






С.Б. Саиров¹ , Н.Н. Абаев¹ ,
Т.А. Тілләкәрім^{1,3*} , Н.Т. Серікбай^{1,3} , Л.М. Биримбаева^{2,3} 

¹«Қазгидромет» РМК, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

²«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Қазақстан, Алматы қ.

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: tillakarim_t@meteo.kz

ЖЕМ ЖӘНЕ ОЙЫЛ ӨЗЕНДЕРІ АҒЫНДЫЛАРЫНЫҢ ӨЗГЕРУІН БАҒАЛАУ

Мақалада Жем, Ойыл өзендері ағындыларының өзгеру тенденцияларының нәтижелері мен Экология, геология және табиғи ресурстар министрлігінің (ЭГТРМ) су саласының ғалым-мамандарының басшылығымен өзен алаптарының экологиялық жағдайын бағалау мақсатында өзен алаптары аймақтарына өткізілген 2021 жылғы экспедициялық іс-сапарларының нәтижелері көрсетілген. Жұмыстың негізгі мақсаты – Жем және Ойыл өзендері ағынының өзгеру үрдісін бағалау. Осы мәселелерді анықтау мақсатында қарастырылып отырған аймақтардағы өзен ағындыларының қалыптасуына ықпал ететін негізгі метеорологиялық факторлардың өзгеру динамикасы қарастырылады: қыс кезеңіндегі жауын-шашын, топырақтың күзгі ылғалдануы, ауаның орташа жылдық температурасы және өзен ағынына антропогендік әсері. Ағынды өзгеруін генетикалық талдау әдісімен бағалау нәтижесінде 1950 жылдардан бастап өзен алаптарында ағынды суару үшін бөгеттер жүйесінің пайда болуы әсерінен туындаған ағындының бұзылуы анықталды. Нәтижесінде, шаруашылық әрекет пен метеорологиялық факторлардың әсер ету кезеңдері анықталғаннан кейін, Жем және Ойыл өзен алаптары су ресурстарының өзгеруінің сәйкесінше негізгі 3 кезеңі анықталды: шартты-табиғи кезең (1935–1950 жж.), шаруашылық әрекеттің әсер ету кезеңі (1951–1975 жж.) және шаруашылық әрекет пен климаттық факторлардың өзгеруі әсерінің жиынтық кезеңі (1976–2019 жж.). Шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда шаруашылық қызмет әрекетінің және климаттық факторлардың өзгеруінің жиынтық кезеңінде Жем өзенінің ағыны 49 %-ға, Ойыл өзенінің ағыны 26 %-ға төмендегені анықталды.

Түйін сөздер: Жем, Ойыл өзендері, өзен ағындысының өзгеруі, ауа температурасы, жауын-шашын, күзгі ылғалдану, шаруашылық әрекет.

S.B. Sairov¹, N.N. Abayev¹, T.A. Tillakarim^{1,3*}, N.T. Serikbai^{1,3}, L.M. Birimbayeva^{2,3}

¹RSE «Kazhydromet», Kazakhstan, Nur-Sultan

²Institute of Geography and Water Safety», Kazakhstan, Almaty

³Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: tillakarim_t@meteo.kz

Assessment of changes in river runoff Zhem and Oiyil

The article presents the results of work to determine the trend in the flow of the rivers Zhem, Oiyil and results of expeditions to the regions of the river location, conducted in 2021 to assess the ecological state of the river basins under the guidance of a working group of scientists Water specialists of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources (MEGCR). The main aim of the work is to assess the trends in the flow of the Zhem and Oiyil rivers. In order to solve these problems, the dynamics of changes in the main meteorological factors that determine the formation of river flow in the region under consideration are considered: the sum of precipitation for the winter period, autumn soil humidification, average annual air temperature and anthropogenic influence on river flow. Genetic analysis of the assessment of changes in flow since the 1950s revealed a disturbance in flow caused by economic activity with the introduction of a dam system in the river basins for estuarine irrigation. On the basis of the above-mentioned studies, the assessment of changes in the flow of the Zhem and Oiyil rivers was carried out respectively by differentiating the mean long-term values of the flow of the conditional-natural period (1935–1950) with the run-off of the period of influence of economic activity (1951–1975) and the period of influence of economic activity in conjunction with the change of climatic factors (1976–2019). It was found that during the combined period of economic activity and changes in climatic factors, compared to the conventional period, the flow of the River Zhem decreased by 49 %, the flow of the river Oiyil by 26 %.

Key words: Zhem, Oiyl rivers, changes in river flow, air temperature, precipitation, autumn humidification, economic activity.

С.Б. Саиров¹, Н.Н. Абаев¹,
Т.А. Тиллакарим^{1,3*}, Н.Т. Серикбай^{1,3}, А.М. Биримбаева^{2,3}

¹РГП «Қазгидромет», Қазақстан, г. Нұр-Сұлтан

²АО «Институт географии и водной безопасности», Қазақстан, г. Алматы

³Қазақстан ұлттық университеті иімі аль-Фараби, Қазақстан, г. Алматы

*e-mail: tillakarim_t@meteo.kz

Оценка изменения стока рек Жем и Ойыл

В статье приведены результаты работ по определению тенденции изменения стока рек Жем, Ойыл и экспедиционных командировок в регионы расположения рек, проведенных в 2021 году для оценки экологического состояния бассейнов рек под руководством рабочей группы ученых-специалистов водной отрасли Министерства экологии, геологии и природных ресурсов (МЭГПР). Целью работы является оценка тенденции изменений стока рек Жем и Ойыл. Для решения этих задач рассмотрены динамики изменений основных метеорологических факторов, обуславливающих формирование стока рек в рассматриваемом регионе: сумма осадков за зимний период, осеннее увлажнение почвы и среднегодовая температура воздуха и антропогенное влияние на речной сток. В результате генетического анализа оценки изменения стока начиная с 1950-х годов выявлено нарушение стока, вызванное под влиянием хозяйственной деятельности с появлением системы плотин в бассейнах рек для лиманного орошения. На основе вышеуказанных исследований оценка изменения стока рек Жем и Ойыл соответственно осуществлялась путем дифференциации среднегодовых значений стока условно-естественного периода (1935-1950 гг.) со стоком периода влияния хозяйственной деятельности (1951-1975 гг.) и периода влияния хозяйственной деятельности в совокупности с изменением климатических факторов (1976-2019 гг.). Установлено, что за суммарный период действия хозяйственной деятельности и изменения климатических факторов по сравнению с условно-естественным периодом уменьшился сток реки Жем на 49 % и сток реки Уил на 26 %.

Ключевые слова: реки Эмба, Уил, изменение речного стока, температура воздуха, осадки, осеннее увлажнение, хозяйственная деятельность.

Кіріспе

Су ресурстары – мемлекеттің тұрақты дамуын анықтайтын құнды ресурстың бірі. Соңғы онжылдықтарда Орталық Азияның гидрологиялық жүйелері мен қоршаған ортасы ауқымды өзгерістерге ұшырады (Olli, 2012: 433). Оның ішінде еліміздегі өзен ағындысының кеңістіктік-уақыттық таралуының ауқымды өзгеріштігі және оның трансшекаралық маңыздылығы су ресурстарын оңтайлы пайдалану (Zhupankhan, 2018: 752; Abubakirova, 2017: 23) және қорғауды өзекті мәселеге айналдырып отыр (Алимкулов, 2021: 59; Абубакирова, 2014: 62). Қазіргі таңдағы тұщы судың әлемдік қорына жүктеменің артуы мен климаттың жаһандық өзгеруі аталған мәселенің өзектілігін арттыруда.

Климаттың жаһандық өзгеруі – әлем тарихындағы шаруашылықтың барлық салаларына әсер ететін маңызды өзгеріс (IPCC, 2014: 1132; Reyer, 2015: 1639). Климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық сарапшылар тобының (IPCC) бесінші бағалау баяндамасының нәтижелеріне сәйкес, өткен ғасырда Азия өңірінің басым бөлі-

гінде, әсіресе континенттік өңірлерде жылыну және экстремалды температуралардың көтерілу үрдістері (жоғары сенімділікпен) байқалды. Мұндай өзгерістер судың табиғи тепе-теңдігіне және судың қол жетімділігіне әсер етеді, оның ішінде кеңістіктік-уақыттық заңдылықтардың өзгеруіне әсер етеді (WWAP, 2015). Авторлардың (Manning, 2018: 26) жұмысында климаттың өзгеруі кейбір ылғал тапшы аймақтарда судың жетіспеушілігін арттыратыны анықталған.

Сонымен қатар, өзен ағындысы режимінің өзгеруі тек климаттың өзгеруіне ғана емес, ландшафттың өзгеруіне тікелей әсер ететін факторларға (Asocan, 2016: 48) және антропогендік әсерлерге де (Шикломанов, 1989: 243; Ososkova, 2000: 161; Medeu, 2020: 301) бағынышты.

Құрғақ және ылғал тапшы климатты аймақта орналасқан Орталық Азия өзендері өңірлерді тұрмыстық, өнеркәсіптік және ауылшаруашылық қажеттіліктерін 90 %-ға дейін сумен қамтамасыз етеді (Viviroli, 2004: 1017). Сонымен қатар, Қазақстан Республикасында тұтынылатын су ресурстарының 85%-ы өзен ағындысына тиесілі болғандықтан (Алимкулов, 2018:

80), олардың өзгеруін бағалау өте маңызды. Өзен ағындысы, оның ішінде әсіресе кіші өзендер, шаруашылық әрекет салдарына жылдам ұшырайды (Вагапова, 2014: 74). Өз кезегінде, зерттеліп отырған Жайық-Каспий сушаруашылық алабының едәуір аумақтары жер үсті суларына тапшы болуы зерттеу жұмысының өзектілігін арттырады. Республика шегінде Жайық-Каспий сушаруашылық алабының су ресурстарымен қамтамасыз етілуі небәрі 12 %-ды құрайды (Генеральная схема ..., 2016).

Өзендер алаптарында шаруашылық қызмет 1950 жылдардан бөгендер жүйесі мен лимандық суару кешендерінің әрекет ету кезінен бастап өзендердің табиғи режимі бұзылған (Водные ресурсы Казахстана, 2012: 684), ал климаттық өзгерістерге келетін болсақ, «Қазгидромет» РМК-ның мәліметтері бойынша (Ежегодный бюллетень..., 2020: 62) 1976-2019 жж. аралығында Қазақстанның барлық өңірлерінде орташа жылдық ауа температурасының трендтері оң және статистикалық маңызды мәнге ие, әсіресе ең қарқынды жылу батыс және оңтүстік-батыс өңірлерінде байқалады (әрбір 10 жылда 0,33 °C-дан – 0,50 °C-қа дейін). Сонымен қатар, Орталық Азия территориясында жер беті ауа температурасы тенденциясының жоғарылауы 1970 жылдан басталатындығы (Unger-Shayesteh, 2013: 4) жұмысында көрсетілген. Оның ішінде ауа температурасының 1940-2011 жж. кезеңінде жоғарылау тенденциясы Қазақстанның барлық территориясына тән екендігі (Salnikov, 2015: 77) жұмысында көрсетілген.

Жоғарыда аталған мәселелердің барлығы Жем және Ойыл өзендері ағындыларының өзгеруін зерттеу және шаруашылық әрекеттер мен климаттық факторлардың өзгеруінің әсерін уақыттық-кеңістіктік тұрғыдан бағалау зерттеу өзектілігін айқындайды. Сонымен қатар, соңғы жылдары зерттеу аймағындағы өзендердің суы азаюы байқалуда. Тіпті Жем өзенінің төменгі ағысының кейбір учаскелерінде су өтімі үзіліп, құрғауда. Осыған байланысты, аталған өзендерде ағындының азаюы себептерін анықтау зерттеу жұмысының негізгі мақсаты болып табылады.

Зерттеу мәліметтері мен әдістері

Жем және Ойыл өзендері Жайық-Жем үстіртінің Мұғалжар тауларының 200-300 м биіктігінде бастау алатын, Жайық-Каспий сушаруашылық алабының оңтүстік-шығысының елеулі су арналары болып табылады (1-сурет).

Бұл өзендердің су ресурстары Ақтөбе және Атырау облыстарын сумен қамтамасыз ету үшін пайдаланылады, сондықтан Жайық-Жем аймағында маңызды мәнге ие. Негізінен, Ақтөбе облысы аумағында қалыптасып, орта ағысында өтпелі ағынды ретінде өтіп, ағындысы жоғалып кететін төменгі ағыстары Атырау облысын қамтиды (Водные ресурсы Казахстана..., 2012: 684).

Жайық-Жем аудандарының өзендері су режимі бойынша ағындысы көктемгі кезеңде ағынның күрт көтерілуімен сипатталатын қазақстандық өзендер типіне жатады. Өзендер негізінен еріген қар суларымен қоректенеді, негізгі су көлемі көктем айларында өтеді (жылдық ағындының 75-90 % құрайды), қыс айларында суы қатпайды, төменгі ағыстарында иірімдер қалыптасады (Гальперин, 1997: 89; Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966: 515).

Жем өзенінің сағасындағы гидрометриялық бақылаулар өткен ғасырдың ортасында Жем өз. – Аралтөбе (1951-1963 жж.) ауылы гидрологиялық бекетінде жүргізілген. 2002 жылдан бастап Жем өз. – Саға а. және 2007 жылдан бастап Жем өз. – Аққизтоғай а. гидрологиялық бекеттерінде өзен ағындысына бақылаулар жүргізілуде. Жем өзенінің негізгі саласы болып табылатын Темір өзенінде гидрометриялық бақылаулар 1935 жылдан бастап қазіргі уақытқа дейін үздіксіз жүргізіледі. Жем өзені алабының су ресурстарын бағалау үшін Темір өз. – Ленинск а. гидрологиялық бекеті және Жем өзенінің төменгі ағысында орналасқан Ақмешіт а. гидрологиялық бекеті бойынша ағындыны бақылаудың көпжылдық кезеңі үшін деректер пайдаланылды.

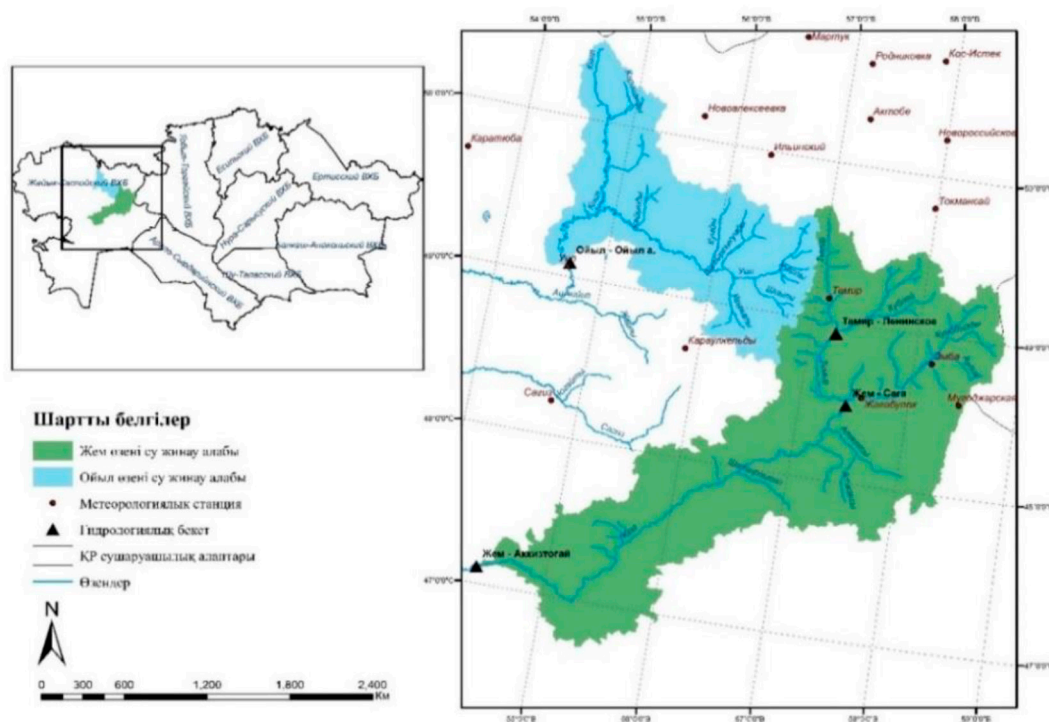
Ойыл өзені алабы үшін 1935-1981 жж. аралығында Ойыл өз. – Талтоғай а. гидрологиялық бекеті мен 1984 жылдан бастап жаңадан ашылған Ойыл өз. – Ойыл а. гидрологиялық бекеттерінің қазіргі уақытқа дейін бірлескен деректері пайдаланылды. Ағынды қатарында 1982-1983 жж. жылдық және 1984, 1986 және 1998 жылдардың орташа кейбір айлық су өтімдерінің жоқ мәндері математикалық статистика әдісімен қалпына келтірілді.

Бекеттер бойынша ағынды деректері аталған ауданда «Беттік су ресурстары» (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966а: 515; 1966б: 150; 1970в: 511), «Негізгі гидрологиялық сипаттамалар» (Основные гидрологические характеристики, 1966а: 205; 1977б: 322; 1980в: 207), «Көпжылдық ағынды мәліметтері» (Многолетние ..., 1984: 222), Гидрологиялық жылнамалар

бойынша жинақталып, жарияланған кадастрлік материалдардан, анықтамалық және басқа дереккөздерден алынды.

Зерттеу жұмысында Қазақстанның жазық өзендерінің ағындысын қалыптастырушы негізгі

келесі метеорологиялық факторлардың: қар жамылғысы, әр кезеңдегі жауын-шашын, күзгі ылғалдану мәліметтері 1935-2019 жж. кезеңінде өзен алабында орналасқан метеорологиялық станциялар (Темір, Ойыл МС) бойынша пайдаланылды.



1-сурет – Жем және Ойыл өзендері алаптарының сұлбасы

Өзендердің орташа жылдық ағынды жүрістері өзен алаптарында орналасқан метеорологиялық станциялардың (Темір, Ойыл) күзгі ылғалдану (қыркүйек-қазан айларындағы жиынтық жауын-шашын мөлшері), қыс мезгіліндегі жауын-шашын (қараша-ақпан айларындағы жиынтық жауын-шашын мөлшері) және орташа жылдық ауа температурасының жоғарыда көрсетілген кезеңдерінің динамикаларымен салыстырылды.

Жем және Ойыл өзендері алаптарының шегінде шаруашылық қызмет пен климат өзгеруінің өзендердің гидрологиялық режиміне әсерін бағалау мақсатында генетикалық және статистикалық талдау әдістері қолданылды (Рождественский, 1974: 424; Клибашев, 1970: 460; Методическое руководство, 1984: 274).

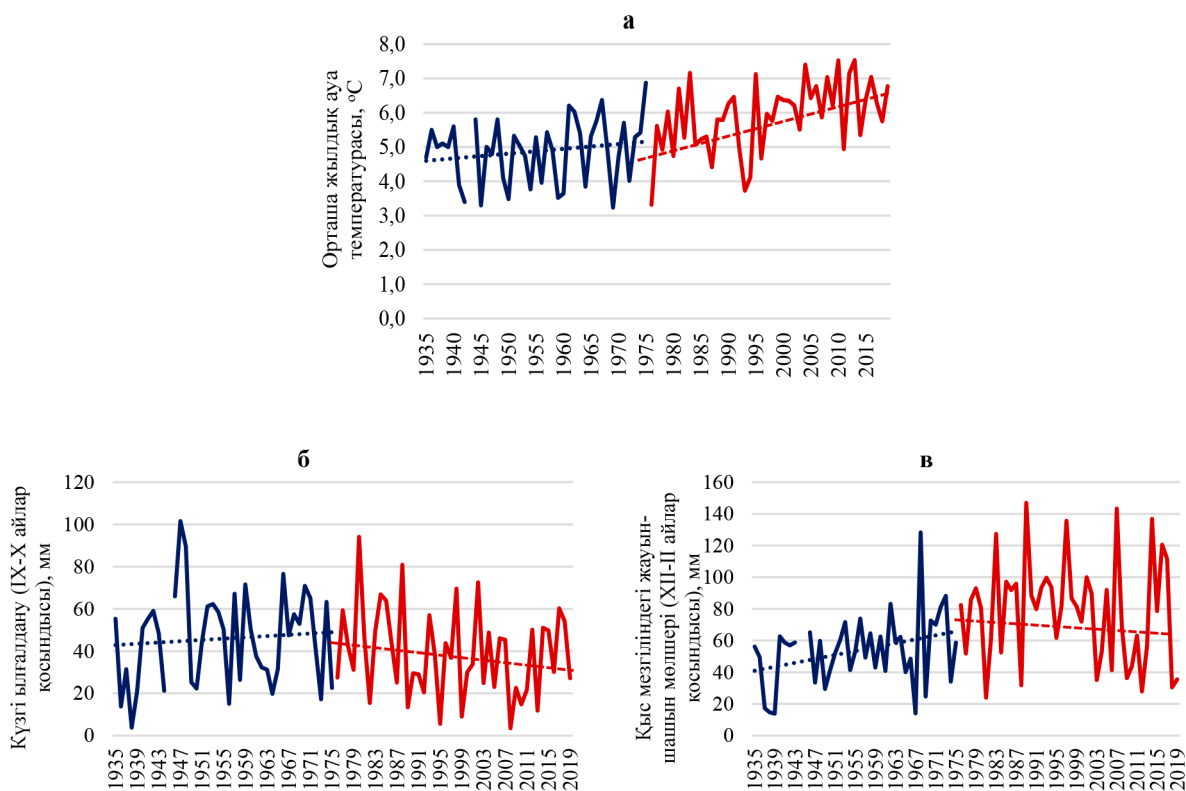
Зерттеу нәтижелері

Жайық-Жем ауданы жауын-шашын аз түсетін және буланудың жоғарылығымен сипатталатын ылғал тапшы аудандарға жатады. Негізгі ағынды көлемінің көп бөлігі көктемгі су тасу кезеңіне сәйкес келетіндіктен, көктемгі және сәйкесінше жылдық ағынды мөлшерін келесі негізгі климаттық факторлар қалыптастырады: қар жамылғысының қоры, көктемгі су тасу кезеңіндегі жауын-шашын мөлшері, күзгі ылғалдану мөлшері мен топырақтың қату тереңдігі, қар жамылғысының еру қарқындылығы. Осыған орай, ағынды көлемінің өзгеруін бағалау барысында климаттық факторларды қарастыру өзектілігіне байланысты, мақалада олардың өзгеру тенденциялары қарастырылады.

Жем өзені алабының су ресурстарының өзгеруін бағалау мақсатында өзеннің негізгі тармағы болып табылатын ағынды мәліметтері үздіксіз Темір өзенінің мәліметтері пайдаланылды. Темір өзенінің орташа жылдық ағындысының 1935-2019 жж. кезеңіндегі уақыттық жүрісін талдау барысында ағындының азаю тенденциясы анықталды. Алапта жайылмалы суаруға арналған бөгеттер жүйесінің пайда болуына байланысты 1950 жылдардың басында қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер ету кезеңі басталады (Водные ресурсы Казахстана, 2012: 684), осы кезден бастап орташа жылдық ағынды жүрісінде сатылы азаю динамикасы байқалады. Оған қоса, 1976 жылдан бастап, климаттық факторлардың өзгеруі әсерінен ағынды тағы біршама азаюда, әсіресе ағындының төмендеуі 2006 жылдан бастап айқын байқалады (2-4-сурет).

Жем өзені ағындысын қалыптастырушы негізгі климаттық факторлардың әсерін талдау барысында ауа температурасының уақыттық жүрісінің барлық бақылау кезеңдері үшін тұрақты өсуі анықталды (2а-сурет). Зерттеліп отырған аудандарда жылы мезгілдегі (наурыз-қазан) жауын-шашын мөлшерінің 87-99 % булануға жұмсалатынын (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1966: 515) ескерсек, ауа температурасының жоғарылауы ылғал тапшы аудандарды буланудың жоғарылауына алып келетінін атап өткен жөн.

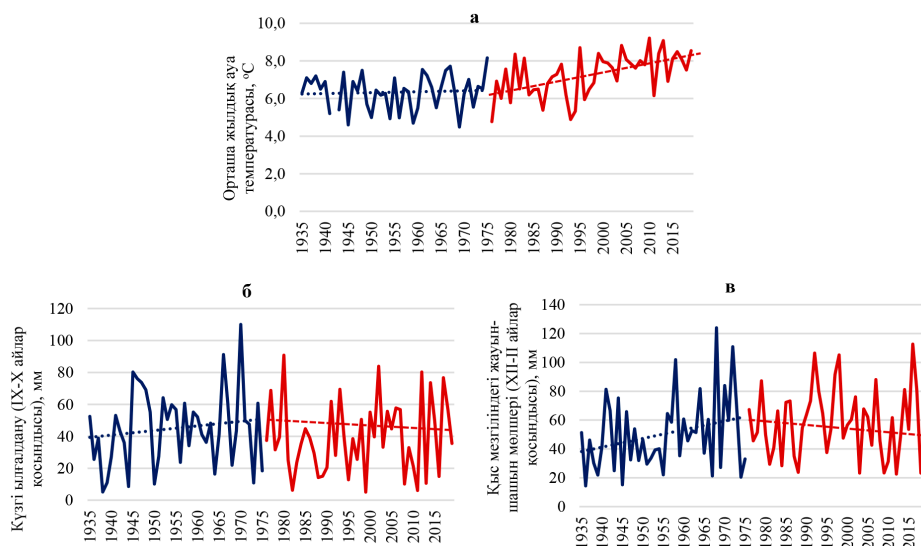
Жем өзені алабында, сонымен қоса, гидрологиялық режимнің маңызды құраушылары – күзгі ылғалдану (қыркүйек-қазан айларының жиынтық жауын-шашын мөлшері) мен өзен ағындысының негізгі қоректену көзі болып табылатын қыс мезгіліндегі жауын-шашын мөлшерінің трендтері 1975 жылға дейін жоғарылаған болса, 1976 жылдан бастап төмендеу трендтері байқалады (2б,в-сурет).



2-сурет – Темір метеорологиялық станциясының ауа температурасының (а), күзгі ылғалдануының (б) және қыс мезгіліндегі жауын-шашын мөлшерінің (в) уақыттық жүрістері

Ойыл өзені алабында 1935-1975 жж. ауа температурасы трендінің өсу қарқындылығының маңыздылығы болмашы ғана болса, 1976-2019 жж. аралығында тренд өсуінің қарқындылығы едәуір артқаны байқалды (3а-сурет). Күзгі ылғалдану мен қыс мезгілінің жауын-шашын мөлшерінің (3в-сурет) трендтері 1975 жылға дейінгі кезеңде жоғарылаған. Дегенмен, 1976-

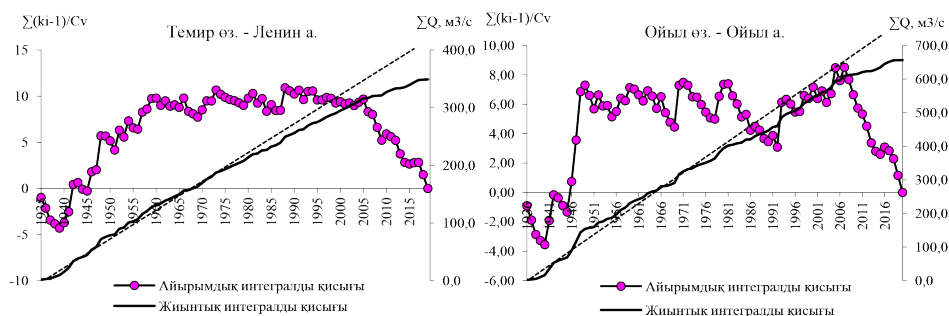
2019 жж. кезең үшін бұл параметрлердің қатты төмендеуі байқалмайды, тіпті күзгі ылғалдануды көрсететін IX-X айлардың жиынтық жауын-шашын мөлшерінің тренді ұлғаюда, тек 2008-2011 жж. аралығында күзгі ылғалданудың төмендеуі байқалды (3б-сурет). Бұл кезең Ойыл өзенінің орташа жылдық ағындысының едәуір азайған кезіне сәйкес келеді.



3-сурет – Ойыл метеорологиялық станциясының ауа температурасының (а), күзгі ылғалдануының (б) және қыс мезгіліндегі жауын-шашын мөлшерінің (в) уақыттық жүрістері

Климаттың өзгеруі мен антропогендік әсердің әрекет ету кезеңдерін ескере отырып, сонымен қатар аталған өзгеріс кезеңдері айырымдық-, жиынтық-интегралды қисықтары (4-сурет) мен хронологиялық графиктері көмегімен өзендердің ағынды қатарлары өзгеруінің 3 кезеңі анықталды:

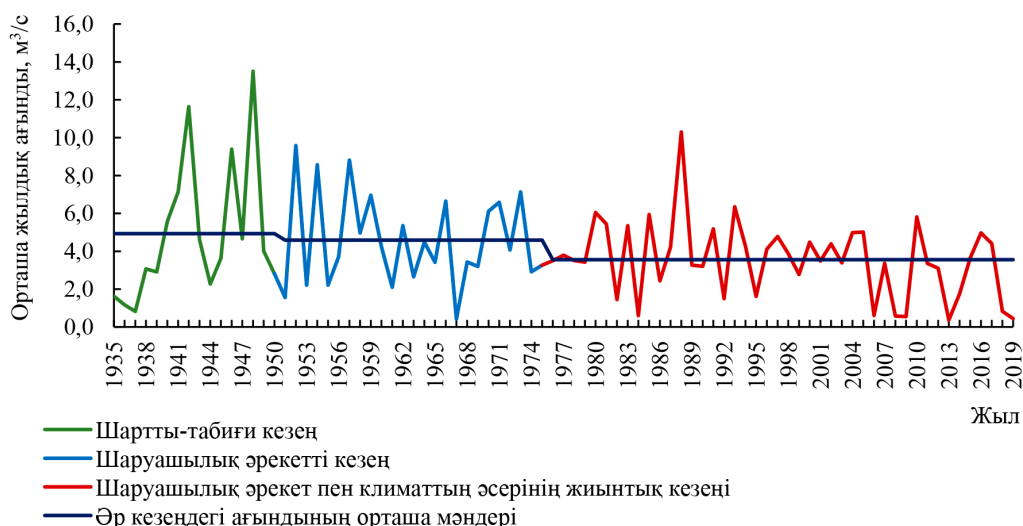
- ағындысы шартты-табиғи кезең (1935-1950 жж.);
- шаруашылық әрекеттің әсер ету кезеңі (1951-1975 жж.);
- шаруашылық әрекет пен климаттық факторлардың өзгеруі әсерінің жиынтық кезеңі (1976-2019 жж.).



4-сурет – Темір өз. – Ленин а. және Ойыл өз. – Ойыл а. гидрологиялық бекетіндегі 1935-2019 жж. кезеңіндегі орташа жылдық өзен ағындысының айырымдық және жиынтық интегралды қисықтары

Жем өзені алабы. Темір өз. – Ленинский а. бекетінің деректері шартты-табиғи кезеңнің орташа көпжылдық ағындысы (1935-1950 жж.) 155 млн. м³, ал қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер ету кезеңінің (1951-1975 жж.) ағындысы 145 млн. м³ құрап, ағынды көлемінің шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда 7%-ға азайғандығын көрсетеді. Ша-

руашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығының салдарынан (1976-2019 жж.) ағынды көлемі 112 млн. м³-ге дейін азайды, яғни шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда шаруашылық әрекеттің әсері мен климат өзгеруінің кешенді әсері нәтижесінде орташа көпжылдық ағынды 28 %-ға азайғандығы анықталды (1-кесте, 5-сурет).



5-сурет – Темір өз. – Ленинский а. гидрологиялық бекетіндегі орташа жылдық ағындының әр кезеңдегі уақыттық жүрісі

1-кесте – Темір өз. – Ленинский а. гидрологиялық бекетіндегі ағындының кезеңдер бойынша өзгерісі

Сипаттама	1935-1950 жж. (шартты-табиғи кезең)	1951-1975 жж. (қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер етуі кезеңі)	1976-2019 жж. (шаруашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығының салдары кезеңі)
Орташа жылдық өзен ағындысы, м ³ /с	4,93	4,59	3,56
Орташа көпжылдық ағынды көлемі, млн.м ³	155	145	112
Ағындының көлемінің өзгеру шамасы, млн.м ³ (%)	-	10,8 (-7 %)	43,2 (-28 %)

Жем өзені алабының су ресурстарын Темір өзені аналогы бойынша бағалау үшін 1935-1950 жж., 1951-1975 жж., 1976-2019 жж. кезеңдеріндегі Ақмешіт а. гидрологиялық бекетінің орташа мәндерін көпжылдық кезеңге келтіру коэффициенттері төмендегі тендеулерге (1-4) сәйкес есептелді (2-кесте):

$$K_{\text{(келтіру коэф-ті)}} = \frac{Q_{\text{ЭА}}}{Q_{\text{ТЛ}}} = 3, \quad (1)$$

$$K_{(1935-1950)} = \frac{Q_{\text{ТЛ}(1935-1950)}}{Q_{\text{ТЛ}(1951-1975)}} * \frac{Q_{\text{ЭА}}}{Q_{\text{ТЛ}}}, \quad (2)$$

$$K_{(1951-1989)} = \frac{Q_{\text{ТЛ}(1951-1975)}}{Q_{\text{ТЛ}(1951-1975)}} * \frac{Q_{\text{ЭА}}}{Q_{\text{ТЛ}}}, \quad (3)$$

$$K_{(1976-2019)} = \frac{Q_{\text{ТЛ}(1976-2019)}}{Q_{\text{ТЛ}(1951-1975)}} * \frac{Q_{\text{ЭА}}}{Q_{\text{ТЛ}}}, \quad (4)$$

мұндағы: $Q_{\text{ЭА}}$ – Жем өз. – Ақмешіт а. жылдық ағындысы, м³/с; $Q_{\text{ТЛ}}$ – Темір өз. – Ленинский а. жылдық ағындысы, м³/с.

2-кесте – Темір өз. – Ленинский а. және Эмба өз. – Ақмешіт а. гидрологиялық бекеттері үшін есептелген орташа көпжылдық ағындының кезеңдер бойынша өзгерісі

Өзен – бекет	1935-1950 жж. (шартты- табиғи кезең)	1951-1963 жж. (қатар бақылау жүргізілген кезең)	1951-1975 жж. (қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер етуі кезеңі)	1976-2019 жж. (шаруашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығының салдары кезеңі)
Ағындыны көпжылдық орташа мәніне келтіру коэффициенттері, (К)	3,1	3,0	2,8	2,2
Орташа көпжылдық ағынды, м ³ /сек				
Темір өз. – Ленинский а.	4,93	4,84	4,59	3,53
Жем өз. – Ақмешіт а.	15,0	14,5	13,0	7,7

Жем өз. – Ақмешіт а. бекетінің келтіру коэффициенттері бойынша есептелген орташа көпжылдық ағындысы шартты-табиғи кезеңде (1935-1950 жж.) 475 млн. м³, ал қарқынды шаруашылық әрекет кезеңінде (1951-1975 жж.) ағынды 411 млн. м³ құрады, яғни ағынды көлемінің 13 %-ға азайғандығын

көрсетеді. Шаруашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығы кезеңінде (1976-2019 жж.) орташа көпжылдық ағынды көлемі 244 млн. м³ дейін төмендеді, шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда бұл кезеңнің орташа көпжылдық ағындысы 49 %-ға азайған (3-кесте).

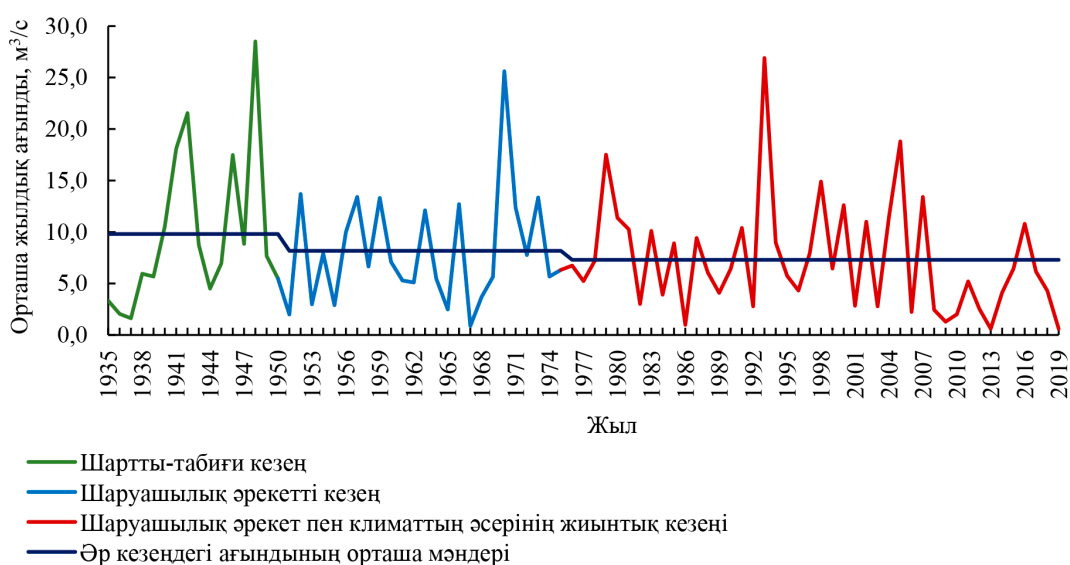
3-кесте – Жем өз. – Ақмешіт а. гидрологиялық бекетінде ағындының кезеңдер бойынша өзгерісі

Сипаттамалар	1935-1950 жж. (шартты- табиғи кезең)	1951-1963 жж. (бақылау жүргізілген кезең)	1951-1975 жж. (қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер етуі кезеңі)	1976-2019 жж. (шаруашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығының салдары кезеңі)
Орташа көпжылдық ағынды көлемі, млн. м ³	475	458	411	244
Алдыңғы кезеңнен өзен ағындысының азаюы				
Ағынды көлемінің өзгеру шамасы, млн. м ³ (%)	-	16,6 (-4 %)	63,6 (-13 %)	230 (-49 %)

Ойыл өзені алабы. Ойыл өзені алабында 1950 жылдардың бас кезінен бастап, гидротехникалық құрылыстардың енгізілуі салдарынан (Водные ресурсы Казахстана, 2012: 684) қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер етуіне байланысты өзен ағындысы біршама сатылы азайғандығы байқалады, әсіресе соңғы 10 жылдықта өзен ағындысы күрт азайған (6-сурет).

Ойыл өз. – Ойыл а. бекетінің ағынды мәліметтері бойынша антропогендік әсердің басталуына дейін, яғни шартты-табиғи кезеңде (1935-1950 жж.) орташа көпжылдық ағынды көлемі

310 млн. м³ құраса, қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер етуі кезеңінде (1951-1975 жж.) осы ағынды көлемі 258 млн. м³ дейін азайды, яғни табиғи кезеңмен салыстырғанда 17 %-ға төмендеді. Шаруашылық әрекеттің әсері мен ауа температурасының жоғарылауының салдарынан (1976-2019 жж.) орташа көпжылдық ағынды көлемі 230 млн. м³ дейін азайды. Жалпы шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда, шаруашылық әрекеттің әсері мен климат өзгеруінің кешенді әсері нәтижесінде орташа көпжылдық ағынды 26 %-ға азайды (4-кесте).



6-сурет – Ойыл өз. – Ойыл а. гидрологиялық бекетіндегі орташа жылдық ағындының әр кезеңдегі уақыттық жүрісі

4-кесте – Ойыл өз. – Ойыл а. гидрологиялық бекетіндегі ағындының кезеңдер бойынша өзгерісі

Сипаттама	1935-1950 жж. (шартты-табиғи кезең)	1951-1975 жж. (қарқынды шаруашылық әрекеттің әсер етуі кезеңі)	1976-2019 жж. (шаруашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығының салдары кезеңі)
Орташа жылдық өзен ағындысы, м ³ /с	9,81	8,17	7,30
Орташа көпжылдық ағынды көлемі, млн. м ³	310	258	230
Алдыңғы кезеңнен өзен ағындысының азаюы			
Ағынды көлемінің өзгеру шамасы, млн. м ³ (%)	-	51,7 (-17 %)	73,3 (-26 %)

Ойыл өзенінің орташа жылдық ағындысының 1935-2019 жж. кезеңіндегі уақыттық жүрісінде ағындының азаю тенденциясы байқалады (6-сурет).

Зерттеу жұмысында алынған нәтижелер Жайық-Каспий сушаруашылық алабының су ресурстарын бағалау жұмыстарының (Давлетғалиев, 2009: 7; Давлетғалиев, 2011а: 56; Давлетғалиев, 2015б: 73) нәтижелерімен сәйкес келеді. Алаптың оңтүстік-шығыс аймағында орналасқан өзендерінің (Жем, Ойыл және Сағыз) бақылған жер үсті су ресурстарының жиынтығы көпжылдық 1940-2007 жж. кезеңінде 788 млн. м³ құраса, соңғы 30 жылдық кезеңде (1974-2007 жж.) 669 млн. м³ құрағаны, яғни соңғы кезеңде су ресурстарының 119 млн. м³-қа азайғандығы анықталған (Давлетғалиев, 2011а: 56).

Жем және Ойыл өзендері алаптарының экологиялық жағдайын жан-жақты зерттеу мақсатында құрылған арнайы жұмыс тобының іс-сапарларының нәтижесі.

2021 жылы Жем және Ойыл өзендері алаптарының экологиялық жағдайын жан-жақты зерттеу мақсатында арнайы жұмыс тобы құрылып, Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің кеңесшісі С. Еңсегеновтің және Су ресурстары комитеті төрағасының орынбасары Д. Бекмағамбетовтің төрағалығымен, «Казгидромет» РМК-ның су саласының ғалым-мамандарынан құралған жұмыс тобымен Ақтөбе және Атырау облыстарына далалық экспедицияны қамтитын бірқатар іс-сапарлар ұйымдастырылды.



7-сурет – «Қазгидромет» РМК қызметкерлерінің Жем мен Ойыл өзендері ағындысының өзгеру нәтижелерімен таныстыру баяндамасы мен далалық экспедиция іс-сапары

Жұмыс тобы Мұғалжар, Темір, Ойыл, Қызылқоға, Жылыой аудандарының белсенді азаматтарымен арнайы кездесулер өткізді. Кездесуге аудан басшылары, қоғамдық бірлестік мүшелері, ауылдық округ ақсақалдар алқасының өкілдері, сондай-ақ, су ресурстары қызметінің ардагерлері, өңірлік бұқаралық ақпарат құралдарының өкілдері қатысты.

Кездесу барысында жұмыс тобы ақпараттық түсіндіру жұмыстарын жүргізді. «Қазгидромет» РМК мамандары мақалада берілген Жем және Ойыл өзендерінің ағындысының азаюы бойынша жүргізген зерттеулерінің нәтижелері туралы баяндама жасады (8-сурет).

Аудан тұрғындарымен өзекті бірқатар мәселелер көтерілді:

- соңғы жылдардағы өзеннің төменгі ағысында орналасқан елді-мекендерде өзен ағындысы азаюда, соның ішінде 2020 жылғы өзен ағынының төмендеуі кезеңінде (сабалық кезең) Қызылқоға, Жылыой аудандарында су өтімінің үзіліп, құрғауы орын алуда;

- өзен ағынының азаюы нәтижесінде, ауыз су сапасының төмендеуі орын алуда, атап айтқанда, судың тұздылығының артуы көп байқалуда;

- өңірде бұрын-соңды болған бұлақтар санының азаюының орын алуы және бұлақ көздерін ашу, тазалау жұмыстарының қолға алынбауы;

- өзен аңғарларының әртүрлі шөгінділермен толып, өсімдіктермен (қамыс, қоға және т.б.) басып кетуі;

- өзен салалары бойында, құзыретті мекемелерде тіркелмеген, кіші гидротехникалық құ-

рылымдардың (бөгеттер, лимандар және т.б.) орналасуы;

- артезиандық ұңғымалардан келетін иесіз қалған су бұрқақтар (фонтандар) және олардың қажетті деңгейде қараусыз қалуы.

Іс-сапар барысында Ақтөбе облысының Мұғалжар, Темір аудандары және Атырау облысы Жылыой ауданы аумағында шамамен 2000 км жолсыз жермен жүріп, Жем өзенінің жоғарғы және ортаңғы ағыстарында және алабында барлығы – 43 әр түрлі нысандағы гидротехникалық құрылыстар анықталды, оның ішінде:

- Мұғалжар ауданында барлығы – 7, соның ішінде: коммуналдық меншікте – 2; жеке меншікте – 4; иесіз – 1.

- Темір ауданында барлығы – 32, соның ішінде: республикалық меншікте – 4; коммуналдық меншіктегі бөгеттер – 2; иесіз – 25; тазартуды қажет ететін бұлақтар – 1.

- Жылыой ауданында барлығы – 4, соның ішінде: коммуналдық меншікте – 2; иесіз – 2.

Жем және Ойыл өзен алаптарындағы экологиялық жағдайды сауықтыру мақсатында өткізілген іс-сапарлар барысындағы кездесулер нәтижесінде алынған ақпараттар негізінде келесі ұсыныстар жасалды:

- Кешенді ғылыми-зерттеу жұмыстары нәтижесінде уәкілетті органдармен «Жем және Ойыл өзендерінің су ресурстарын кешенді, тиімді пайдалану және қорғау жобасын» құрастыру үшін ұсыныстар әзірлеу;

- Қазақстанның басқа да кіші өзендерінің алаптары үшін алынған тәжірибені тарату мәселелерін қарастыру.

Қорытынды

Жем және Ойыл өзендерінің 1935-2020 жж. кезеңіндегі ағындыларының өзгеруін бағалау барысында олардың азаю тенденциясы анықталды. Сонымен қатар, зерттеліп отырған өзен алаптарының шегінде шаруашылық қызмет пен климат өзгеруінің өзендердің гидрологиялық режиміне әсерін бағалау мақсатында генетикалық және статистикалық талдау әдістерін пайдалана отырып, Жем және Ойыл өзендері алаптарының ағындысы шартты-табиғи кезеңмен салыстырғанда шаруашылық әрекеттің әсері мен климаттың өзгеруі жиынтығының салдары кезеңінде сәйкесінше 49 % және 26 %-ға азайғандығы анықталды.

Жем және Ойыл өзендері ағындысының азаюының негізгі себептері болып табылатын қыс мезгіліндегі жиынтық жауын-шашын мөлшері мен күзгі ылғалдану соңғы 20 жыл ішінде төмендеу тенденциясына ие. Сәйкесінше, су тасу-

дың көктемгі мезгілінде өзен ағындысының топырақ инфильтрациясына жұмсалатындығы жөнінде тұжырым жасауға болады. Өңірлердегі ауа температурасының орташа көпжылдық мәндерінің өзгеруін талдау нәтижесінде соңғы жылдары қарқынды жоғарылау тенденциясы айқындалды, яғни ауа температурасының жоғарылауы, өз кезегінде, ағынсыз ойыстары көп Жем және Ойыл өзендері алаптарының беткейлерінен буланушылықтың жоғарылауына алып келетіні анық.

Сонымен қатар, өзендердің орта және төменгі ағыстарында ағындысы азаюының және экологиялық жағдайының төмендеуінің тағы бір себептері суды заңсыз бұрып алған иесіз бөгеттер және кеңес дәуірінде салынған, бұзылған, су жинау қабілеті жоқ бөгеттер болып табылады.

Қорытындылай келе, Жем және Ойыл өзендері ағындыларының азаюы – шаруашылық әрекет әсері мен заманауи жағдайдағы климаттың өзгеруі салдары екендігі сөзсіз.

Әдебиеттер

- Абубакирова К. Д., Базарбаева Т. А. Состояние водных ресурсов Республики Казахстан // Наука и новые технологии. – №2. – 2014. – С. 62-64.
- Абубакирова, К. Д., Таныбаева, А. К., Павличенко, Л. М., & Рысмагамбетова, А. А. (2017) Integrated water resources management in the Republic of Kazakhstan: problems and prospects // Вестник КазНУ. Серия географическая. – №47 (4). – С. 23-31.
- Алимкулов С. К., Турсунова А. А., Давлетғалиев С. К., Сапарова А. А. Ресурсы речного стока Казахстана // Гидрометеорология и экология. – №3. – 2018. – С. 80-94.
- Алимкулов С. К., Турсунова А. А., Сапарова А. А. Ресурсы речного стока Казахстана в условиях будущих климатических и антропогенных изменений // Гидрометеорология и экология. – №1. – 2021. – С. 59-71.
- Asocan, S.M., Rogberg, P., Bring, A., Jarsjö, J., Destouni, G., 2016. Climate model performance and change projection for freshwater fluxes: Comparison for irrigated areas in Central and South Asia. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 5, 48–65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.017>.
- Давлетғалиев С.К. Оценка нормы годового стока рек Жайык-Жемского района при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология. – №1. – 2009. – С. 7-17.
- Давлетғалиев С.К. Поверхностные водные ресурсы Жайык-Каспийского бассейна в границах Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология. – №1. – 2011. – С. 56-65.
- Давлетғалиев С.К. Оценка водных ресурсов Жайык-Каспийского бассейна по водохозяйственным участкам // Гидрометеорология и экология. – №4. – 2015. – С. 73-80.
- «Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2019 год». – Нур-Султан: РГП «Казгидромет», 2020. – 62 с.
- Гальперин Р. И. Материалы по гидрографии Казахстана – части 1, 2 и 3 (учебное пособие). – Алматы, 1997. – 89 с.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Cambridge Univ. Press*, pp. 1132.
- Клибашев К. П., Горошков И. Ф. Гидрологические расчёты. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 460 с.
- Mannig, B., Pollinger, F., Gafurov, A., Vorogushyn, S., Unger-Shayesteh K., 2018. Impacts of Climate Change in Central Asia *Encyclopedia of the Anthropocene Volume 2*, 2018, 195-203. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809665-9.09751-2>.
- Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Saparova A.A., Baspakova G.R., Kulebayev K.M. (2020) Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan // *Eurasia J Biosci* 14. Pp 301-307.
- Методическое руководство по методам расчёта основных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 247 с.
- Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейн Урала (Среднее и нижнее течение Эмбы). Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 222 с.
- Olli Varis, Matti Kummu (2012) The Major Central Asian River Basins: An Assessment of Vulnerability // *International Journal of Water Resources Development*, 28:3. Pp 433-452 (DOI: 10.1080/07900627.2012.684309)

- Основные гидрологические характеристики. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район. Т. 12. Вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 205 с.
- Основные гидрологические характеристики (за 1963 – 70 гг.). Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район. Т. 12. Вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 322 с.
- Основные гидрологические характеристики (за 1971 – 75 гг.). Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район. Т. 12. Вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 207 с.
- Ososkova, T., Gorelkin, N., Chub, V. (2000) Water resources of Central Asia and adaptation measures for climate changem // Environ. Monit. Assess. 61, 161-166 (<https://doi.org/10.1023/A:1006394808699>)
- Постановление Правительства Республики Казахстан от 8 апреля 2016 года № 200 «Об утверждении Генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов», электронный ресурс <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000200>
Дата обращения: 29.03.2022 г.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан / Под ред. М.С. Протасьева. Т. 1. Вып. 3. Актюбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 515 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Т. 12. Вып. 2. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 150 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Урало-Эмбинский район. Т. 12. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 511 с.
- Reyer, C., Otto, I.M., Adams, S. et al. (2017) Climate change impacts in Central Asia and their implications for development. Reg Environ Change **17**, Pp 1639–1650 (<https://doi.org/10.1007/s10113-015-0893-z>)
- Рождественский А. В., Чеботарёв А. И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 б.
- Salnikov V., Turulina G., Polyakova S., Petrova Y., Skakova A. (2015) Climate change in Kazakhstan during the past 70 years // Quaternary International. Vol.358 (9 February 2015), Pp 77-82.
- Шикломанов И.А. (1989) Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеоздат, – 330 с.
- Unger-Shayesteh, K., Vorogushyn, S., Farinotti, D., Gafurov, A., Duethmann, D., Mandychev, A., Merz, B., 2013a. What we know about past changes in the water cycle of Central Asian headwaters? A review. Global Planet. Change. 110, 4-25.
- Вагапова А.Р. Оценка влияния антропогенных факторов на речной сток // Вестник Казахстанско-немецкого университета: Устойчивое развитие Центральной Азии. – Алматы, 2014. – С. 74-78.
- Viviroli, D., Weingartner, R., 2004. The hydrological significance of mountains: from regional to global scale. Hydrol. Earth Syst. Sci. 8, 1017-1030. doi: 10.5194/hess-8-1017-2004.
- Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление / Под науч. ред. Р.И. Гальперина. Т. VII. Кн. 1. – Алматы, 2012. – 684 с.
- WWAP, 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO.
- Zhupankhan A., Tussupova K., Berndtsson R. (2018) Water in Kazakhstan, a key in Central Asian water management // Hydrological Sciences Journal Volume 63, 2018 - Issue 5. Pp 752-762 (<https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1447111>)

References

- Abubakirova K.D., Bazarbaeva T.A. (2014) Sostojanie vodnyh resursov respubliky Kazahstan [State of water resources of the Republic of Kazakhstan] // Nauka i novye tehnologii [Science and new technologies], No2. Pp 62-64.
- Abubakirova K.D., Tanybaeva A.K., Pavlichenko L.M., Rysmagambetova A.A. (2017) INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: PROBLEMS AND PROSPECTS // Journal of Geography and Environmental Management. No4 (47), 47 (4), Б. 23-31.
- Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Davletgaliev S.K., Saparova A.A. (2018) Resursy rechnogo stoka Kazahstana [Resources of river flow of Kazakhstan] // Gidrometeorologija i jekologija [Hydrometeorology and ecology], No3. Pp 80-94.
- Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Saparova A.A. (2021) Resursy rechnogo stoka kazahstana v uslovijah budushhikh klimaticheskikh i antropogennyh izmenenij [Resources of river flow of Kazakhstan under conditions of future climate and anthropogenic changes] // Gidrometeorologija i jekologija [Hydrometeorology and ecology], No1. Pp 59-71.
- Asocan, S.M., Rogberg, P., Bring, A., Jarsjö, J., Destouni, G. (2016) Climate model performance and change projection for freshwater fluxes: Comparison for irrigated areas in Central and South Asia // Journal of Hydrology: Regional Studies, No 5. Pp 48–65. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.017>)
- Davletgaliev S.K. (2009) Ocenka normy godovogo stoka rek Zhajyk-Zhemsckogo rajona pri otsutstvii dannyh nabljudenij [Assessment of the annual flow rate of the rivers of the Zhayik-Jem region in the absence of observational data] // Gidrometeorologija i jekologija [Hydrometeorology and ecology], No1. Pp 7-17.
- Davletgaliev S.K. (2011) Poverhnostnye vodnye resursy Zhajyk-Kaspijskogo bassejna v granicah Respubliki Kazahstan [Surface water resources of the Zhayk-Caspian basin within the borders of the Republic of Kazakhstan] // Gidrometeorologija i jekologija [Hydrometeorology and ecology], No1. Pp 56-65.
- Davletgaliev S.K. (2015) Ocenka vodnyh resursov Zhajyk-Kaspijskogo bassejna po vodohozjajstvennym uchastkam [Water Resources Assessment of the Zhayk-Caspian Basin on Water Management Sites] // Gidrometeorologija i jekologija [Hydrometeorology and ecology], No4, Pp 73-80.
- Ezhegodnyj bjulleten' monitoringa sostojanija i izmenenija klimata Kazahstana: 2019 god (2020) [Kazakhstan's Annual Climate Monitoring Bulletin: 2019] – Nur-Sultan: RGP «Kazgidromet». P 62.
- Gal'perin R. I. (1997) Materialy po gidrografii Kazahstana [Materials on hydrography of Kazakhstan] – Chapter 1, 2, 3 (uchebnoe posobie). – Алматы. P. 89.

- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Cambridge Univ. Press*, P 1132.
- Klibashev K. P., Goroshkov I. F. (1970) *Gidrologicheskie raschjoty [Hydrological calculations]*. - L.: Gidrometeoizdat. P 460.
- Mannig, B., Pollinger, F., Gafurov, A., Vorogushyn, S., Unger-Shayesteh K. (2018) *Impacts of Climate Change in Central Asia Encyclopedia of the Anthropocene. Volume 2*. Pp 195-203. (<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809665-9.09751-2>)
- Medeu A.R., Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Saparova A.A., Baspakova G.R., Kulebayev K.M. (2020) *Anthropogenic load on water resources of Kazakhstan // Eurasia J Biosci* 14. Pp 301-307.
- Metodicheskoe rukovodstvo po metodam raschjota osnovnyh gidrologicheskikh harakteristik (1984) [Methodological Manual on Methods of Calculation of Main Hydrological Characteristics]. – L.: Gidrometeoizdat. P 247.
- Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnyh vod sushi. Kazahskaja SSSR. Bassejn Urala (Srednee i nizhnee techenie Jemby) (1984) [Long-term data on the surface water regime and resources of the land. Kazakh USSR. Urals basin (Middle and Lower Emba Current)]. Volume 2. – L.: Gidrometeoizdat. P. 222.
- Olli Varis, Matti Kummu (2012) *The Major Central Asian River Basins: An Assessment of Vulnerability // International Journal of Water Resources Development*, 28:3, Pp 433-452 (DOI: 10.1080/07900627.2012.684309)
- Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan. Uralo-Jembinskij rajon (1966) [Main hydrological characteristics. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Ural-Emba district]. Vol.12. No2. – L.: Gidrometeoizdat. P 205.
- Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki (za 1963 – 70 gg.). Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan. Uralo-Jembinskij rajon (1977) [Main hydrological characteristics (1963 - 70). Lower Volga region and Western Kazakhstan. Ural-Emba district]. Vol.12. No2. – L.: Gidrometeoizdat. P 322.
- Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki (za 1971 – 75 gg.). Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan. Uralo-Jembinskij rajon (1980) [Main hydrological characteristics (1971 - 75 years). Lower Volga region and Western Kazakhstan. Ural-Emba district] Vol.12. No2. – L.: Gidrometeoizdat, P 207.
- Ososkova, T., Gorelkin, N., Chub, V. (2000) *Water resources of Central Asia and adaptation measures for climate change // Environ. Monit. Assess.* No61. P 161. (<https://doi.org/10.1023/A:1006394808699>)
- Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 8 aprelja 2016 goda № 200 “Ob utverzhdenii General'noj shemy kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh resursov” [On approval of the General Scheme for the Integrated Use and Protection of Water Resources], jelektronnyj resurs <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1600000200>. Data obrashhenija: 29.03.2022 g.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan (1966) / Pod red. M.S. Protas'eva [Surface water resources of the USSR. Lower Volga region and Western Kazakhstan]. Vol.1. No3. Aktjubinskaja oblast'. - L.: Gidrometeoizdat. P 515.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Gidrologicheskaja izuchennost'. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan (1966) [Resources of surface waters of the USSR. Hydrological study. Lower Volga region and Western Kazakhstan]. Vol.12. No2. – L.: Gidrometeoizdat. P 150.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Uralo-Jembinskij rajon (1970) [Surface water resources of the USSR. Ural-Emba district]. Vol.12. – L.: Gidrometeoizdat, P 511.
- Reyer, C., Otto, I.M., Adams, S. et al. (2017) *Climate change impacts in Central Asia and their implications for development. Reg Environ Change* 17, Pp 1639–1650 (<https://doi.org/10.1007/s10113-015-0893-z>)
- Rozhdestvenskij A. V., Chebotarjov A. I. (1974) *Statisticheskie metody v gidrologii [Statistical methods in hydrology]*. – L.: Gidrometeoizdat. P 424.
- Salnikov V., Turulina G., Polyakova S., Petrova Y., Skakova A. (2015) *Climate change in Kazakhstan during the past 70 years // Quaternary International*. Vol.358 (9 February 2015), Pp 77-82.
- Shiklomanov I.A. (1989) *Vliyanie hozyajstvennoj deyatel'nosti na rechnoj stok [Impact of economic activity on river flow]*, Leningrad, Gidrometeoizdat, 330 b.
- Unger-Shayesteh, K., Vorogushyn, S., Farinotti, D., Gafurov, A., Duethmann, D., Mandychev, A., Merz. B. (2013) *What we know about past changes in the water cycle of Central Asian headwaters? A review. Global Planet, Change*. No110. Pp 4-25.
- Vagapova, A.R. (2014) *Ocenka vlijaniya antropogennyh faktorov na rechnoj stok [Assessment of anthropogenic influences on river flow] // Vestnik Kazahstansko-nemeckogo universiteta: Ustojchivoe razvitie Central'noj Azii, Almaty*. Pp 74-78.
- Viviroli, D., Weingartner, R. (2004) *The hydrological significance of mountains: from regional to global scale. Hydrol. Earth Syst. Sci.* 8, Pp 1017-1030. (doi: 10.5194/hess-8-1017-2004)
- Vodnye resursy Kazahstana: ocenka, prognoz, upravlenie (2012) [Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management] / Pod nauch. red. R.I. Gal'perina. Vol.VII. Book 1. – Almaty. P 684.
- WWAP (2015) *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris, UNESCO.
- Zhupankhan A., Tussupova K., Berndtsson R. (2018) *Water in Kazakhstan, a key in Central Asian water management // Hydrological Sciences Journal* Volume 63, 2018 - Issue 5. Pp 752-762 (<https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1447111>)