

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ШЫҒЫСЫНДАҒЫ КЛИМАТТЫҢ ЗАМАНАУИ ӨЗГЕРУЛЕРІ

А.Н. Мунайтпасова**г.э.к.*, А.К. Жексенбаева, Г.О. Оракова, Г.Т. Мусралинова, Ә. Нышанбай*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан**E-mail: aidamunaitpasova@mail.ru*

Қазіргі таңда климаттың өзгеру мәселесі тек метеоролог мамандарды ғана алаңдатып қоймай, жалпы қоғам назарындағы ауқымды тақырыпқа айналды. БҰҰ ұсынған тұрақты даму мақсаттарының бірі – климаттың өзгеруімен күреске (ТДМ-13) арналып, бағдарлама аясында елімізде ауқымды жобалар, бірқатар іс-шаралар өткізілуде. Қазақстандағы қазіргі климаттық өзгерістер ауа температурасы мен жауын-шашынның, сонымен қатар гидрометеорологиялық құбылыстардың ұзақтығының, қарқындылығының және жиілігінің артуына алып келеді. Олардың өзгеру динамикасын түсіну, пайда болу заңдылықтарын анықтау аса маңызды болып табылады. Зерттеу жүргізу барысында 1942...2022 жж. Шығыс Қазақстандағы Өскемен, Семей, Шемонаиха, Катон-Қарағай, Күршім, Зайсан, Ақсуат метеорологиялық станцияларында ауа температурасының әр 10 жылда 0,2...0,4 °С жоғарылау тенденциясы байқалған. Жауын-шашынның Зайсан, Шемонаиха және Семей станцияларында әр 10 жылда 1,6...7,7 мм жоғарылау, ал қалған станцияларда әр 10 жылда 4,1...5,9 мм төмендеу тенденциясы байқалған. Соңғы онжылдықта ауа температурасы мен жауын-шашын аномалиялары оң таңбалы тенденцияны көрсеткен. Манн-Кендалл тесті бойынша ауа температурасының өзгеру маңыздылығы барлық станцияларда ақпан-наурыз және тамыз айларында жоғары болған. Көктем және күз айларында жауын-шашынның өзгеру маңыздылығы төмен, ал Зайсан, Шемонаиха және Семей станцияларында жылдың суық мезгілінде жоғары болған.

Түйін сөздер: жаһандық жылыну, ауа температурасы, жауын-шашын, аномалия, тренд сызығы, Манн-Кендалл тесті.

Поступила: 22.12.23

DOI: 10.54668/2789-6323-2024-114-3-31-39

КІРІСПЕ

Соңғы кездері климат мәселесі ең өзекті тақырыптардың біріне айналғаны рас. Әсіресе, биылғы көктем айындағы Қазақстанның батысындағы болған су тасқынынан кейін де экология, ауа райы, метеорология мен гидрология салаларына қызығушылықтың артқанының да куәсі болудамыз. Осы орайда, 2000 жылы БҰҰ-мен ұсынылып, 2015 жылы қабылданған тұрақты дамудың 13-мақсаты «Климаттың өзгеруімен күрес» екенін де айта кеткен жөн. Яғни, климаттың өзгеру мәселесі тек ұлттық емес, әлемдік деңгейдегі маңыздылығы жоғары тақырып болып табылады. Мұның дәлелі ретінде, 2023 жылы желтоқсан айында Дубайда өткен климат жөніндегі дүниежүзілік саммитті атап өтуге болады. Бұл саммитке еліміздің Президенті Қасымжомарт Кемелұлы Тоқаев қатысып, әлемдік деңгейдегі «жасыл

даму» бастамаларын қолдайтынын атап өтті, сонымен қатар Арал теңізі мәселесін көтеріп, климаттың өзгеруімен күрес және оның өзгеруіне бейімделу шараларын да қамтыды (Мунайтпасова А.Н., Қазақ университеті газеті, 2023).

Жаһандық климаттың өзгеруі өткен ғасырлардан бастау алып, түрлі теориялар, гипотезалар, зерттеу әдістері ұсынылды, әлі де ұсынылып жатыр. Көптеген ғылыми еңбектердің нәтижесінде климаттың өзгеруіне әсер ететін біршама факторлар: парниктік газдар, литосфералық тақталар тектоникасы (континенттердің жылжуы, мұхит және тау жоталарының қалыптасуы мен бұзылуы), күн белсенділігінің әлсіреуі, орбитаның өзгеруі (Жер орбитасының өзгеруі күн радиациясының жер бетінде параметрлерінің өзгеруіне алып келеді, «Миланкович циклдері»), вулканизм (жаңартау атқылау нәтижесінде бірнеше жыл

бойы салқындау орын алады), отынды жағу (CO₂ концентрациясының жоғарылауы), аэрозольдер (отын жағылған кезде бөлінетін сульфаттар, атмосфераның салқындауына алып келеді), жер эокжүйелерінің бұзылуы (ауыл шаруашылығы, суару, орман кесу т.б.), теңіз эокжүйелерінің бұзылуы (теңіз CO₂ газын 50 % дейін сіңіреді), ірі қара мал шаруашылығы (мал шаруашылығы әлемдегі парниктік газдар шығарындыларының 18 % құрайды), астрономиялық және геофизикалық климат құраушы факторлар анықталды.

Климаттың өзгеруі су тасқынының жиілігі мен қарқындылығының артуына әсер ететін маңызды фактор болып табылады. Теңіз деңгейінің көтерілуі, жауын-шашын үлгілерінің өзгеруі және экстремалды ауа райы жағдайлары жиілігінің артуы, бұл процеске айтарлықтай ықпал етеді. Су тасқыны қаупін тиімді басқару үшін климаттың өзгеруін және басқа факторларды азайтуға бағытталған кешенді стратегияларды әзірлеу қажет. Қазақстан үшін климаттың өзгеруінің елеулі салдарының бірі орташа температураның артуы болып табылады. Бұл мұздықтардың еруіне, қар суларының өз мерзімінен ерте еруіне, соған орай өзендер мен көлдердегі су деңгейінің көтерілуіне әкеледі. Оған мысал ретінде, еліміздің 3 өңірінде, яғни Ақтөбе, Атырау және Солтүстік Қазақстан облыстарында көктем мезгілінде болған су тасқынын атап өткен жөн (Рахматулла Н, <https://aduna.kz/post/198959>, 2023).

Көптеген мақалалар климаттың өзгеру мәселесінің өте жоғары өзектілігін атап өтеді. Қазіргі таңда климаттың өзгеруі тек жеке аудандарда ғана емес, бүкіл Жер шарында бақыланып жатқаны көптеген еңбектерде көрсетілді (Заявление ВМО о состоянии глобального..., 2020; Долгих С.А., Есеркепова И.Б., Шамен А., 1997; Долгих С.А., 1995; Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У., 2005; Чередниченко А.В., 2009; Cherednichenko, A.V., 2015; Боголюбова Е., Қуанышова С., 2017). Қазақстандағы климаттың өзгеруі тақырыбымен көптеген ғалымдар айналысуда, атап айтқанда Долгих С.А., Чередниченко А.В. және т.б. жұмыстарда қарастырылған (Долгих С.А. және т.б., 2005; Чередниченко А.В., 2009). Сонымен қатар, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, география және табиғатты пайдалану факультеті, метеорология және

гидрология кафедрасының да оқытушылары бұл тақырыпта бірқатар еңбектер мен мақалалар шығаруда (Жексенбаева А.К. және т.б., 2022).

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Соңғы 100 жылда климат жаһандық және аймақтық деңгейде өзгерді және қазіргі уақытта өзгеріске ұшырауда. Аймақтық климат жаһандық климаттан ерекшеленеді, әр аймақтың өзіне тән климаты бар. Шығыс Қазақстан климатының Қазақстанның басқа аймақтарының климатынан біршама ерекшеліктері бар.

Шығыс Қазақстан Абай облысының климаты жайлы көптеген ғылыми жұмыстар болғанымен, ауқымды жұмыстар саны санаулы.

Шығыс Қазақстан аймағы бойынша 7 метеорологиялық станция таңдалынды: Өскемен, Семей, Шемонаиха, Катон-Қарағай, Күршім, Зайсан, Ақсуат метеорологиялық станциялары (МС). Бұл станциялар бойынша 1942...2022 жж. аралығындағы жауын-шашын мен ауа температурасының мәліметтері (Семей МС-да мәліметтер 1945...2022 жж. аралығында) қарастырылды.

Климаттың өзгеруі жайлы нақты түсінік алу мақсатында ауа температурасы мен жауын-шашынның өзгеру динамикасын талдау үшін метеорологияда кеңінен қолданылатын математикалық, статистикалық талдау және климаттық нормадан ауытқу әдістері қолданылды.

Манн-Кендалл (МК) тесті (Mann 1945, Kendall 1975, Gilbert 1987) қызығушылық айнымалысының уақыт өте келе монотонды көтерілу немесе төмендеу тенденциясы бар-жоғын статистикалық анықтау үшін қолданылады. Сызықтық болуы мүмкін немесе болмауы мүмкін монотонды өсу (төмендеу) тенденциясы уақыт өте келе айнымалының тұрақты өсуін (төмендеуін) білдіреді. Болжалды сызықтық регрессия сызығының көлбеуі нөлден өзгеше екенін анықтау үшін параметрлік сызықтық-регрессиялық талдауды орындаудың орнына МК тестін қолдануға болады (Yue S.A және т.б., 2002).

Манн-Кендалл тесті – уақыт тренді анықтау үшін кеңінен қолданылатын параметрлік емес тест. Алайда, онымен алынған стандартты р мәндері бақылаулар арасындағы болжамға сәйкес құрылады (себебі Кендалл теориясы корреляциясына негізделген).

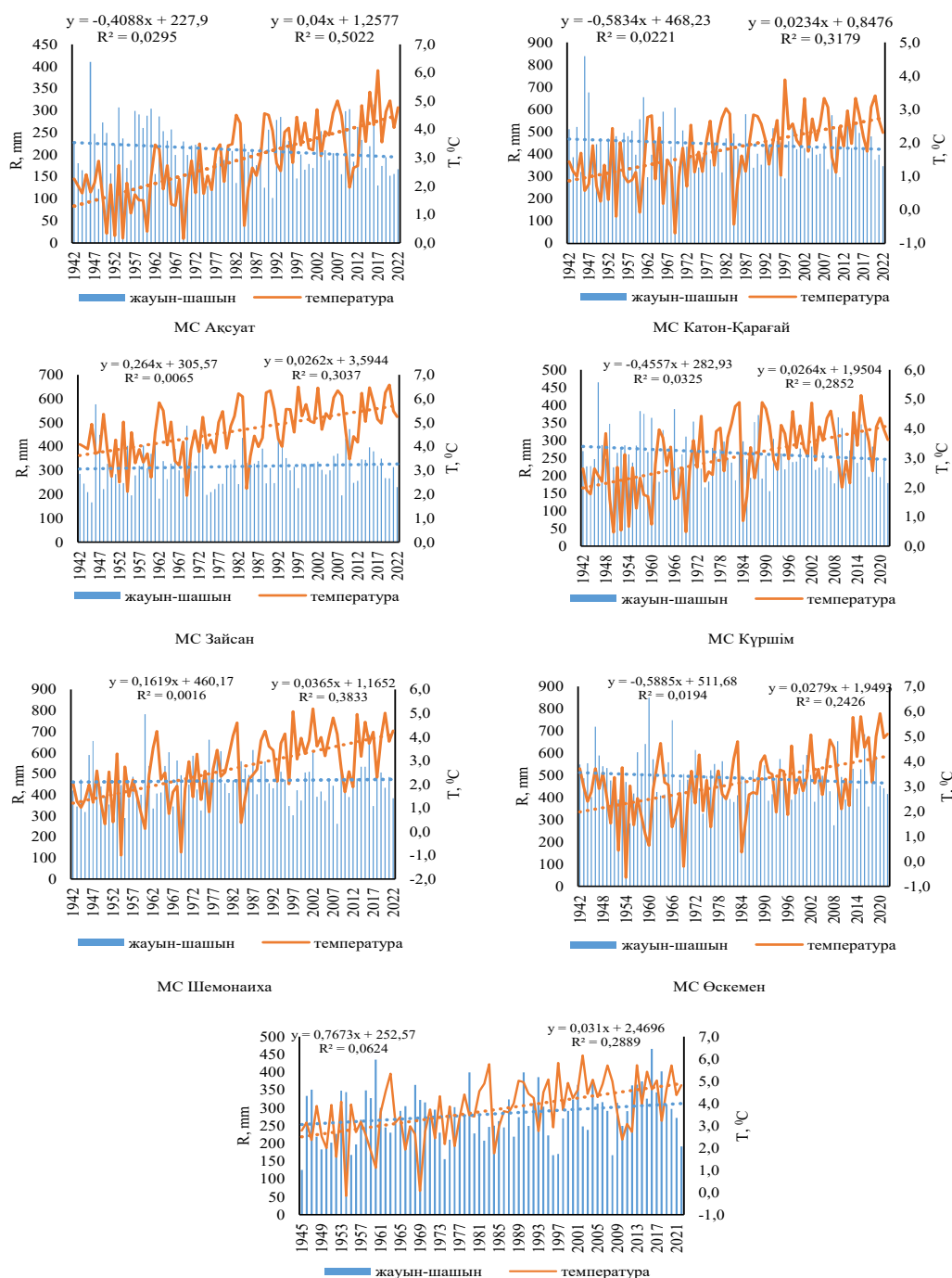
Уақыт қатарындағы бақылаулар жиі автокорреляцияланады: бір бақылаудың орташадан үлкен екенін білу келесі бақылаудың орташадан да үлкен екенін көрсетуі мүмкін.

Имитациялық зерттеулер көрсеткендей, оң автокорреляция тренд туралы мәліметті алуға мүмкіндік береді (яғни уақыттың 5 %-дан астамы, егер шын мәнінде уақыт тренді болмаса) және теріс автокорреляция мағыналы трендті табуды қиындатады. Манн-Кендалл тестін қолдану бойынша нұсқаулық Нысанбаева А.С. Талипова Э.К. (Талирова Е.К және т.б., 2019) жұмыстарынан алынды.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Қазақстанның шығысында метеорологиялық параметрлердің көпжылдық динамикасын анықтау үшін ауа температурасының жылдық орташа мәнінің және жауын-шашынның жылдық мөлшерінің өзгеруінің кестелері салынды. Бақыланып отырған параметрлердің өзгеру тенденциясын анық көрсету үшін графиктерге тренд сызықтары қолданылды.

1942...2022 жылдар аралығындағы ауа температурасы мен атмосфералық жауын-шашынның динамикасы келесі суретте көрсетілген (сурет 1).



Сур.1. Шығыс Қазақстан аумағындағы ауа температурасы мен атмосфералық жауын-шашынның жылдық таралуы

Қарастырылған метеостанциялардың барлығында температураның тренд сызығы - оң мәнді. Температураның өсу тенденциясы байқалғанымен әр станцияда әртүрлі деңгейде өскенін байқауға болады. Жалпы алғанда 1942...2022 жылдар аралығында, яғни соңғы 80 жылдың ішінде Шығыс Қазақстан облысының қарастырылған барлық станцияларында ауа температурасы әр 10 жылда 0,2...0,4 °C жылдамдықпен жылынған.

Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның (ДМУ, Женева) 30 қарашадағы мәлімдемесіне сәйкес, 2015...2023 жылдар аралығы бақылау кезеңдерінің ішіндегі ең жылы жылдар болып табылады. Ал, 2023 жылдың жаһандық ауа температурасы мәні (қазан айында) 1850...1900 жылдағы орташа мәнінен 1,40 °C (±0,12) жоғары болған. Қазан айына дейінгі бақылау мәліметтеріне сәйкес, 2023 жыл 174-жылдық бақылау кезеңіндегі ең жылы жыл болмақ. Бұған дейінгі ең жылы жылдар: 2016 ж. – 1850...1900 жылдағы орташа мәнінен 1,29 (±0,12) °C жоғары, 2020 ж. - 1,27 (±0,13) °C жоғары болған. Климатолог ғалымдардың пікірінше, бұл жылынудың себебі, Эль-Ниньо құбылысы, яғни Тынық мұхитындағы оңтүстік тербелістері болып отыр. Эль-Ниньо құбылысы 2023 жылдың көктемінде пайда болып, жаз мезгілінде қарқынды дамыған, сонымен қатар 2024 жылдың жаһандық температурасының жоғары болуына алып келуі де мүмкін (Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым, 2023).

Жаһандық климаттың өзгеруі фонында Қазақстан климатының да өзгерулері орын

алуда. Қазақстанның барлық облыстарының аумағында орташа жылдық ауа температурасының тұрақты жоғарылауы байқалады. Казгидромет мамандарының хабарлауынша, Қазақстан аумағы бойынша орташа алғанда ауаның орташа жылдық температурасының жоғарылауы әр 10 жыл сайын 0,32 °C құрайды (Казгидромет, бюллетень, 2023).

Қарастырылған метеостанцияларда жауын-шашынның 80 жыл ішінде біртекті өзгерісі тіркелді. Яғни, метеостанциялардың орналасқан аймағының геофизикалық сипатына және климаттық факторларға байланысты станциялардағы жауын-шашынның тек өсу тенденциясы байқалмай, азаю тенденциясы да байқалды. Зайсан, Шемонаиха және Семей станцияларында жауын-шашын мөлшерінің әр 10 жылда 1,6...7,7 мм жоғарылау, ал қалған станцияларда әр 10 жылда 4,1...5,9 мм төмендеу тенденциясы байқалған.

Қазақстанның шығыс аймағында 1930...2017 жылдар аралығында жауын-шашынның таралуын қарастыру барысында оның мөлшері 3...20 мм кемігені анықталған (А.Е. Перепис, А.К. Жексенбаева, 2019).

Аймақтың климаты жайлы нақты сараптама жасау үшін ауа температурасы мен атмосфералық жауын-шашынның аномалиясы онжылдықтар бойынша есептелді (1 және 2 кесте). Ауа температурасы мен жауын-шашынның аномалияларын есептеу кезінде климаттық нормаға 1981...2010 жж. базалық кезең үшін метеорологиялық параметрлердің орташа көпжылдық мәндері қабылданды.

Кесте 1

Әр түрлі кезеңдердегі ауа температурасының аномалиялары

МС	Әр түрлі кезеңдердегі ауа температурасының аномалиялары (°C) *							
	1942...1951 жж.	1952...1961 жж.	1962...1971 жж.	1972...1981 жж.	1982...1991 жж.	1992...2001 жж.	2002...2011 жж.	2012...2022 жж.
Ақсуат	-1,6	-2,1	-1,4	-0,8	-0,2	0	0,3	0,9
Катон-Қарағай	-1,1	-1,3	-0,8	-0,4	-0,3	0	0,2	0,4
Зайсан	-1,0	-1,5	-0,9	-0,6	-0,2	0,1	0,2	0,5
Күршім	-1,4	-1,8	-1,0	-0,3	-0,1	-0,1	0	0,2
Шемонаиха	-1,8	-2	-1,3	-1,0	-0,5	0,1	0,2	0,4
Өскемен	-0,4	-1,6	-0,6	-0,5	-0,2	-0,2	0,3	1,4
Семей*	-1,7	-1,1	-1,7	-0,5	-0,3	0,4	-0,2	0,4

* Аномалиялар 1981-2010 жж. базалық кезеңіне қатысты есептелген

* МС Семей мәліметтері 1945-2016 жж. аралығында

1 кестеде, соңғы 30 жылда барлық станцияларда ауа температурасының өсуі айқын көрсетілген. 1992...2022 жж. аралығында климаттың жылынуы байқалса, ал 1942...1971 жж. аралығында температура аномалиясы теріс таңбаны көрсеткен. Әрбір 10 жылда температура 0,2...0,3 °C-қа жоғарылаған.

Шығыс Қазақстан облысында 19 ға-

сырдың соңынан 20-шы ғасырдың 30-шы жылдарына дейін оң аномалиялар басым болып, 30-шы жылдардан бастап 80-ші жылдардың ортасына дейін – теріс аномалиялар, 90-шы жылдардың ортасынан қазіргі таңға дейін - қайта оң аномалиялар басым болғандығы айқын көрініп тұр (С.Б. Саиров, 2010).

Кесте 2

Әр түрлі кезеңдердегі атмосфералық жауын-шашынның аномалиялары

МС	Әр түрлі кезеңдердегі жауын-шашын аномалиялары (°C) *							
	1942...1951 жж.	1952...1961 жж.	1962...1971 жж.	1972...1981 жж.	1982...1991 жж.	1992...2001 жж.	2002...2011 жж.	2012...2022 жж.
Ақсуат	10	49	8	-27	-22	3	15	-10
Катон-Қарағай	59	39	5	-51	1	15	-20	16
Зайсан	-28	-13	-13	-43	-13	4	-2	-17
Күршім	26	45	14	-12	-3	4	-4	5
Шемонаиха	-11	-5	2	45	50	-24	-28	30
Өскемен	69	51	22	17	-13	11	3	28
Семей	-24	2	4	-8	22	-9	28	50

* Аномалиялар 1981-2010 жж. базалық кезеңіне қатысты есептелген

* МС Семей мәліметтері 1945-2022 жж. аралығында

Атмосфералық жауын-шашын аномалиясының өзгерісі біртекті, алайда соңғы 10 жылдықта қарастырылған барлық станцияларда жауын-шашынның өсу тенденциясын байқауға болады. 1942...1961 жж. аралығында жауын-шашын аномалиясы Зайсан, Шемонаиха және Семей станцияларында төмендеп, қалған станцияларда өсу тенденциясы, 1962...1991 жж. аралығында Шемонаиха мен Өскемен станцияларында аномалия өсіп, қалған станцияларда төмендеу тенденциясы байқалған. Ал 2012...2022 жж. аралығында Ақсуат пен Зайсан станцияларынан басқа қарастырылған барлық станцияларда жауын-шашын мөлшері айтарлықтай өскен.

Зерттеулерге сәйкес, Шығыс Қазақстанның

Өскемен және Семей станцияларында 2000...2016 жылдар аралығында Жауын-шашын аномалияларының оң таңбалы мәндері басым болған (Қарлыбай Д.Т., Жексенбаева А.К., 2021).

Көптеген қоршаған ортаны бақылау бағдарламаларының маңызды мақсаты уақыт өте келе компоненттердің концентрациясындағы өзгерістерді немесе тенденцияларды анықтау болып табылады. Қазіргі уақытта деректерде болуы мүмкін тенденцияларды анықтау және бағалау үшін көптеген статистикалық тәсілдер қолданылады. Оларға қарапайым корреляциялық және регрессиялық талдау, уақыт қатарын талдау және параметрлік емес статистикаға негізделген әдістер жатады.

Ауа температурасы мен жауын-шашынның Манн-Кендалл тесті бойынша Z параметрінің мәндері

Айлар	Ақсуат		Қатон-Қарағай		Зайсан		Күршім		Шемонаиха		Өскемен		Семей	
	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
қаңтар	2,36	-0,22	0,65	-1,26	1,52	2,58	2,25	0,80	1,55	2,11	1,32	0,31	1,23	2,36
ақпан	4,10	0,23	2,06	-0,04	2,96	3,52	4,15	0,79	3,74	2,35	3,76	0,88	3,08	3,24
наурыз	3,77	0,37	3,11	1,03	2,55	1,56	2,33	0,25	3,87	2,17	2,86	0,41	4,09	2,77
сәуір	3,99	-2,41	3,44	0,32	3,56	-1,76	3,52	-1,81	3,99	-1,16	3,26	-0,84	3,71	-1,24
мамыр	2,73	-1,33	1,79	-0,71	1,86	-0,33	0,77	-1,75	2,58	-1,45	1,04	-1,37	1,76	-0,31
маусым	4,30	-0,70	2,64	-0,83	2,92	0,16	2,37	-0,86	2,97	-0,62	1,73	-1,27	2,27	1,21
шілде	2,18	0,12	3,30	-0,73	2,13	-0,38	1,73	-1,07	1,70	0,29	0,22	-0,23	-0,43	0,62
тамыз	4,46	-0,71	3,46	-0,84	2,83	-0,27	4,00	-0,86	3,44	1,04	0,93	-1,36	1,98	0,48
қыркүйек	2,12	-1,37	1,32	0,30	1,12	-0,47	1,48	-1,08	1,25	-0,66	-0,33	-1,09	0,01	-0,69
қазан	3,94	0,58	2,21	-0,27	2,23	1,53	2,22	0,42	2,97	-0,08	2,23	0,52	2,26	-0,04
қараша	3,22	0,40	2,51	0,00	2,62	1,88	2,04	0,19	2,38	2,06	2,08	1,30	2,17	2,12
желтоқсан	2,80	-0,60	1,96	-1,10	2,44	1,50	2,13	1,24	2,26	1,06	2,13	-0,19	2,06	3,10
барлығы	6,81	-1,02	5,28	-0,42	5,11	1,44	4,70	-1,29	5,82	1,04	3,78	-0,86	4,92	2,11

Қарастырылған станциялардағы ауа температурасының тренд мәндері жыл мезгілдері мен қарастырылған территория бойынша әркелкі өзгерген. Ауа температурасы бойынша Z статистика мәні барлық станцияларда ақпан-наурыз және тамыз айларында жоғары мәндерді көрсеткен. Жауын-шашын бойынша тренд оң және теріс таңбалы мәндерді көрсетеді. Көктем (сәуір, мамыр) және күз айларында (қыркүйек, қазан) жауын-шашын мөлшерінің азаюы, ал Зайсан, Шемонаиха, Семей станцияларында жылдың суық мезгілінде жауын-шашынның өсуі байқалған.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазақстанның шығысындағы климаттың заманауи өзгерулерін 1942...2022 жылдар аралығында зерттеу барысында Шығыс Қазақстан аймағындағы Ақсуат, Қатон-Қарағай, Зайсан, Күршім, Шемонаиха, Өскемен, Семей станцияларында ауа температурасы мен жауын-шашын мөлшерін қарастыру барысында келесідей қорытындылар алынды:

– 1942...2022 жылдар аралығында, яғни соңғы 80 жылдың ішінде Шығыс Қазақстан облысының қарастырылған барлық станцияларында ауа температурасы әр 10 жылда 0,2...0,4 °C жылдамдықпен жылынған;

– 80 жыл ішінде жауын-шашынның біртекті өзгерісі тіркелді. Зайсан, Шемонаиха және Семей станцияларында жауын-шашын мөлшерінің әр 10 жылда 1,6...7,7 мм жоғарылауы, ал қалған станцияларда әр 10 жылда 4,1...5,9 мм төмендеу тенденциясы байқалған;

– соңғы 30 жылда барлық станцияларда ауа температурасы аномалиясының өсуі айқын көрсетілген. 1992...2022 жж. аралығында климаттың жылынуы байқалса, 1942...1971 жж. аралығында температура аномалиясы теріс таңбаны көрсеткен;

– 1942...1961 жж. аралығында жауын-шашын аномалиясы Зайсан, Шемонаиха және Семей станцияларында төмендеп, қалған станцияларда өсу тенденциясы, 1962...1991 жж. аралығында Шемонаиха мен Өскемен станцияларында аномалия өсіп, қалған станцияларда төмендеу тенденциясы байқалған. Ал 2012...2022 жж. аралығында Ақсуат пен Зайсан станцияларынан басқа қарастырылған барлық станцияларда жауын-шашын мөлшері айтарлықтай өскен.

– Манн-Кендалл тесті нәтижесі бойынша ауа температурасының Z статистика мәні барлық станцияларда ақпан-наурыз және тамыз айларында жоғары мәндерді көрсеткен. Ал жауын-шашын бойынша көктем (сәуір, мамыр) және күз айларында (қыркүйек, қазан) жауын-шашын мөлшерінің азаюы, ал Зайсан, Шемонаиха, Семей станцияларында жылдың суық мезгілінде жауын-шашынның өсуі байқалған.

– Осылайша Шығыс Қазақстандағы берілген жылдар аралығындағы ауа температурасы мен жауын-шашынның өсуі сол аумақтың климатының жылынуын сипаттайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2020 год. – Нур-Султан, 2021. – 75 с.
2. Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2019 году. – Женева, 2020. – ВМО – № 1248. – 44 с.
3. Долгих С.А., Есеркепова И.Б., Шамен А. Оценка вклада ожидаемого потепления глобального климата в развитие процессов опустынивания в Казахстане. // Гидрометеорология и экология. - 1997. – № 3. – С. 43-49.
4. Долгих С.А. О многолетних тенденциях термического режима на территории Республики Казахстан. // Гидрометеорология и экология. - 1995. – №3. – С. 68-77.
5. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №4. С. –6-27.
6. Чердниченко А.В. Климат Казахстана, как отклик на глобальные изменения. // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №4. – С. 7-22.
7. Cherednichenko, A.V. (2015) Climate change in the City of Almaty during the past 120 years Quaternary International journal. [Text] /Alexander Cherednichenko, Alexey Cherednichenko, V.S. Cherednichenko .
8. Боголюбова Е., Қуанышова С., Статистическая структура и тенденции изменения сезонных сумм осадков на востоке Казахстана в 1970–2015 гг. // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2017. – №2. –Том 45. –С. 51-61.
9. Жексенбаева А.К., Ашимақын А.М. Қазақстанның солтүстік өңіріндегі жылы мезгілдегі жауын-шашынның маусымдық статистикалық құрылымы. // ҚазҰУ хабаршысы. География сериясы. – 2022. – №2 (65). –55-62 бб.
10. Mann H.B. Non-parametric tests against trend // *Econometrica*. – 1945. –Т. 13. – С. 163–171.
11. Yue, S.A., Pilon P.P., and Caradas G. 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Hydrol J.* 259, 254-271.
12. Talipova E., Shrestha S., Alimkulov S., Nyssanbayeva A., Tursunova A., Isakan G. Influence of climate change and anthropogenic factors on the Ile River basin streamflow, Kazakhstan // *Arabian Journal of Geosciences*. – 2021. – Т. 14, Вып. 17. – № 1756.
13. Talipova E.K., Nyssanbayeva A.S., Shrestha S. Regional climate change in the Ile River basin // *Вестник КазНУ. Серия географическая*. – 2019. –Т. 53, № 2. – С. 25–34.
14. Сайт ВМО. [Электронный ресурс]. URL: <https://wmo.int/topics/climate> (дата обращения: 22.11.2024)
15. Бюллетень Казгидромет. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy/2023> (дата обращения: 15.11.2024)
16. Перепис А.Е., Жексенбаева А.К. Қазақстанның шығыс өңірлеріндегі атмосфералық жауын-шашындардың көпжылдық таралу динамикасы // ҚазҰУ хабаршысы. География сериясы. – 2019. – № 4 (55). – Б. 47-60.
17. С.Б. Саиров. Шығыс Қазақстан облысының температуралық аномалиялары // *Гидрометеорология и экология*. 2010. - №3. - С. 174-178.
18. Қарлыбай Д.Т., Жексенбаева А.К. Шығыс Қазақстан-

да жылы мезгілдегі атмосфералық жауын-шашындардың кеңістіктік-уақыттық таралуы мен химиялық құрамы // *Молодой ученый*. 2021. - №21 (363). - Б. 594-603

REFERENCES

1. Ezhegodnyj byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazahstana: 2020 god. – Nur-Sultan, 2021. – 75 p.
2. Zayavlenie VMO o sostoyanii global'nogo klimata v 2019 godu. – Zheneva, 2020. – VMO – № 1248. – 44 p.
3. Dolgih S.A., Eserkepova I.B., SHamen A. Ocenka vklada ozhidaemogo potepeniya global'nogo klimata v razvitie processov opustynivaniya v Kazahstane. // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 1997. – № 3. – P. 43-49.
4. Dolgih S.A. O mnogoletnih tendenciayah termicheskogo rezhima na territorii Respubliki Kazahstan. // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 1995. – №3. – P. 68-77.
5. Dolgih S.A., Ilyakova R.M., Sabitaeva A.U. Ob izmenenii klimata Kazahstana v proshedsnij stoltenij period. // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2005. – №4. – P. 6-27
6. Cherednichenko A.V. Klimat Kazahstana, kak otklik na global'nye izmeneniya. // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2009. – №4. – P. 7-22.
7. Cherednichenko, A.V. (2015) Climate change in the City of Almaty during the past 120 years Quaternary International journal. [Text] /Alexander Cherednichenko, Alexey Cherednichenko, V.S. Cherednichenko
8. Bogolyubova E., Kuanyshova S., Statisticheskaya struktura i tendencii izmeneniya sezonnyh summ osadkov na vostoке Kazahstana v 1970-2015 yrs. // *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya*. – 2017. – №2. –Tom 45. – P. 51-61.
9. ZhEksenbaeva A.K., Ashimakyn A.M. Seasonal statistical structure of warm season precipitation in the northern region of Kazakhstan. // *Bulletin of KazNU. Geography Series*. – 2022. – №2 (65). – 55-62 pp (in Kaz).
10. Mann H.B. Non-parametric tests against trend // *Econometrica*. – 1945. –Т. 13. – С. 163–171.
11. Yue, S.A., Pilon P.P., and Caradas G. 2002. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Hydrol J.* 259, 254-271.
12. Talipova E., Shrestha S., Alimkulov S., Nyssanbayeva A., Tursunova A., Isakan G. Influence of climate change and anthropogenic factors on the Ile River basin streamflow, Kazakhstan // *Arabian Journal of Geosciences*. – 2021. – Т. 14, Vyp. 17. – № 1756.
13. Talipova E.K., Nyssanbayeva A.S., Shrestha S. Regional climate change in the Ile River basin // *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya*. – 2019. –Т. 53, № 2. – P. 25–34..
14. Sait VMO. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://wmo.int/topics/climate> (data obrashcheniya: 22.11.2024)
15. Byulleten' Kazgidromet. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/ecology/ezhemesyachnyy-informacionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy/2023>(data obrashcheniya: 15.11.2024)
16. Perepis A.E., ZhEksenbaeva A.K. Dynamics of long-term distribution of atmospheric precipitation in the eastern regions of Kazakhstan// *Bulletin of KazNU. Geography Series*. – 2019. – № 4 (55). – P. 47-60 (in Kaz).

17. S.B. Sairov. Temperature anomalies of East Kazakhstan region // Hydrometeorology and ecology. 2010. – №3. – P. 174-178 (in Kaz).
18. Karlybai D.T., Zheksenbaeva A.K. Shygys Kazakstanda zhyly mezgildegi atmosferalyk zhauyn-shashyndardyn kenistik-tik-uakyttyk taraluy men khimiyalyk qūramy // Molodoi uchenyi. 2021. – №21 (363). – P. 594-603

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

А.Н. Мунайтпасова**к.ғ.н.*, **А.К. Жексенбаева**, **Г.О. Оракова**, **Г.Т. Мусралинова**, **Ә. Нышанбай**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казакстан

E-mail: aidamunaitpasova@mail.ru

В настоящее время проблема изменения климата волнует не только специалистов-метеорологов, но и стала масштабной темой общественного внимания в целом. Одна из целей устойчивого развития, предложенная ООН, Борьба с изменением климата (ЦУР-13 СНГ-13), в рамках которой в стране проводятся масштабные проекты, ряд мероприятий. Современные климатические изменения в Казахстане приводят к увеличению температуры воздуха и осадков, а также продолжительности, интенсивности и частоты гидрометеорологических явлений. Важно понимать динамику их изменения, определять закономерности возникновения. В ходе проведения исследования в период 1942...2022 гг. на метеорологических станциях Усть-Каменогорск, Семей, Шемонаиха, Катон-Карагай, Курчум, Зайсан, Аксуат в Восточном Казахстане отмечена тенденция повышения температуры воздуха на 0,2...0,4 °C каждые 10 лет. На станциях Зайсан, Шемонаиха и Семей наблюдалась тенденция к увеличению осадков на 1,6...7,7 мм каждые 10 лет, а на остальных станциях – на 4,1...5,9 мм каждые 10 лет. Аномалии температуры воздуха и осадков за последнее десятилетие показали положительную тенденцию. Согласно не параметрическому тесту Манна-Кендалла, значение изменения температуры воздуха было выше на всех станциях в феврале-марте и августе. Значение изменения осадков в весенние и осенние месяцы невелико, а на станциях Зайсан, Шемонаиха и Семей в холодное время года было выше.

Ключевые слова: глобальное потепление, температура воздуха, осадки, аномалия, линия тренда, тест Манн-Кендалла.

MODERN CLIMATE CHANGES IN EASTERN KAZAKHSTAN

A. Munaitpasova**PhD*, **G. Orakova**, **G. Musralinova**, **A. Zheksenbaeva**, **A. Nyshanbay**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aidamunaitpasova@mail.ru

Currently, the problem of climate change has not only alarmed meteorologists, but has also become a large-scale topic of public attention in general. One of the Sustainable Development Goals proposed by the United Nations is the Fight against climate change (SDG-13 CIS-13), within the framework of which large-scale projects and a number of activities are being carried out in the country. Modern climatic changes in Kazakhstan lead to an increase in air temperature and precipitation, as well as the duration, intensity and frequency of hydrometeorological phenomena. It is important to understand the dynamics of their changes, to determine the patterns of occurrence. During the research in 1942...2022. The meteorological stations Ust-Kamenogorsk, Semey, Shemonaiha, Katon-Karagai, Kurchum, Zaisan, Aksuat in East Kazakhstan have a tendency to increase air temperature by 0,2...0,4 °C every 10 years. There was a tendency for precipitation to increase by 1,6...7,7 mm every 10 years at Zaisan, Shemonaiha and Semey stations, and by 4,1...5,9 mm every 10 years at other stations. Anomalies in air temperature and precipitation over the past decade have shown a positive trend.

According to the Mann-Kendall test, the value of the air temperature change was higher at all stations in February-March and August. The value of precipitation changes in the spring and autumn months is small, and at Zaisan, Shemonaiha and Semey stations it was higher in the cold season.

Keywords: global warming, air temperature, precipitation, anomaly, trend line, Mann-Kendall test.

Авторлар туралы мәліметтер/Сведения об авторах/Information about authors:

Мунайтпасова Аида Нургалиевна – г.ғ.к., метеорология және гидрология кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, әл-Фараби, 71, Алматы қ., aidamunaitpasova@mail.ru

Жексенбаева Алия Кажибековна – метеорология және гидрология кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, әл-Фараби, 71, Алматы қ., zheksenbaeva@mail.ru

Оракова Гулнар Орынбасаровна – метеорология және гидрология кафедрасының аға оқытушысы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, әл-Фараби, 71, Алматы қ., gorakova010@gmail.com

Мусралинова Гулнур Турарбековна – метеорология және гидрология кафедрасының PhD докторанты; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, әл-Фараби, 71, Алматы қ., fog555meteo@gmail.com

Нышанбай Әлжан – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, әл-Фараби, 71, Алматы қ., marlen@bk.ru

Мунайтпасова Аида Нургалиевна – к.ғ.н., старший преподаватель кафедры метеорологии и гидрологии; КазНУ имени ал-Фараби, аль-Фараби, 71, г. Алматы, aidamunaitpasova@kaznu.kz

Жексенбаева Алия Кажибековна – старший преподаватель кафедры метеорологии и гидрологии; КазНУ имени ал-Фараби, аль-Фараби, 71, г. Алматы, zheksenbaeva@mail.ru

Оракова Гулнар Орынбасаровна - старший преподаватель кафедры метеорологии и гидрологии; КазНУ имени ал-Фараби, аль-Фараби, 71, г. Алматы, gorakova010@gmail.com

Мусралинова Гулнур Турарбековна – PhD докторант кафедры метеорологии и гидрологии; КазНУ имени ал-Фараби, аль-Фараби, 71, г. Алматы, fog555meteo@gmail.com

Нышанбай Әлжан – магистр естественных наук, КазНУ имени ал-Фараби, аль-Фараби, 71, г. Алматы, marlen@bk.ru

Munaitpasova Aida – PhD., senior lecturer of the Department of Meteorology and Hydrology, al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi, 71, Almaty, aidamunaitpasova@kaznu.kz

Zheksenbaeva Aliya – senior teacher of the department of meteorology and hydrology, al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi, 71, Almaty, zheksenbaeva@mail.ru

Orakova Gulnar – senior lecturer of the Department of Meteorology and Hydrology, al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi, 71, Almaty, gorakova010@gmail.com

Musralinova Gulnur – PhD doctoral student of the Department of Meteorology and Hydrology, al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi, 71, Almaty, fog555meteo@gmail.com

Nyshanbai Alzhan – master of natural sciences, al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi, 71, Almaty, marlen@bk.ru

Авторлардың қосқан үлесі/ Вклад авторов/ Authors contribution:

Мунайтпасова А.Н. – Манн-Кендалл тестін есептеу, сараптама жазу

Оракова Г.О. – кіріспе, аннотация, әдебиеттерге шолу

Мусралинова Г.Т. – негізгі бөлім, қорытынды

Жексенбаева А.К. - ауа температурасы мен жауын-шашын аномалияларын есептеу, сараптама жазу

Нышанбай Ә. – метеорологиялық ақпараттарды жинау, өңдеу

Мунайтпасова А.Н. – рассчитать и проанализировать тест Манн-Кендалла

Оракова Г.О. – введение, аннотация, обзор литературы

Мусралинова Г.Т. – основная часть, результаты

Жексенбаева А.К. – расчет аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков и их анализ

Нышанбай Ә. – сбор и обработка метеорологических данных

Munaitpasova A. - to calculate and analyze the Mann-Kendall test

Orakova G. - introduction, abstract, literature review

Musralinova G. - main part, results

Zheksenbaeva A. - calculation of anomalies of air temperature and precipitation and their analysis

Nyshanbay A. - collection and processing of meteorological data