзен ағындысының адамның шаруашылық іс-әрекетінің нәтижесінде өзгеріске ұшырауын бағалау өте күрделі, әрі оның ғылыми және тәжірибелік маңызы үлкен.

Су қоймаларды салудың көпжылдық тарихына қарамастан, олардың өзеннің ағынды режиміне, су теңдестігі мен қоршаған ортаға әсерін зерттеу әлі де жалғасып келеді.

Су қоймалардың өзен ағындысына әсерін бағалау мәселесіне көп жұмыстар арналған. Негізінен, өзен ағындысының өзгерістері сандық тұрғыдан бағаланып және екі аймаққа бөліп қарастырылған. Бірінші аймақта су

бетінен қосымша булану және екінші аймақта су астында қалған құрлық есебінен булану. А.Б. Авакянның (Авакян А.Б., 1977: 400) мәліметтері бойынша XIX және XX ғасырлардағы жер шарындағы су қоймаларының жалпы көлемі 15 км<sup>3</sup> құраса, ал қазіргі уақытта ол 6000 км<sup>3</sup> асады, яғни 400 есеге өскен. Бұрынғы КСРО аумағында XX ғасырдың соңғы онжылдығына дейін су қоймалардың жалпы көлемі 1195 км<sup>3</sup>, пайдалы көлемі 587 км<sup>3</sup> құрады. Сонымен қатар, өзендер ағындысының антропогендік әсерден өзгеруін бағалау жұмыстарын География институтының су ресурстары зертханасының мамандарының жарыққа шыққан ғылыми еңбектерінен көре аламыз (Алимулов С.К., 2018: 81), (Сатенбаев Е. Н., 2012: 262), (Медеу А.Р., 2012: 94).

В.С. Вуглинский жұмысында (Вуглинский В.С., 1981: 78) өзен алабының қарастырылып отырған аймағы шегінде су алмасу элементтерінің өзара байланыс теңдеуі бойынша ағындының өзгерісі бағаланған. Бірқатар авторлардың пікірі бойынша, (Вендров С.Л., 1979: 8), (Haddeland I., 2005: 33), (Yang T., 2006: 1833) су қоймаларды

салу барысында алаптың жалпы су ресурстары азаймайды, су алмасудың негізгі элементтері арасында ылғал қоры қайта бөлінеді деген тұжырым бар.

Көлемі 1 км<sup>3</sup> асатын ірі су қоймаларды салу табиғи ортаның әр түрлі құраушыларының айтарлықтай өзгеруіне және су бетінен қосымша буланудың нәтижесінде тұщы су қорының бір-шама азаюына әкеліп соқтырады. Алаптың жеке-леген аудандарындағы су ресурстарының азаюы шаруашылық қажеттіліктеріне жұмсалатын жалпы қайтарымсыз су тұтынудың айтарлықтай үлкен үлесін құрайды (Viemans H., 2011: 12), (Vorosmarty C.J., 1997a: 212)

Өзен ағындысы өзен алабындағы су алмасу процесінің нәтижелі интегралды көрсеткіші, сондықтан, су қойманы салу кезінде су теңдестігінің осы элементінің өзгерістерін бағалау ең үлкен тәжірибелік мәнге ие (Леонов Е.А., 1981: 404).

Су қоймаларды салу және пайдалану нәтижесінде Шу-Талас алабының негізгі өзендерінің гидрологиялық режимі айтарлықтай өзгерді, бұл өзгерістердің шамасы су қоймалардың пайдалы сыйымдылығы мен өзен ағындысы көлемінің арақатынасымен анықталды. Шу-Талас алабы өзендері ағындысының режиміндегі өзгерістер соңғы он жылдықта шаруашылық қызметтен туындағанын көруге болады, ал өзен ағындысына айрықша әсерін тигізген су қоймалар мен тоғандардың құрылысы сонау 1960 жылдан басталса, 1920-1930 жылдары өзен ағындысы суаруға бөлініп алынды, 1959 жылы Шу өзенінің ағындысы Ортокой су қоймасымен және 1974 жылы Тасөткел су қоймасымен реттелді.

### Зерттеу объектілері

Шу мен Талас өзендері Тянь-Шань тауынан бастауын алып, Солтүстік Қырғызстан мен Оңтүстік Қазақстан аумақтары арқылы өтеді және солтүстік-батыс бағытымен ағып, Тұран ойпатында жоғалады (1-сурет). Алаптың жалпы ауданы 64,3 мың км<sup>2</sup> (Қырғызстан Республикасының аумағының бір бөлігін қоса алғанда). Алап аумағының негізгі бөлігі Жамбыл облысының 73 % шөл және шөлейт жерлерін қамтиды, Тянь-Шань тау жүйесінің 14 %, тау бөктеріндегі дала бөлігі 13 % құрайды. Шу-Талас су-шаруашылық алабында ірі өзендермен қатар, 204 шағын өзен бар. Алап өзендерінің ағындысы толығымен Қырғызстан Республикасының аумағында қалыптасады (Мусина А.К., 2018: 25)

Қазіргі уақытта алаптың негізгі өзендерінің

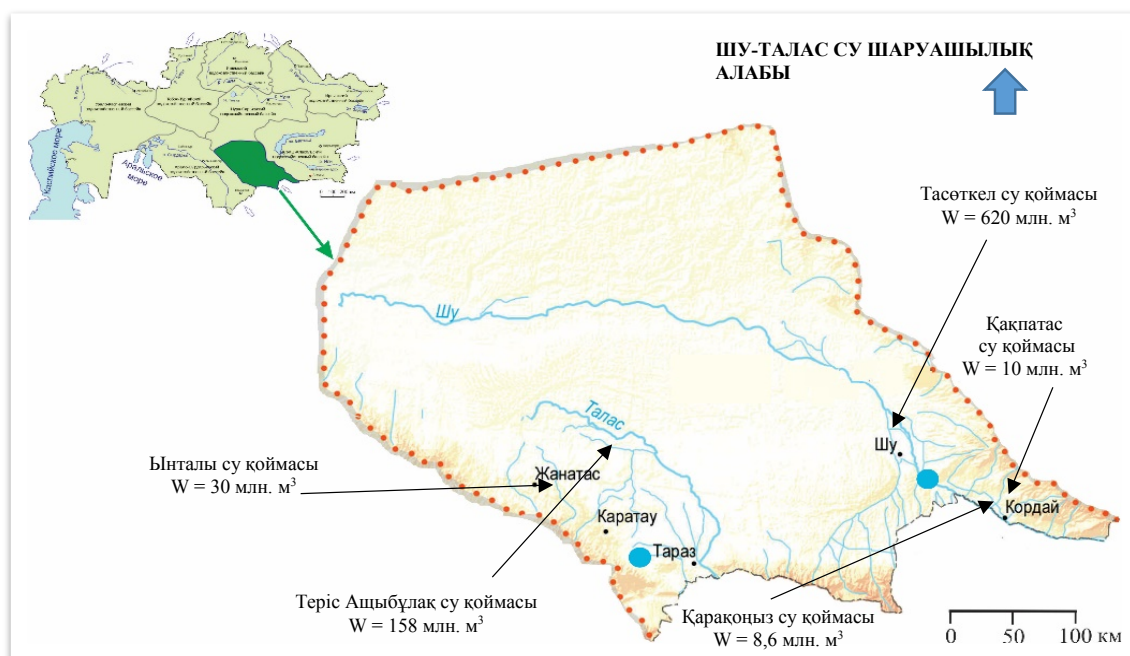
ағындысы су қоймаларымен реттелген. Шу-Талас алабы инспекциясының деректеріне сәйкес алапта жұмыс істеп тұрған 32 су қойма бар. Оның ішінде үш ірі су қойма: Жамбыл облысы Шу ауданында, Шу өзенінің төменгі ағысында орналасқан Тасөткел су қоймасы; Жамбыл облысы Жуалы ауданындағы Теріс өзенінде орналасқан Теріс-Ащыбұлақ су қоймасы; Сарысу ауданындағы Шабакты өзенінде орналасқан Ынталы су қоймасы. Сыйымдылығы 10 млн м<sup>3</sup> - 2 шағын су қойма және 36 кіші су қоймалар бар (Бурлибаев М.Ж., 2018: 511).

Барлық су қоймалар ҚР Ауыл шаруашылығы Министрлігінің Су ресурстары комитетінің РМК «Қазсушаруашылығы» мекемесіне қарасты. Оңтүстік-Қазақстан облысының Созақ ауданында Шу өзенінің төменгі ағысында жалпы сыйымдылығы 13 млн м<sup>3</sup> асатын 11 су қойма бар, олар ауданы 1300 га жуық суармалы жерлерді суландыруға пайдаланылады. Алаптың ірі су қоймалары 1-кестеде, ал алап бойынша орналасу сұлбасы 1-суретте көрсетілген. Шу-Талас өзені алабының ағындысы шаруашылықтың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Осы мақсатта көптеген өзендердің бойында ірі су қоймалар мен шағын тоғандар салынып, олар өзеннің гидрологиялық режимінің өзгеруіне әкелуде. Шу-Талас өзені алабында жалпы республикалық меншікке тиесілі 41 (5 ірі, 36 кіші) су қойма бар. Ал коммуналдық меншікке 111 су қойма және 80 тоған, жеке меншілікке 9 су қойма, 5 тоған тиесілі. Шу, Талас және Аса өзендеріндегі ірі су қоймалардың толық көлемі 10 млн м<sup>3</sup> аспайды (1-кесте).

Шу – Талас су шаруашылық алабындағы ірі су қоймалар Қырғызстан Республикасына тиесілі болғандықтан, көрші мемлекеттің су қоймаларын да есепке алуымыз керек. Олай дейтініміз, Қазақстанмен шекарада ондаған километрде орналасқан, жалпы көлемі 550 млн м<sup>3</sup> құрайтын қырғыз жеріндегі Киров су қоймасы Жамбыл облысының Талас, Байзақ, Жамбыл және Сарысу аудандарындағы 64 мың гектар жерді және Тараз қаласындағы бірқатар аумақты сумен қамтамасыз етеді. Су қойма 1975 жылы Талас облысының Манас және Кара-Буура аудандарының арасында салынып, пайдаланылуға берілді. Ал Қырғызстанның Ыстықкөл облысындағы Орта-Токой су қоймасы Жамбыл облысының Шу, Қордай және Мойынқұм аудандарын сумен қамтамасыз етеді. Аталған су қойманың құрылысы 1941 жылы басталып, 1960 жылы пайдаланылуға берілді. Жалпы көлемі – 470 млн м<sup>3</sup>.

**1-кесте – Шу-Талас су шаруашылық алабының ірі су қоймалары**

№	Су қойманың атауы	Су қойманың орналасқан жері	Пайдалануға берілген жыл	Жоба бойынша көлемі, млн м <sup>3</sup>		Реттеу түрі
				толық	пайдалы	
1	Тасөткел	Шу өз.	1975	620	322	маусымдық
2	Теріс - Ащыбұлақ	Теріс өз.	1962	158	143	маусымдық
3	Ынталы	Шабақты өз.	1975	30	30	маусымдық
4	Қарақоңыз	Қарақоңыз өз.	1986	8,6	8	маусымдық
5	Қақпатаc	Қақпатаc өз.	1988	10	9,5	маусымдық



**1-сурет – Шу-Талас су шаруашылық алабы және алаптағы ірі су қоймаларының орналасу сұлбасы**

**Ғылыми зерттеу әдіснамасы**

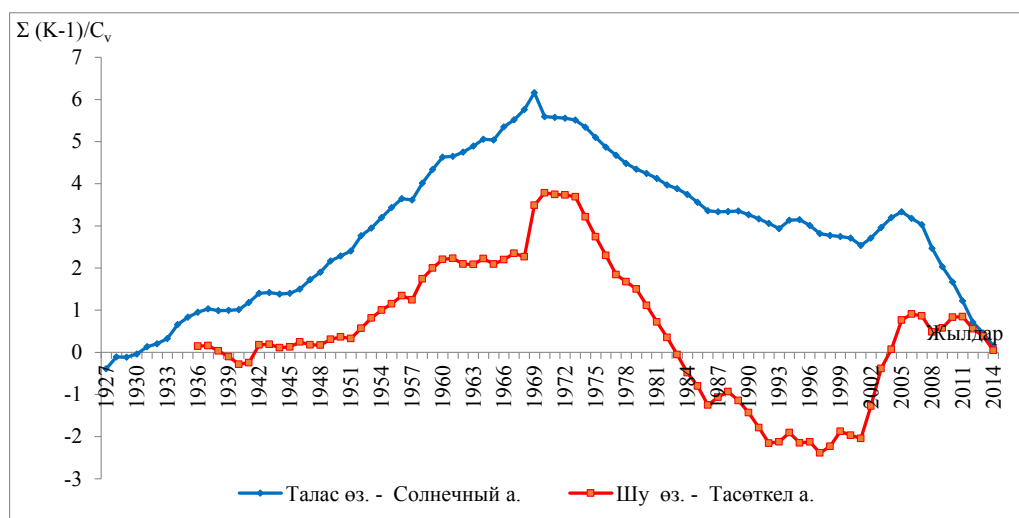
Шу-Талас су шаруашылық алабындағы ірі су қоймалардың ағындыға әсерін бағалау мақсатында РМК «Қазгидромет» мекемесінің гидрологиялық бекеттері бойынша жинақталған орташа жылдық су өтімдерінің мәндері (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973: 200), (Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 2005: 80), (Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 2015: 82) пайдаланылып, алаптың

гидрологиялық зерттелгендігіне баға берілді. Шу-Талас су шаруашылық инспекциясынан алаптағы жұмыс істеп тұрған су қоймалар жайлы жалпы мәліметтер және олардың пайдалы көлемдерінің шамалары туралы ақпараттар алынды.

Нәтижесінде, көлемі 100 млн м<sup>3</sup> асатын ірі 3 су қоймалардың Шу және Теріс өзендерінде орналасқандары анықталды. Су қоймалардың жылдық ағындыға әсерін бағалауға есептеу жұмыстарын жүргізу үшін Шу өз. – Тасөткел а., Шу өз. – Қайнар а., Теріс өз. – Нұрлықент а.

бекеттері бойынша ағынды қатарлары алынды. Ағынды қатарларын көпжылдық кезеңге

келтіру үшін айырымдық интеграл қисықтары тұрғызылды (2-сурет).



2-сурет – Шу-Талас алабындағы негізгі тірек-бекеттер бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисықтары

2-суретте көрсетілгендей Шу-Талас алабындағы негізгі тірек-бекеттер бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисықтары негізінде суы мол және суы аз жылдардың алмасуымен сипатталатын 1940-2015 жылдар аралығы есептік кезең ретінде таңдалып алынды.

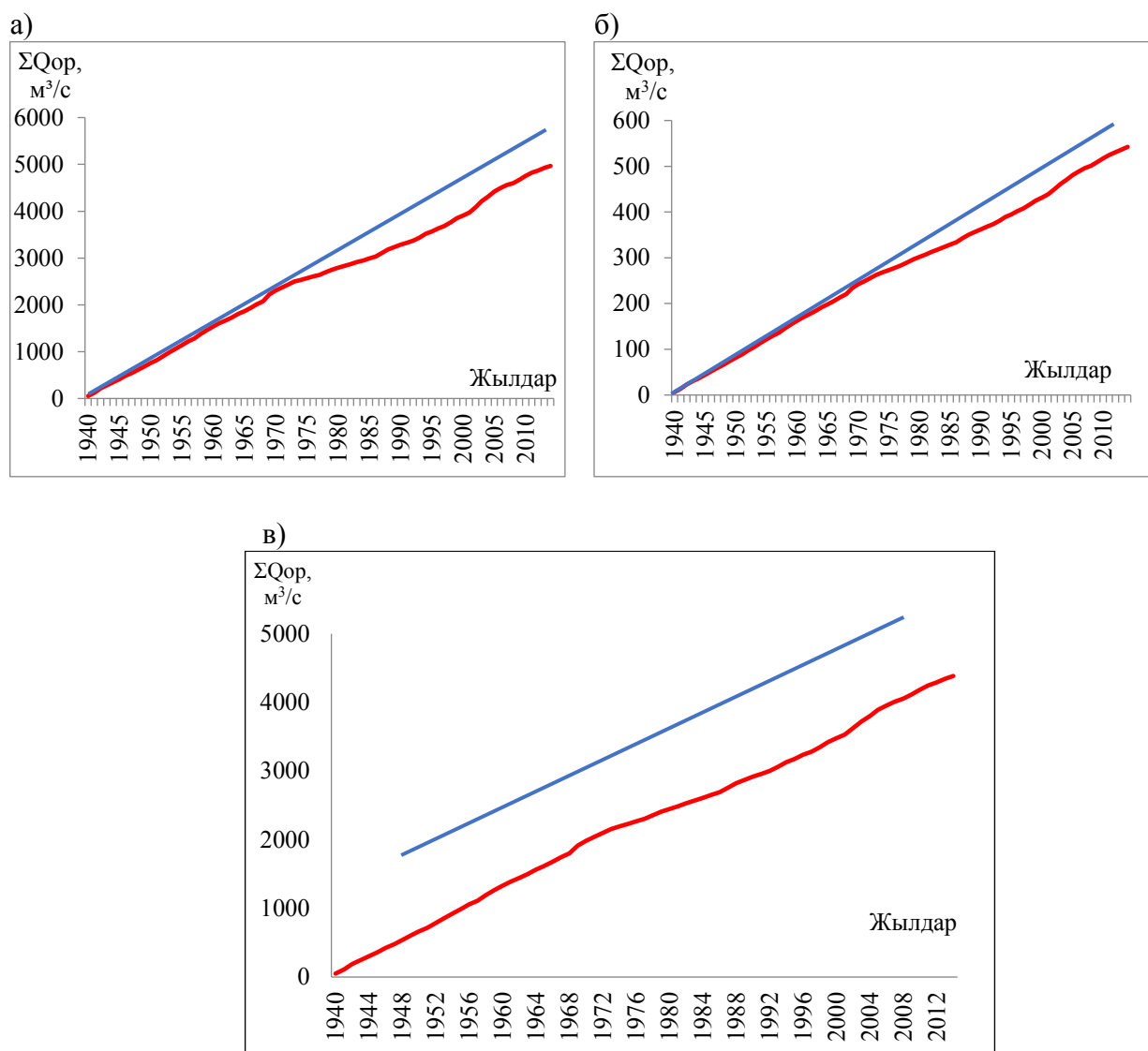
Қандай да бір гидрологиялық сипаттамалар жеткіліксіз болған жағдайда гидрологиялық қатарлардың біртектілігін сандық бағалауға мүмкіндік беретін статистикалық әдістерді қолдану орынды. Ағынды қатарларының бұзылу себептері туралы ешқандай мәліметтер болмаған жағдайда гидрологиялық қатарлардың біртектілігін параметрлік және параметрлік емес критерийлердің көмегімен бағалауға тура келеді (Давлетғалиев С. К., 2017: 8), (Rozhdestvensky, 2002: 25).

Инженерлік-гидрологиялық есептеулерде бірқатар гидрологиялық бақылауларды талдау үшін статистикалық әдістерді қолдануда бастапқы ақпарат біртекті деп қарастырылады. Алайда, бастапқы ақпараттар біртекті емес болатын бірқатар жағдайлар орын алуы мүмкін. Гидрологиялық қатардың біртектілігінің бұзылуы, әдетте, ағынды қалыптастырушы табиғи және антропогендік факторлардың уақыт және

кеңістік бойынша өзгергіштігімен байланыстырылады. Гидрологиялық қатардың біртектілігінің бұзылуының антропогендік себептерінің мысалы ретінде гидротехникалық имараттардың салынуы, суару жұмыстарының жүргізілуін атауға болады. Қатарды біртектілікке тексерудің белгілі графиктік әдісі жиынтық интеграл қисықтарын тұрғызу (3-сурет).

3-суретте көрсетілген жиынтық интеграл қисықтарды талдау 1970-1972 жж. дейінгі кезеңді табиғи кезең деп есептеуге болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді. 1960 жылдан бастап ірі су қоймалардың салынуы ағындының қарқынды өзгеруіне себеп болды. Табиғи және бұзылған кезеңдердің шамаланған бұзылу датасы 1970 жылға сәйкес келеді.

Қатардың біртектілігі Стьюдент, Фишер және Вилкоксон критерийлері арқылы тексерілді (2-кесте келтірілген). Стьюдент және Фишер критерийлері екі тәсілмен анықталды: 1) 1940-2015 жж. бақылау мәліметтері бойынша ағынды қатарларының қатарішілік автокорреляция коэффициенті есептелді. 2-тәсіл StokStat заманауи бағдарламасы бойынша қатарішілік автокорреляция коэффициентін ескерілмей есептелді.



**3-сурет** – Шу-Талас алабы өзендерінің жиынтық интеграл қисықтары. а) Шу өз. – Тасөткел а. б) Теріс өз. – Нұрлыкент а. в) Шу өз. – Кайнар а.

Бірінші (1940-1973 жж.) және екінші (1974-2015) кезеңнің сипаттамалары  $n_x$ ,  $\bar{Q}_x$ ,  $\sigma_x$ ,  $C_{vx}$  анықталды.

мұндағы  $n_x$  – зерттеліп отырған қатардың жылдар саны,  $\bar{Q}_x$  – кезеңнің орташа су өгімі,  $m^3/c$ ,  $\sigma_x$  – жылдық ағындының бірлік көлеміндегі өзгергіштік коэффициенті,  $C_{vx}$  – вариация коэффициенті.

Стьюдент (t) және Фишер (F) статистикалары (1) және (2) формулалар көмегімен анықталды (Рождественский А.В., 1974: 424):

$$t = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{n_1 \sigma_y^2 + n_2 \sigma_x^2}} \sqrt{\frac{n_1 n (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (1)$$

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad (2)$$

**2-кесте** – Стьюдент, Фишер және Вилкоксон критерийлері арқылы қатарды біртектілікке тексеру нәтижелері

№	Өзен-бекет	Есептеу әдісі	Қатарды біртектілікке тексеру									
			Фишер			Стьюдент		Вилкоксон				
			F	F <sub>a</sub>	Біртекті	t	t <sub>a</sub>	Біртекті	U	U1	U2	Біртекті
1	Шу өз. – Тасөткел а.	есептік	0,77	2,73	+	1,70	3,47	+	867	464	941	+
		StokStat	1,37	2,39	+	1,33	3,41	+				
2	Шу өз. – Қайнар а.	есептік	0,78	2,73	+	1,81	3,47	+	867	464	941	+
		StokStat	1,37	2,39	+	1,33	3,41	+				
3	Теріс өз. – Нұрлықент а.	есептік	0,78	2,73	+	1,90	3,47	+	867	464	941	+
		StokStat	1,37	2,39	+	1,33	3,41	+				

Жүргізілген есептеулерге сәйкес ағынды қатарларының мәліметтері оң болды, яғни біртекті болып анықталды. Дегенмен, алапта жүргізілген шаруашылық іс-әрекеттің дәлелді белгілері (су қоймалардың салынуы) және 3-суретте көрсетілген алап өзендері бойынша тұрғызылған жиынтық интеграл қисықтарының нәтижесі XX ғасырдың 70 ж. бастап табиғи ағындының бұзылғандығын, яғни өзгеріске ұшырағандығын көрсетті.

**Нәтижелері және талқылама**

Су қоймалар мен тоғандар жылдық ағындының азаю тенденциясын туындатады. Су қойманың сыйымдылығын толтыру мен су бетінен булану себебінен ағынды мөлшері азаяды. Сондықтан негізгі міндет су қоймалардың жылдық ағындыға тигізетін әсерін бағалау және су қоймалардың әсеріне ұшыраған ағындыны шартты-табиғи ағындыға келтіру арқылы соңғы онжылдықтарда бағытты өзгерістерге ие климаттық факторлардың әсер ету дәрежесін анықтау. Ол үшін ағынды қатарлары мәліметтерін, су қоймалардың географиялық орнын, пайдалы сыйымдылығын, ағындыға жүргізілген режимдік бақылауларға зерттеу жүргізу маңызды (Vogtsmarty C. J., 1997б: 216), (Давлетғалиев С.К., 2011: 7), (Шикломанов И.А., 1989: 334).

Су қойманың жылдық ағындыға тигізген әсері төменгі (3) формула арқылы есептелетін коэффициент көмегімен анықталады (Методическое указание по оценке влияния хозяйственной деятельности, 1986а: 130):

$$\sigma = 1 - W_T / (y_0 + W_T), \quad (3)$$

мұндағы  $\sigma$  – жылдық ағындының бірлік көлеміндегі өзгергіштік коэффициенті,  $y_0$  – шаруашылықтың әсерінен өзгеріске ұшыраған бұзылған ағынды;  $W_D$  – су қойманың толық көлемі

Су қойманың толу көлемі өтелімділік коэффициентімен (коэффициент сработки) анықталды:

$$W_T = K_{op} W_n, \quad (4)$$

мұндағы  $K_{cp}$  – ақтарылу коэффициенті (коэффициент сработки),  $W_n$  – су қойманың пайдалы сыйымдылығы.

Ағындының абсолютті өзгермелілігі келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta y_{op., жыл} = (1 - \sigma) \quad (5)$$

Шартты-табиғи ағынды келесі өрнекпен анықталды:

$$y_{таб} = y_{ор.жыл.б} + \Delta y_{ор.жыл} \quad (6)$$

Шартты-табиғи кезеңге келтіру үшін антропогендік жүктемені ескеретін жоғарыда келтірілген формулалар колданылды (Методические указание по оценке влияния

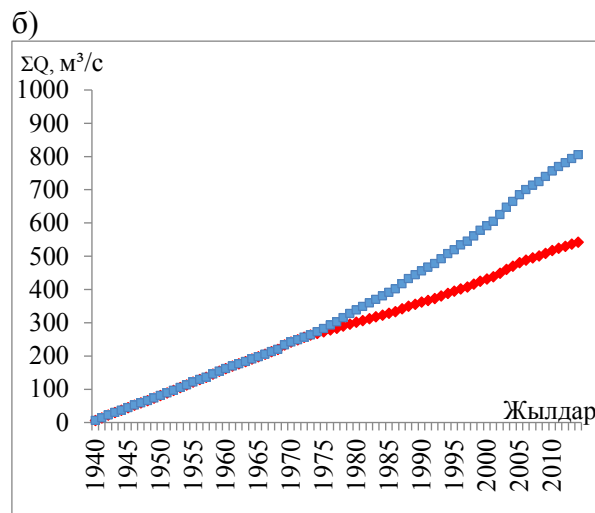
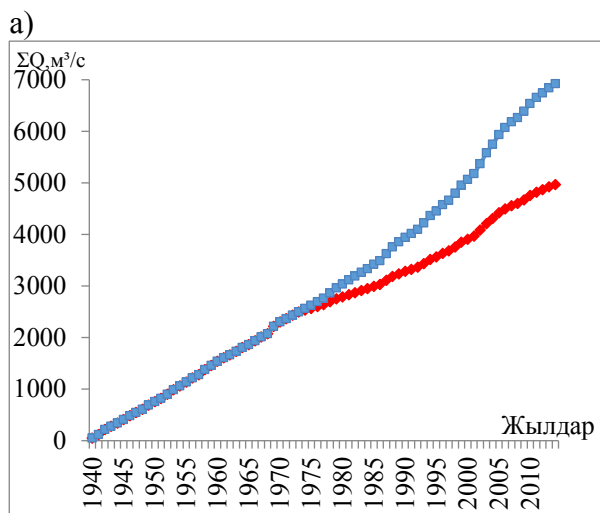
хозяйственной деятельности, 1986б: 130). Шу өз – Тасөткел а. үшін Тасөткел су қоймасы алынды (1974-2015 жж. үшін). Теріс өз. – Нұрлыкент а. үшін Ащыбұлақ суқоймасының тигізетін әсері ескерілді. Су қойма салынуы әсерінен табиғи ағындының төмендеуі 44,4 – 46,2 %-ға дейін жеткендігі анықталды. Табиғи ағындының төмендеуі төмендегі 3-кестеде келтірілген.

**3-кесте** – Табиғи ағындының ағынды көлемінің бөгендер әсерінен төмендеуі

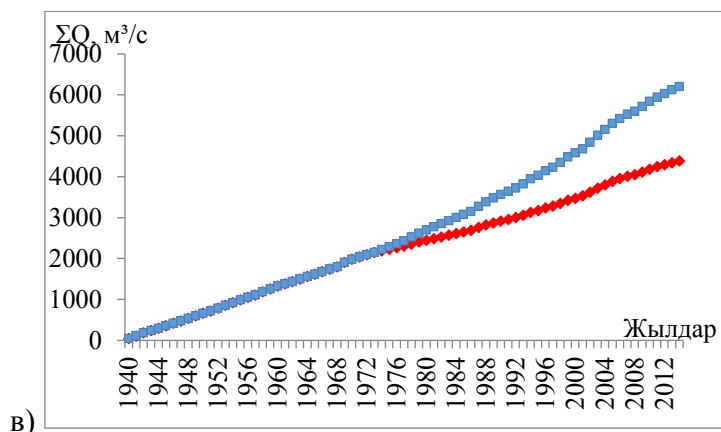
№	Өзен-бекет	Жылдар	$Q_{турм}$	$Q_{шарт-таб}$	$\Delta Q = Q_{турм} - Q_{таб}$	Өзгеріс, %
1	Шу өз. – Тасөткел а.	1974-2015	60	108	-48	44,4
2	Теріс өз. – Нұрлыкент а.	1974-2015	7	13	-6	46,2
3	Шу өз. – Қайнар а.	1974-2015	54	98	-44	44,8

Шу-Талас өзені алабында пайдалы көлемі 100 млн м<sup>3</sup> асатын Тасөткел және Теріс - Ащыбұлақ бөгендері Шу өз. – Тасөткел а., Теріс өз. – Нұрлыкент а., Шу өз. – Қайнар а. бекеттерінің ағындысының

бұзылуына алып келді. Себебі су қойманың сыйымдылығын толтырудан және су бетінен буланудан, суды шаруашылық салаларында қолданудан ағынды төмендейді. Бұдан басқа климаттық факторлардың да әсері жоқ емес.





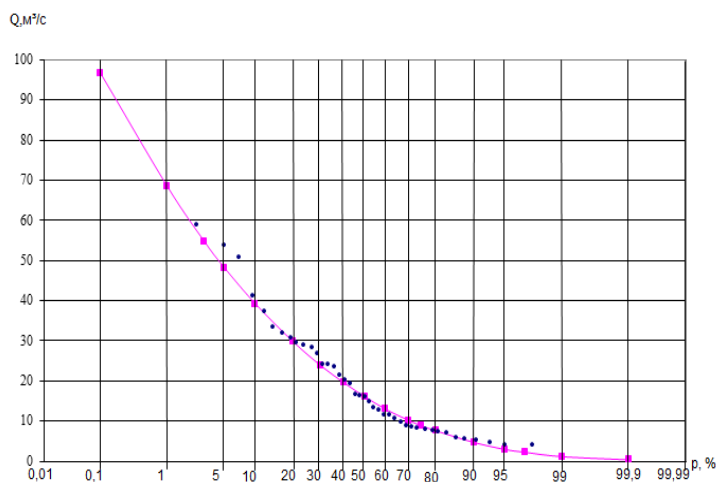


4-сурет – Тұрмыстық және табиғи ағындының интегралды қисықтары: а) Шу өз. – Тасөткел а. б) Теріс өз. – Нұрлықент а. в) Шу өз. – Қайнар а.

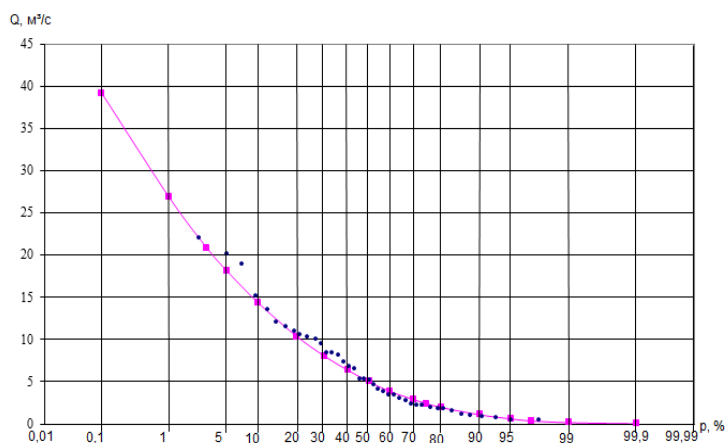
4-суретте көрсетілген жиынтық интегралдық қисықтарды талдау келесі қорытындыларды жасауға мүмкіндік береді: 1975 жылы Шу өзеніндегі Тасөткел су қоймасының пайдаланылуға берілуі және су алудың тиісінше ұлғаюы және су ағындысының шығындалуы, ағынды режимін қалыптастыру жағдайына айтарлықтай өзгерістерге алып келді. 1974 жылға дейінгі кезеңді, табиғи кезең деп есептеуге болады, ал 1974 жылдан бастап Шу өзені ағындысының қалыптасуы мен режимі жағдайында елеулі өзгерістер болған

кезең – бұзылған кезең болып есептеледі, бұл ірі ирригациялық жүйелер мен басқа да су қорғау орындарының құрылыстарымен байланысты.

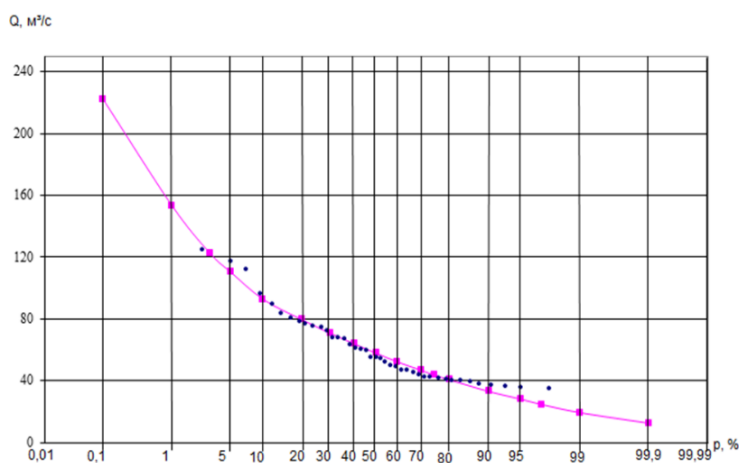
Шу-Талас алабында орналасқан 2 ірі су қойманың әсерінен өзгеріске ұшыраған орташа жылдық ағынды қатарларының статистикалық параметрлері есептеліп, сонымен қатар, су өтімдерінің қамтамасыздық қисықтарын тұрғызылды (5-7-суреттер), қамтамасыздығы әр түрлі орташа жылдық су өтімдерінің ықтимал мәндерінің таңдамалы нәтижелері төмендегі кестеде берілді (4-кесте).



5-сурет – Шу өз. – Тасөткел а. тұстамасы бойынша есептік кезеңге арналған (1940-2015 жж.) орташа жылдық су өтімдерінің қамтамасыздық қисығы



**6-сурет** – Теріс өз. – Нұрлықент а. тұстамасы бойынша есептік кезеңге арналған (1940-2015 жж.) орташа жылдық су өтімдерінің қамтамасыздық қисығы



**7-сурет** – Шу өз. – Қайнар а. тұстамасы бойынша есептік кезеңге арналған (1940-2015 жж.) орташа жылдық су өтімдерінің қамтамасыздық қисығы

**4-кесте** – Шу-Талас өзені алабы ағындысының статистикалық параметрлері және әртүрлі қамтамасыздықтағы жылдық су өтімдері

№	Өзен-бекет	Кезең	Qор	Cv	Cs	Әртүрлі қамтамасыздықтар %					
						5	10	50	75	99	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Шу өз. - Тасөткел а.	1940-2015	66,23	0,33	0,97	106	95,0	63,8	50,4	26,2	
		1940-1973	73,5	0,23	0,003	103	95,8	72,1	61,5	28,7	
		1974-2015	60,9	0,38	1,06	103	91,9	57,9	44,0	20,1	
		$\Delta = Q_{таб} - Q_{бұз}$	-8,05	15,2		-2,36	-3,26	-9,25	-12,7	-23,2	
2	Шу өз. - Қайнар а.	1940-2015	58,5	0,25	1,02	84,5	77,9	57,2	48,0	30,2	
		1940-1973	63,4	0,18	0,0001	83,3	78,4	62,6	55,4	40,1	
		1974-2015	54,4	0,29	1,06	83,8	76,1	52,8	42,7	23,7	

№	Өзен-бекет	Кезең	Qор	Cv	Cs	Әртүрлі қамтамасыздықтар %				
						5	10	50	75	99
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		$\Delta = Q_{таб} - Q_{бұз}$ .	-7,01	16,0		-0,83	-2,31	-7,69	-11,0	-21,5
2	Теріс өз. - Нұрлықент а.	1940-2015	7,23	0,21	1,01	9,9	9,24	7,11	0,71	0,36
		1940-1973	7,74	0,15	0,00003	9,89	9,37	7,66	0,96	0,63
		1974-2015	6,81	0,24	1,05	9,84	9,00	6,66	0,57	0,28
		$\Delta = Q_{таб} - Q_{бұз}$ .	-5,81	14,3		-0,61	-2,60	-6,33	-19,7	-22,2

4-кестеде қарастырылып отырған Шу-Талас өзені алабындағы бекеттер мәліметтері бойынша 3-кезеңге (толық, табиғи, бұзылған) қамтамасыздық қисықтары тұрғызылып, олардың түрлі қамтамасыздықтағы мәндері есептелді. Шу-Талас өзені алабы бойынша толық кезең мен бұзылған кезеңнің көпжылдық орташа мәндерінің айырмашылығы Шу өз. – Тасөткел б. бойынша айырмашылық 8 % төмендегенін көрсетсе, Теріс өз. – Нұрлықент б., Шу өз. – Қайнар б. бекеттеріндегі айырмашылық мардымсыз, 5-8 % тең.

Ал қамтамасыздығы 5 % с өтімдері бойынша Шу өз. – Тасөткел б. бекетінің айырмашылығы орташа мәнде – 2-7 % айырмашылыққа тең. Шу өз. – Қайнар б. тұстамасы бойынша 0,8-0,2 % төмендегенін көрсетті. Қамтамасыздығы 50 % тең 3 бекет бойынша да айырмашылық бірқалыпты шамада, 2-17 % арасында болды. Шу-Талас өзен алабы бойынша толық және бұзылған кезеңнің вариация коэффициентін салыстыра келе мынандай қорытындыға келеміз: зерттеліп отырған 3 бекеттердің барлығында толық кезеңнің вариация коэффициенті бұзылған кезеңнің вариация коэффициентінен кіші болды. Айырмашылық 16–14 % аралығында төмендегенін көрсетті.

### Қорытынды және тұжырымдама

Адамның шаруашылық қызметінің өзеннің су ресурстары, гидрологиялық режимі мен су теңдестігіне әсерін бағалау қазіргі заманғы гидрология ғылымының басты мәселелерінің бірі. Су ресурстарын тиімді пайдалану мен қорғау мақсатында, болашақта өзеннің гидрологиялық режимінің өзгеруіне әкелетін жоспарланған іс-шаралардың салдары туралы сенімді ақпараттардың болуы маңызды.

Ірі су қоймалардың өзен ағындысына әсерін бағалау бойынша жүргізілген зерттеулер аталған мәселелерді шешудің негізгі әдістемелік тәсілдерін тұжырымдауға және Шу-Талас өзен алаптары су ағындысының өзгерістерін бағалауға мүмкіндік берді. Методикалық әдістеме негізінде өзен ағындысының бұзылу фактілері анықталды.

Шу-Талас өзендері алабында тұрғызылған көпжылдық реттеу режимінде жұмыс жасайтын су қоймалар жылдық ағындыға айтарлықтай әсер етеді. Су қоймалар мен тоғандар тұрғызылғаннан кейін орташа жылдық ағынды шамалары шамамен 40-50 % төмендеген. Сонымен қатар, су қоймалар ең жоғары су өтімдерінің уақыттық, атап айтқанда жылышылық өзгерістеріне әсерін тигізген.

### Әдебиеттер

Biemans H., Haddeland I., Kabat P., Ludwig F., Hutjes R. W. A., Heinke J. Impact of reservoirs on river discharge and irrigation water supply during the 20th century // Water resources research. – 2011. – 15. <https://doi.org/10.1029/2009WR008929>.

Yang T., Zhang Q., Chen Y. D., Tao X., Xu C. Y., Chen X. A spatial assessment of hydrologic alteration caused by dam construction in the middle and lower Yellow River // Hydrol. Processes. – 2006. – 22(18):3829–3843. – <https://doi.org/10.1002/hyp.6993>.

- Vorosmarty C. J., The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world // *Ambio*. – 1997. – 219. – <https://doi.org/10.1029/1999GB900092>.
- Haddeland I., Skaugen T., Lettenmaier D.P., Anthropogenic impacts on continental surface water fluxes // *Geophys. Res. Lett.* – 2005. – 33 – <https://doi.org/10.1029/2006GL026047>.
- Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Давлетғалиев С.К. Ресурсы речного стока Казахстана // *Гидрометеорология и экология*. – 2018. – Б. 80-94
- Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – Алматы, 2012. – 94 б.
- Сатенбаев Е. Н., Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н.Н., Водопотребление отраслей экономики Казахстана: оценка и прогноз. – Алматы, 2012. – 262 б.
- Бурлибаев М.Ж., Шенбергер И.В., Бурлибаева Д.М., Смирнова Д.А., Скольский В.А., Айтурсев А.М., Линник А.С., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. Бассейны рек Шу и Талас. – Алматы, 2018. – 511 б.
- Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 б.
- Давлетғалиев С.К., Казакбаева Т.М. Восстановление годового стока рек бассейна Шу-Талас // *Материалы XXIV международной научно-практической конференции: «Развитие науки в XXI веке» 3 часть*. – Х.: научно-информационный центр «Знание», 2017. – Б. 5-14.
- Мусина А.К., Жанабаева Ж.А., Шайбек А.Д., Шу-Талас өзені алабының өзендері ағындысының көпжылдық тербелісін бағалау // *Вестник КазНУ*. – Алматы, 2018. – №1 (48). – 24-32 б.
- Давлетғалиев С.К. Влияние хозяйственной деятельности на годовой сток основных рек Жайык-Каспийского бассейна // *География және геоэкология мәселелері*. – 2011. – Б. 4-11.
- Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Шу и Талас // *Выпуск 8*. – Алматы, 2015. – 82 б.
- Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Сырдарья, Шу и Талас // *Выпуск 3*. – Алматы, 2005. – 98 б.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейны оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим // *Т14. Вып 2*. Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 308 б.
- Методическое указание по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик. – Л.: Гидрометеоздат. 1986 – 130 б.
- Леонов Е.А. Леонов В.Е. Применение линейного тренда к оценке и прогноза изменения годового стока под влиянием водохранилищ // *Известия ВГО*, 1981. – Том 113. Вып. 5. – Б. 403 – 410.
- Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 334 б.
- Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водоохранилища гидроэлектростанций СССР. – М.: Энергия, 1977. – 400 б.
- Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1991 – 224 б.
- Вуглинский В.С. К вопросу о методике учета влияния водохранилищ на речной сток. – *Труды ГТИ*. – Вып. 274. – Л.: Гидрометеоздат, 1981 – Б. 73-85.
- Вендров С.Л. Некоторые аспекты взаимодействия крупных водохранилищ и окружающей среды. // *Актуальные проблемы управления водными ресурсами и использование водохранилищ*, 1979. – Б. 3-13.

## References

- Biemans H., Haddeland I., Kabat P., Ludwig F., Hutjes R. W. A., Heinke J. Impact of reservoirs on river discharge and irrigation water supply during the 20th century // *Water resources research*. – 2011. – 15. <https://doi.org/10.1029/2009WR008929>.
- Yang T., Zhang Q., Chen Y. D., Tao X., Xu C. Y., Chen X. A spatial assessment of hydrologic alteration caused by dam construction in the middle and lower Yellow River // *Hydrol. Processes*. – 2006. – 22(18):3829–3843. – <https://doi.org/10.1002/hyp.6993>.
- Vorosmarty C. J., The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world // *Ambio*. – 1997. – 219. – <https://doi.org/10.1029/1999GB900092>.
- Haddeland I., Skaugen T., Lettenmaier D.P., Anthropogenic impacts on continental surface water fluxes // *Geophys. Res. Lett.* – 2005. – 33 – <https://doi.org/10.1029/2006GL026047>.
- Alimkulov S.K., Tursynova A.A., Davletkaliev S.K., Resursy rechnogo stoka Kazakhstana. // *Gidrometeorologiya i ekologiya [Resources of river flow of Kazakhstan ]* // *Almaty*, 2018. –. 80-94 pp.

Medeu A.R., Malkovski I.M., Toleubaeva L.S., Iskakov N.A. (2012) Vodnaya bezopasnost' Respubliki Kazakhstan: problemy i resheniya [Water security of the Republic of Kazakhstan: problems and solutions]. // Almaty, 200 p.

Satenbaev E. N., Ibaytullin S. R., Balgabayev N. N., Kazakhstan ekonomıkasy salalarynyn su tutynu: bagalau jane bolzham [Water consumption of Kazakhstan's economic sectors: assessment and forecast] // Almaty, 2012. – 262 p.

Burlibaev M.J., Shenberger I.V., Burlibaeva D.M., Smirnova D.A., Skolskiı V.A., Aitureev A.M., Linnik A.S., Milyukov D.Iu. Problemy zagryazneniya osnovnykh transgranichnykh rek Kazahstana. Basseiny rek Shu i Talas. [Problems of pollution of the main transboundary rivers of Kazakhstan. Shu and Talas river basins] // Almaty, 2018. – 511 p.

Rozhdestvenski A.V., Chebotarev A.I. (1974) Statisticheskie metody v gidrologii [Statistical methods in hydrology]. L., Gidromet publishing. 424 p.

Davletkaliev S.K., Kazakbaeva T.M. (2017) Vosstanovlenie godovogo stoka rek basseina Shu-Talas [Restoration of the annual river runoff of the Shu-Talas basin]. Materials of the XXIV international scientific and practical conference: "The development of science in the XXI century". vol. 3, pp. 5-14.

Mussina A.K., Janabayeva J.A., Shaybek A.D., Shu-Talas ozeni alabynyn ozenderi agyndysynyn kopzhyldyk terbelisin bagalau. [Assessment of fluctuations of the long-term runoff in the Shu-Talas river basin] // Vestnik Kaznu. – Almaty, 2018. - №1 (48). – 24-32 pp.

Davletkaliev S.K. Vliyanıya hozyaıstvennoi deyatelnosti na godovoi stok osnovnykh rek Jayk-Kaspıskogo basseina// Geografıa jıane geoekologıya myaseleleri. 2011. – pp. 4-11.

Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursah poverhnostnykh vod sushi. Basseiny rek Shu i Talas (2013) [State water cadastre. Annual data on the regime and resources of surface waters of the land. Shu and Talas river basins]. Almaty, vol 6. - 82 p.

Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnykh vod sushi. Basseiny rek Syrdari, Shu i Talas (2005) [State water cadastre. Perennial data on the regime and resources of surface waters. The basins of the Syrdarya, Shu and Talas rivers]. Almaty, vol 3. - 98 p.

Resursy poverhnostnykh vod SSSR. Srednyaya Aziya. Basseiny oz. Issyk-Kul, rek Chu, Talas, Tarim. (1973) [Resources of surface waters of the USSR. Middle Asia. The basins of the lake Issyk-Kul, the rivers Chu, Talas, Tarim]. vol. 14, no 2. -308 p.

Metodicheskoe ukazanie po osenke vliyanıya hozyaıstvennoi deyatelnosti na stok srednih i bolshih rek i vosstanovlenie ego harakteristik. [Guidelines for assessing the impact of economic activity on the flow of medium and large rivers and restoring its characteristics] // – L.: Gidrometeoizdat. 1986 – 130 p.

Leonov E.A. Leonov V.E. Primenenie lineinogo trenda k osenke i prognoza izmeneniya godovogo stoka pod vlianiem vodohranilish. [Applying a linear trend to the estimation and forecast of changes in annual runoff under the influence of reservoirs] // – Izvestiya VGO, 1981. Tom 113. vyp. 5. – pp. 403-410.

Shiklomanov I.A. Vliyanie hozyaıstvennoi deyatelnosti na rechnoi stok. [Impact of economic activity on river flow] // – L.: Gidrometeoizdat, 1989 – 334 p

Avakyan A.V., Sharapov V.A. Vodohranilisha gidrostansı SSSR. [Reservoirs of hydroelectric power stations of the USSR] // M: Energiya, 1977 – 400 p.

Vuglinski V.S. Vodnye resursy i vodnyi balans krupnykh vodohranilish SSSR. [Water resources and water balance of large reservoirs of the USSR] // L.: Gidrometeoizdat, 1991 – 224 p.

Vuglinski V.S. K voprosu o metodike ucheta vlianiya vodohranilish na rechnoi stok. [On the issue of the method of accounting for the impact of reservoirs on river flow] // - Trudy GTI, Vyp. 274. L.: Gidrometeoizdat, 1981 – pp. 73-85.

Vendrov S.L. Nekotorye aspekty vzaimodeıstviya krupnykh vodohranilish i okruzhayushei sredy. // [Some aspects of interaction between large reservoirs and the environment] Aktualnye problemy upravleniya vodnymi resursami i ispolzovanie vodohranilish, 1979. – pp. 3-13