

ӨОЖ 551.581

М.М. Молдахметов\*, Л.К. Махмудова,  
А.К. Мусина, Е.К. Тастанов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*E-mail: Marat.Moldahmetov@kaznu.kz

### Есіл алабы өзендерінің көктемгі су тасу фазасының сипаттамалары

Мақалада су тасудың басталуының, аяқталуының және ең жоғары су өтімдерінің өтуінің орташа мерзімдерін, ең ерте және ең кеш даталарын, көктемгі су тасудың орташа ұзақтығы мен ең қысқа және ең ұзын аралығы анықталған. Есіл алабы өзендерінің көктемгі су тасу сипаттамаларын климаттың бағыттық өзгерістері басталғанға дейінгі және бағыттық өзгерістері басталғаннан кейінгі кезеңдер бойынша салыстырылған.

**Түйін сөздер:** көктемгі су тасу, ең жоғарғы су өтімі, су тасу ұзақтығы, табиғи кезең, айқын климаттық өзгерістер кезеңі.

M.M. Moldakhmetov, L.K. Makhmudova, A.K. Musina, E.K. Tastanov

#### Characteristics of spring flood rivers of Yesil river basin

The article defines the beginning and end of the spring floods, the earliest and the latest and the average date of maximum water flow passage, as well as the longest, most frequent intervals, and the average duration of the spring flood. Comparative assessments of the spring flood characteristics of rivers of Yesil river basin taking into account climate change are given.

**Key words:** the spring floods, the maximum water flow, the duration of the flood, semi-natural period, violated the period.

М.М. Молдахметов, Л.К. Махмудова, А.К. Мусина, Е.К. Тастанов

#### Характеристики весеннего половодья рек бассейна р. Есиль

В статье определены начало и конец весеннего половодья, самая ранняя, самая поздняя и средняя дата прохождения максимальных расходов воды, а также наиболее длинные, наиболее короткие интервалы и средняя продолжительность весеннего половодья. Дана сравнительная оценка характеристикам весеннего половодья рек бассейна р. Есиль с учетом изменения климата.

**Ключевые слова:** весеннее половодье, максимальный расход, продолжительность половодья, условно-естественный период, нарушенный период.

Біз тіршілік етіп отырған ғасырда бағыттық климаттық өзгерістер белең алып отыр. Ғаламдық климаттық өзгерістер өзендер ағындысының қалыптасуына, олардың гидрологиялық режиміне өз әсерін тигізуде. Климаттың бағыттық өзгерісінің онсыз да кеңістік және уақыт бойынша барынша әркелкі таралған еліміздің су ресурстарының табиғи қалыптасу режиміне тигізетін әсерінің салдарынан ағынды режимі мен оны тұтыну режимінің арасысында туындайтын қарама-қайшылық одан әрі айқын көрініс беруде. Қазақстандық ғалымдардың зерттеулері бойынша [1-4] таяу онжылдықтарда бір аудандарда су ресурстарының ұлғаюы, осыған байланысты қауіпті гидрологиялық

құбылыстардың белең алуы, әсіресе су басу қаупінің ұлғаюы күтілуде. Биылғы көктемде Солтүстік және Орталық Қазақстанда орын алған апаттық жағдайлар осы үдерістің бірден бір көрінісі. Ал енді бір өңірлерде су ресурстары азайып, елді мекендерді сумен үзбей қамтамасыз ету өткір проблемаға айналғалы тұр. Сондықтан Қазақ елінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін стратегиялық маңызы үлкен аймақтардың гидрологиялық режимін климаттық өзгерістер мен антропогендік жүктемені есепке ала отырып қайта зерттеудің маңызы зор.

Зерттеу нысаны ретінде алынған Есіл өзені алабы осындай маңызы үлкен өлкелеріміздің бірі. Оның үстіне ЭКСПО 2017 халықаралық

көрмесінің қарсаңында Астана қаласының қауіпсіздігі оң шешілуі тиіс аса маңызды мәселе.

Есіл өзені су режимінің сипаты бойынша Б.Д. Зайковтың жіктемесіне сәйкес суы көктемде таситын Қазақстандық өзендер тобына жатады. Есіл өзенінің жылдық ағындысының басым бөлігі көктемгі су тасу кезінде өтеді, ал кейбір кіші өзендерде жылдық ағындының барлығы көктемде өтеді. Сол себепті жүргізілген зерттеудің мақсаты Есіл өзені алабы мысалында қазіргі климаттық өзгерістер жағдайында көктемгі су тасу сипаттамаларының көпжылдық өзгеру бағытын талдауға бағытталған.

Көктемгі ағынды сипаттамаларын зерттеу үшін бастапқы материалдар ретінде Казгидрометтің гидрологиялық желісінде жүргізілген бақылау деректері алынды. Бұлардан басқа, «КСРО климаты бойынша ғылыми-қолданбалы анықтамалықта» [5] берілген деректер пайдаланылды.

Есіл өзені алабының көктемгі су тасу сипаттамаларының динамикасын зерттеу кезінде әрбір жылдың материалдары: көктемгі су тасудың басталу датасы, көктемгі су тасудың аяқталу датасы, ең жоғары су өтімі байқалған дата және көктемгі су тасу ұзақтығы жөніндегі материалдар пайдаланылды. Бұлардан басқа, 1933-2011 жж. аралығы бойынша тіркелген ең

жоғары су өтімдерінің бақылау қатары пайдаланылды.

Қолда бар материалдарды талдау су тасудың басталуының, аяқталуының және ең жоғары су өтімдерінің өтуінің орташа даталарын, ең ерте және ең кеш даталарын, көктемгі су тасудың орташа ұзақтығы мен ең қысқа және ең ұзын аралығын айқындауға мүмкіндік берді.

Су деңгейінің қарқынды көтерілуінің басы орташа есеппен алғанда сәуір айының үшінші бескүндігіне келеді. Су тасудың ең ерте датасы Иманбұрлық өзені – Соколовка а. бекетінде 2007 жылы байқалған, ал ең кеш датасы Есіл өзені – Петропавл қ. бекетінде 1935 жылы байқалған.

Есіл өзенінде көктемгі су тасудың өту мерзімі жалпы алғанда Солтүстік Қазақстан өзендерінде су тасудың өту мерзімдеріне сәйкес, аса үлкен айырмашылық байқалмайды.

Бастапқы деректерді өңдеудің және талдаудың негізінде Есіл өзені алабының көктемгі су тасу фазасының негізгі сипаттамалары екі кезең: табиғи (1933-1973 жж.) және айқын климаттық өзгерістер кезеңі (1974-2011 жж.) бойынша есептелді. Алынған есептеу нәтижелері өзара салыстырылып, даталардың ығысу шамасы және су тасу ұзақтығының өзгерісі мен ең жоғары су өтімі параметрлерінің өзгерісі айқындалды.

Салыстыру нәтижелері кестеде келтірілді.

**1-кесте** – Есіл өзені алабының көктемгі су тасу фазасының негізгі сипаттамалары (екі кезең бойынша табиғи (1933-1973 жж.) және айқын климаттық өзгерістер кезеңі (1974-2011 жж.))

№	Өзен-бекет	Кезең	Ең жоғары су өтімі	Ең жоғары су өтімі өткен күн	Су тасудың басталу күні	Су тасудың аяқталу күні	Су тасу ұзақтығы
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сілеті – Приречное	1961-2011	71,7	09.04	02.04	05.05	34
		1961-1970	69,8	06.04	31.03	23.04	23
		1971-2011	72,2	09.04	02.04	08.05	37
2	Сілеті – Изобильный	1959-2011	301	12.04	30.03	03.05	35
		1959-1970	398	11.04	29.03	10.05	43
		1971-2011	272	13.04	30.03	02.05	33
3	Қарасу – Павловка	1957-1995	46,8	09.04	01.04	04.05	34
		1957-1970	42,2	07.04	31.03	10.05	41
		1971-1995	49,6	10.04	02.04	01.05	29

I-кестенің жалғасы

4	Шағалалы – Павловка	1958-2011	44,5	14.04	01.04	21.05	52
		1958-1970	43,0	13.04	31.03	03.06	65
		1971-2011	45,1	15.04	01.04	17.05	47
5	Есіл – Ударное	1949-1990	35,6	10.04	03.04	26.04	25
		1949-1970	34,1	11.04	03.04	29.04	27
		1971-1990	37,2	09.04	02.04	24.04	23
6	Есіл – Тургеневка	1975-2011	193	11.04	03.04	08.05	36
7	Есіл – Астана	1933-2011	226	16.04	05.04	16.05	41
		1933-1970	310	15.04	09.04	23.05	45
		1971-2011	149	17.04	01.04	08.05	38
8	Есіл – Каменный Карьер	1947-2011	815	19.04	04.04	11.06	73
		1947-1970	975	21.04	07.04	13.06	73
		1971-2011	722	18.04	02.04	09.06	72
9	Есіл – Петропавл	1932-2011	699	01.05	09.04	07.07	92
		1932-1970	857	29.04	10.04	19.07	102
		1971-2011	549	03.05	07.04	23.06	78
10	Қалқұтан – Октябрьский	1961-1998	88,7	12.04	04.04	10.05	37
		1961-1970	37,3	11.04	08.04	04.05	29
		1971-1998	107	13.04	03.04	12.05	40
11	Қалқұтан – Қалқұтан	1937-2011	342	19.04	10.04	30.05	50
		1937-1970	248	17.04	07.04	09.06	65
		1971-2011	405	20.04	11.04	27.05	47
12	Жабай – Балкашино	1960-2011	68,3	16.04	05.04	15.05	41
		1960-1970	53,2	12.04	02.04	17.05	49
		1971-2011	72,3	18.04	06.04	14.05	39
13	Жабай – Атбасар	1937-2011	349	17.04	01.04	22.05	47
		1937-1970	395	17.04	28.03	20.05	43
		1971-2011	310	17.04	05.04	23.05	49
14	Аққанбұрлық – Привольное	1956-2008	45,9	12.04	28.03	08.05	34
		1956-1970	39,0	11.04	11.03	14.05	39
		1971-2008	48,7	12.04	04.04	06.05	33
15	Аққанбұрлық – Григорьевка	1958-1989	288	14.04	04.04	25.05	54
		1958-1970	308	13.04	02.04	31.05	60
		1971-1989	273	16.04	06.04	19.05	49
16	Бабьқбұрлық- Рухловка	1959-2011	118	14.04	04.04	12.05	39
		1959-1970	94,0	12.04	02.04	19.05	49
		1971-2011	129	15.04	05.04	09.05	33
17	Иманбұрлық – Соколовка	1958-2011	113	14.04	04.04	12.05	41
		1958-1970	87,0	12.04	29.03	15.05	48
		1971-2011	121	15.04	06.04	12.05	38

Есіл алабы өзендерінің көктемгі су тасу сипаттамаларын климаттың бағыттық өзгерістері басталғанға дейінгі және бағыттық өзгерістері басталғаннан кейінгі кезеңдер бойынша салыстыру ең жоғары су өтімінің орташаланған шамасының Есіл өзенінің жоғарғы ағысында аса үлкен өзгеріске ұшырамағанын көрсетті. Есіл өзені Ударное бекеті бойынша соңғы онжылдықтарда ең жоғары су өтімінің қалыпты шамасы алдыңғы кезеңмен салыстырғанда 9,1 % өскен. Ал бөгендердің ықпалына ұшыраған Астана қаласы тұстамасында  $Q_{\max}$  қалыпты шамасы соңғы онжылдықтарда ағынды режимі табиғи кезеңмен салыстырғанда 2,1 есе төмендеген. Ал өзеннің төменгі ағысында екі кезеңдегі ең жоғары су өтімдерінің айырмашылығы аздап төмендеу. Каменный карьер тұстамасында 26 % айырмашылықты құраса, Петропавловск тұстамасында – 35 %.

Сирек қайталанатын ең жоғары су өтімдерінің Есіл өзенінің бойындағы өзгерісі өте күрделі: алдымен су өтімі жоғарылайды да, кейіннен төмендейді. Ең жоғары су өтімінің өзеннің ұзына бойымен сипатты жылдардағы өзгерісі талданды. Талдауға тек қана ең жоғары су өтімдерінің бақыланған мәндері алынды. Астана мен Каменный Карьер тұстамаларының ортасында Есіл өзеніне Селеті, Жабай, Теріс-аққан өзендері құяды. Ал Сергеевкаға дейін Аққанбұрлық пен Иманбұрлық өзендері құяды. Сол себепті, бұл учаскеде ең жоғары су өтімінің жоғарылауы заңды. Ал бұдан әрі ағысты төмен бойлай су тасу шыңының жайылуы жүзеге асады. Өзеннің ұзына бойымен  $Q_{\max}$  шамасының таралуына бөгендер де өз рөлін атқарады, бірақ бұл өзгерістің сипаты айтарлықтай күрделі.

Өткен ғасырдың 30-шы жылдарынан 70-ші жылдарына дейін, яғни бөгендер салынғанға дейін Есіл өзенінде ең жоғары су өтімінің ұлғаюы өзеннің ортаңғы ағысына дейін жалғасатын. Ең жоғары су өтімі 1970 жылдарға дейін Каменный Карьер тұстамасында байқалды. Каменный Карьер тұстамасынан Петропавловск тұстамасына дейін ең жоғары су өтімінің төмендеуі орын алды. Бірақ бұл төмендеу сулылығы әртүрлі жылдарда әрқилы болды. Мысалы 1949 жылы төмендеу 39% болса, 1948 жылы 21%, ал 1964 жылы 4,6% құрады. Демек, ең мол ағынды өзгерісінде белгілі бір заңдылық жоқ.

Бөгендер салу Есіл өзенінің ең жоғарғы су өтімін айтарлықтай төмендетіп жіберді. Ең

жоғары су өтімдері қатарын талдау мынаны көрсетті: 1948 жылы Есіл өзенінің Каменный Карьер бекетінде ең жоғары су өтімінің шамасы 4760 м<sup>3</sup>/с, ал 1949 жылы 3800 м<sup>3</sup>/с болса, Петропавловск тұстамасында тиісінше 3750 және 2320 м<sup>3</sup>/с ең жоғары су өтімі байқалды. Бөгендер салынғаннан кейін Каменный Карьер тұстамасында байқалған ең жоғары су өтімі 1983 жылы 2900 м<sup>3</sup>/с, ал Петропавловск бекетінде тіркелген ең жоғары су өтімі – 1710 м<sup>3</sup>/с (1994 ж.).

Ал Астана қаласы тұстамасында ең жоғары су өтімі 1948 жылы 1200 м<sup>3</sup>/с жетті, ал соңғы онжылдықтарда байқалған ең жоғары су өтімі одан екі есе төмен. Ағынды режимі тұрақты кезеңде ең кіші  $Q_{\max}$  1936 жылы тіркелді, оның шамасы 14,8 м<sup>3</sup>/с, ал соңғы онжылдықтарда шамасы бойынша өте кіші ең жоғары су өтімдері тіркеліп жүр. Мысалы, 1967 шамасы бойынша 1,83 м<sup>3</sup>/с ең жоғары су өтімі тіркелсе, 2000 жылы одан да төмен ең жоғары су өтімі – 1,79 м<sup>3</sup>/с байқалды.

Сонымен, Есіл өзені бойынша ағысты төмен бойлай ең жоғары су өтімдерінің өзгеруінде заңдылық табиғи кезеңде де жоқ болған, соңғы онжылдықтарда да жоқ. Гидротехникалық ғимараттарды жобалау кезінде, елді мекендерді су басудан қорғау шараларын жобалау кезінде, әрбір бекетті жеке-жеке қарастыру қажет.

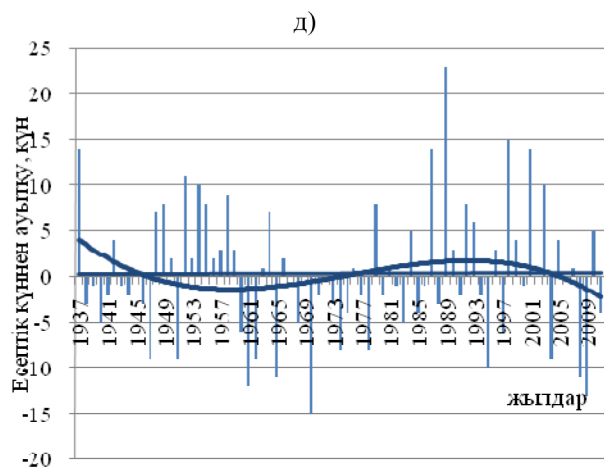
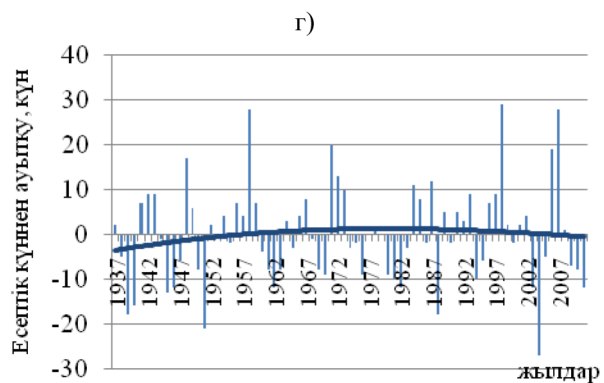
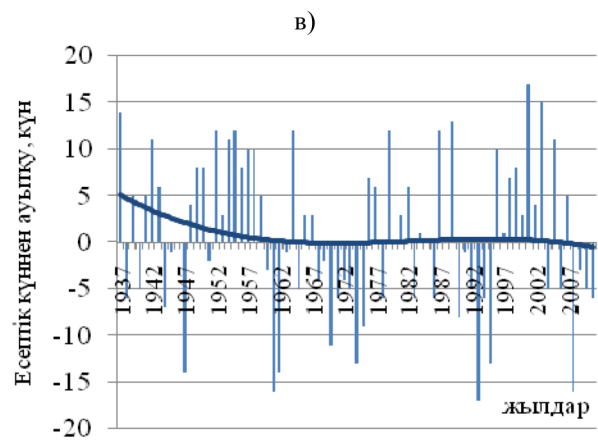
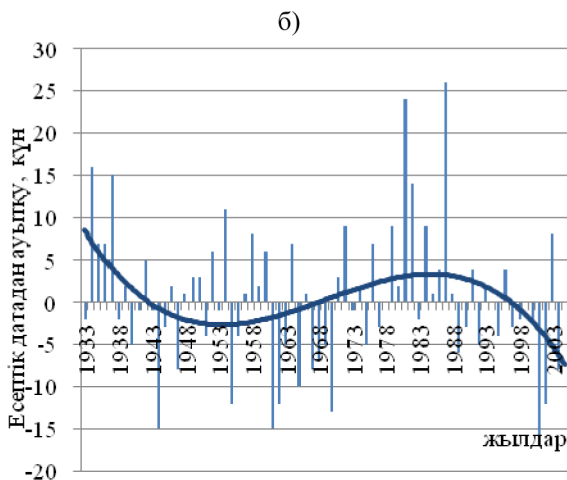
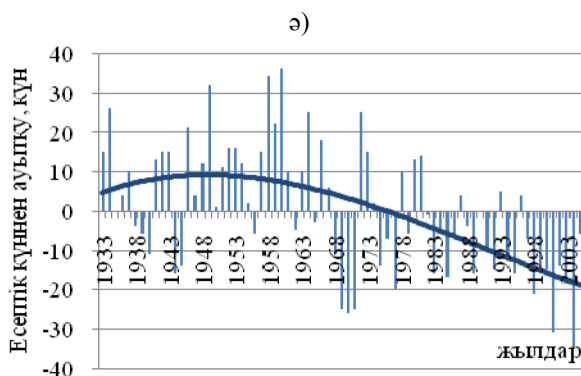
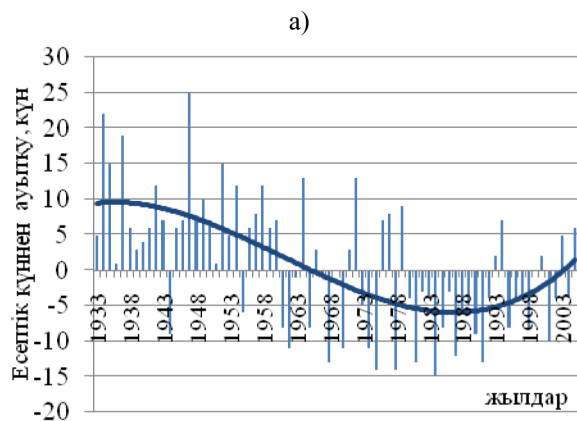
Есіл өзені алабында ең жоғары су өтімдерінің статистикалық параметрлерінің өзгеріске ұшырауы басым жағдайда антропогендік фактордың әсерінен болды деп ұйғарым жасауға болады, ал олардың өту уақытының орташа даталарының ілгері-кейін жылжуы тек қана климаттың бағыттық өзгерісінің әсерінен болып отыр деп нақты айтуға болады. Шындығында Есіл өзенінің және оның салаларының түрлі бекеттерінде ең жоғары су өтімдерінің байқалуының орташаланған даталары бұрынғы кезеңмен салыстырғанда, соңғы онжылдықтарда айтарлықтай жылжыған. Су тасу шыңының ерте байқалуы орын алып отыр. Есіл өзенінің Ударное тұстамасында су тасу шыңының орташаланған датасы соңғы онжылдықтарда 1970 жылдарға дейінгі кезеңге қарағанда екі күн ерте өтетін болған, ал Каменный Карьер тұстамасында үш күн, Петропавловск тұстамасында төрт күн ерте байқалатын болған. Ал Жабай өзенінің Атбасар қаласы тұсында өзгеріс жоқ, ал Балкашино бекеті тұсында керісінше екі күн кеш басталады. Ал Аққанбұрлық, Иманбұрлық, Бабықбұрлық

өзендерінің алаптарында ең жоғары су өтімінің өту күні екі-үш күн кейін байқалады.

Есіл өзені алабында су тасудың басталу күні жөнінде мынадай қорытынды жасауға болады: Есіл өзенінің жоғарғы ағысында су тасудың басталу күні алдыңғы кезеңмен салыстырғанда 1 күн ерте басталса, Астана қаласы тұсында 8 күн ерте, ортаңғы ағысында 5 күн, Петропавловск қаласы тұсында 3 күн ерте басталады.

Ал Есіл өзенінде су тасу бұрынғы кезеңмен салыстырғанда жоғарғы ағысында 5 күн ерте аяқталады, Астана қаласы тұсында тіпті орта есеппен 15 күн ерте, ал ортаңғы ағысында 4 күн ерте, Петропавловск қаласы тұсында 26 күн ерте аяқталады.

Бұл жағдай Есіл өзені суының тасу ұзақтығының қысқаруына алып келді. Есіл өзенінің жоғарғы ағысында су тасу орта есеппен 4 күнге, Астана қаласы бекетінде – 7, Петропавловск



1-сурет – Есіл-Астана (а, ә, б) және Жабай – Атбасар (в, г, д) бекеттері бойынша су тасудың басталу, аяқталу және ең жоғары су өтімінің байқалған күнінің орташа күннен ауытқуының графигі

қаласы тұсында 24 күнге қысқарды. Бұрын су тасу Петропавловск қаласы тұсында орта есеппен 102 күнге созылатын болса, енді небары 78 күнге созылады.

Бір қызығы Жабай өзенінде ондай өзгерістер байқалмайды. Су тасу ұзақтығы керісінше 6 күнге ұзарған.

Есіл өзені – Астана қаласы және Жабай өзені – Атбасар бекеттері үшін таңдалған бақылау кезеңі бойынша су тасудың басталу, аяқталу және су тасу шыңының орташаланған күндеріне қатысты қалыптандырылған диаграммалар (гистограммалар) тұрғызылды. Бұл диаграммаларда қай жылдан бастап сипаттық күндердің ерте байқалғаны немесе кеш байқалғаны көрініс тапқан (1-сурет).

Су тасудың сипаттық күндерінің өзгерісі Есіл өзенінде айқын көрініс тапқан. Бұл өзгерістер үшінші дәрежелі полиноммен жақсы сипатталады. Ал Жабай өзенінде сипаттық даталардың

орташа датадан ауытқуы айқын емес. Бағыттық өзгерістер жоқ.

### Қорытынды

Алынған нәтижелер мыналарға саяды:

1. Ең жоғары су өтімдері қатарын статистикалық талдау басым жағдайда бағыттық өзгерістің бар екендігін көрсетті.

2. Ең жоғары су өтімдері өзгерісінің басты ерекшелігі – соңғы онжылдықтарда ең жоғары су өтімдерінің бақылау қатарында сирек қайталанатын қамтамасыздығы төмен су өтімі шамаларының азайғандығы, керісінше қамтамасыздығы өте жоғары су өтімдері шамаларының көрініс беруі (1967, 2000 ж.).

3. Жабай өзенінде ең жоғары су өтімінің бағыттық өзгерістері байқалған жоқ.

4. Су тасудың басталу мерзімінің ерте басталуы және су тасудың аяқталу мерзімінің ерте байқалуы, нәтижесінде су тасу ұзақтығының қысқаруы орын алып отыр.

### Әдебиеттер

1. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии: Обзор. – Алматы, 2004. – 132 с.
2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана: Книга 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / под научной редакцией Гальперина Р. И. – Алматы, 2012. – 684 с.
3. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – Алматы, 2012.
4. Гальперин Р.И. Водные проблемы Казахстана и возможные пути их решения / Сборник статей IWA 5-ая Восточно-Европейская конференция «Опыт и молодость в решении водных проблем. Часть 2. – Киев, 2013. – С. 30-36.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 18. Казахская ССР. Книга 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 440 с.

### References

1. Vodnye resursy Kazahstana v novom tysjacheletii: Obzor. – Almaty, 2004. – 132 s.
2. Vodnye resursy Kazahstana: oценка, prognoz, upravlenie: T.VII: Resursy rechnogo stoka Kazahstana: Kniga 1: Vozobnovljaemye resursy poverhnostnyh vod Zapadnogo, Severnogo, Central'nogo i Vostochnogo Kazahstana / pod nauchnoj redakciej Gal'perina R. I. – Almaty, 2012. 684 s.
3. Medeu A.R., Mal'kovskij I.M., Toleubaeva L.S. Vodnye resursy Kazahstana: oценка, prognoz, upravlenie (konceptija). – Almaty, 2012. str
4. Gal'perin R.I. Vodnye problemy Kazahstana i vozmozhnnye puti ih reshenija / Sbornik statej IWA 5-aja Vostochno-Evropejskaja konferencija «Opyt i molodost' v reshenii vodnyh problem. Chast' 2. – Kiev, 2013. – S. 30-36.
5. Nauchno-prikladnoj spravocnik po klimatu SSSR. Serija 3. Mnogoletnie dannye. Chasti 1-6. Vyp.18. Kazahskaja SSR. Kniga 2. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – 440 s.