

\*А.Е. Перепис, А.К. Жексенбаева 

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Алматы қ., Қазақстан, \*e-mail: perepis.aigerim@gmail.com

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ШЫҒЫС ӨҢІРЛЕРІНДЕГІ АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫНДАРДЫҢ КӨПЖЫЛДЫҚ ТАРАЛУ ДИНАМИКАСЫ

**Аңдатпа.** Жауын-шашын – уақыт пен кеңістік бойынша өте өзгермелі келетін метеорологиялық құбылыс. Атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық таралу режимін зерттеу өте маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Жауын-шашынның кеңістікте біркелкі таралмауын бірнеше авторлар қарастырған. Жауын-шашын таралуының әркелкілігі ірі масштабты атмосфералық процестер мен төселме беткейдің сипаты бедердің күрделілігімен анықталады. Бұл факторлар тығыз байланыста болып, кеңістік пен уақыт бойынша жауын-шашынның таралу жағдайын сипаттайды.

Мақалада Қазақстанның шығыс өңірлеріндегі атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық таралу динамикасы қарастырылған. Атмосфералық жауын-шашынның климаттық таралу ерекшеліктеріне сипаттама жасалынып, климаттық таралуына әсер ететін факторлар көрсетіліп, аса ылғалды және тапшы кезеңдердің қайталанушылығы мен макроциркуляциялық жағдайлары айқындалды. Аномальды ылғалды және тапшы кезеңдердегі жұп корреляция коэффициенті матрицасы анықталды.

Атмосфералық жауын-шашынның динамикасын талдау үшін метеорологияда кеңінен қолданылатын математикалық, статистикалық талдау және климаттық нормадан ауытқу әдістері қолданылды.

Зерттеу жүргізу барысында 1930-2017 жж. Шығыс Қазақстан облысындағы Семей, Өскемен, Аягөз, Зайсан станцияларында жауын-шашынның жылдық мөлшері шамамен 8-20 мм кеміген. Жауын-шашынның басым мөлшері жазда (428 мм), аз мөлшері қаңтар және ақпан айларына сәйкес келетіні (жылдық норманың 7-13 %) анықталған. Суық кезеңде жауын-шашын суммасы орташа көпжылдық нормадан 55 %-дан төмен, ал ылғалды жылы кезеңде жауын-шашын суммасы көпжылдық нормадан 50 %-ға төмен болған. Ылғалды және суық кезең Шығыс Қазақстанда 1940 жылдары басталып, жылы мезгілде жауын-шашын мөлшері көпжылдық нормадан 60 % асқан. 1936-1980 жылдары Ш формасының қайталанушылығының кемуі мен С, Е формаларының қайталанушылығының өсуі байқалып, 1981-2008 жылдары Ш формасының қайталанушылығының өсуі мен С, Е формаларының қайталанушылығының кемуі Семей станциясында жауын-шашын мөлшерінің өсуіне, Аягөз станциясында жауын-шашын мөлшерінің кемуіне, Өскемен және Зайсан станцияларында қалыпты таралуына әкелген.

**Түйін сөздер:** жауын-шашын аномалиясы, тренд сызығы, жауын-шашынның көпжылдық нормасы, жұп корреляция, матрица, циркуляция формалары.

A.E. Perepis\*, A.K. Zheksenbayeva

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: perepis.aigerim@gmail.com

### **Dynamics of the long-term distribution of precipitation in the eastern regions of Kazakhstan**

**Abstract.** Precipitation is the most variable meteorological phenomenon in time and space. The study of the regime of long-term fluctuations of precipitation is one of the most important problems. Spatial heterogeneity of precipitation was considered by many authors. The heterogeneity of the precipitation field is determined by the combined influence of large-scale atmospheric processes and the nature of the underlying surface, especially the complex relief. These factors determine the conditions for the distribution of precipitation acting in close interconnection in space and time.

The article discusses the dynamics of the long-term distribution of precipitation in the eastern regions of Kazakhstan. A feature of the climatic distribution of precipitation was described, factors influencing the climatic distribution were identified, and the conditions for repetition and macroscopic exposure in the most humid and scarce periods were determined. Also, the matrix of paired correlation coefficients was determined during periods of abnormal humidity and deficit. The article describes the features of the climatic distribution of precipitation in the eastern part of Kazakhstan. The factors affecting the climatic distribution of precipitation are presented, and the recurrence and macro circulation of excessively wet

and deficient periods are considered. The matrix of paired correlation coefficients in abnormally wet and deficient periods has been determined.

Mathematical, statistical analyzes and methods of climatic variations were widely used in meteorology to analyze the dynamics of precipitation.

During the study period 1930-2017 the annual precipitation at Semey, Oskemen, Aygoz, Zaisan stations in the eastern regions of Kazakhstan decreased by about 8–20 mm. The greatest amount of precipitation was observed in summer (428 mm), while the smallest amount was observed in January and February (7–13 % of the annual norm). In the cold season the amount of precipitation was below 55 % of the average annual norm, and the amount of precipitation in a wet year is 50% lower than the annual norm. The season of cold and wet weather began in East Kazakhstan in the 1940s, and rainfall over the year increased by more than 60 %. In 1936-1980 in East Kazakhstan there was a decrease in form W, an increase in forms C, E. In the period 1981-2008, an increase in the frequency of form III and a decrease in forms C, E increased the amount of precipitation at Semey station, reduced the amount of precipitation at Ayagoz station, and led to a uniform distribution of precipitation at Oskemen and Zaisan stations.

**Key words:** precipitation anomaly, trend line, perennial precipitation rates, pair correlation, matrix, circulation forms.

А.Е. Перепис\*, А.К. Жексенбаева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, e-mail: perepis.aigerim@gmail.com

### Динамика многолетнего распределения атмосферных осадков в восточных регионах Казахстана

**Аннотация.** Осадки – наиболее изменчивое метеорологическое явление во времени и в пространстве. Изучение режима многолетних колебаний атмосферных осадков представляет собой одну из важнейших проблем. Неоднородность поля осадков определяется совместным влиянием крупномасштабных атмосферных процессов и характером подстилающей поверхности, особенно сложным рельефом. Эти факторы, действуя в тесной взаимосвязи, определяют условия распределения осадков в пространстве и во времени.

В статье рассмотрена динамика многолетнего распределения атмосферных осадков в восточных регионах Казахстана. Была описана особенность климатического распределения атмосферных осадков, выявлены факторы, влияющие на климатическое распределение, определены условия повторяемости и макроскопического воздействия в наиболее влажные и дефицитные периоды. В свою очередь, матрица парных коэффициентов корреляции определялась в периоды аномальной влажности и дефицита.

Для анализа динамики атмосферных осадков использовались широко распространенные в метеорологии математические, статистические анализы и методы климатических отклонений.

В течение исследовательского периода (1930-2017 гг.) годовое количество осадков на станциях Семей, Усть-Каменогорск, Аягоз, Зайсан в Восточном Казахстане уменьшилось примерно на 8-20 мм. Наибольшее количество осадков наблюдалось летом (428 мм), а наименьшее количество наблюдалось в январе и феврале (7-13% от годовой нормы). В холодное время года количество осадков было ниже 55% от среднегодовой нормы, а количество осадков во влажный год на 50% ниже годовой нормы. Период холодной и влажной погоды начался в Восточном Казахстане в 1940-х годах, где количество осадков за год выросло более чем на 60%. В 1936-1980 гг. в Восточном Казахстане произошло уменьшение формы Ш, увеличение форм С, Е. В период 1981-2008 гг. увеличение повторяемости формы Ш и уменьшение форм С, Е привело к увеличению количества осадков на станции Семей и уменьшению количества осадков на станции Аягоз, и привело к равномерному распределению осадков на станциях Усть-Каменогорск и Зайсан.

**Ключевые слова:** аномалия осадков, линия тренда, многолетние нормы осадков, парная корреляция, матрица, формы циркуляции.

### Кіріспе

Жауын-шашын метеорологиялық шамасының өзгеруі адамзатқа және оны қоршаған ортаға пайдалы да, кері әсерін де тигізуі мүмкін. Себебі, ол географиялық қабықтың ажырамайтын құраушысы ретінде жер беті күйіне, сонымен қатар адамзаттың өмір сүру жағдайына және

адамның шаруашылық әрекетіне тікелей әсер етеді.

Жауын-шашынды зерттеу және олардың қалыптасу жағдайлары заманауи метеорологияның өзекті мәселелері болып табылуына байланысты, оның құрылуының негізгі аспектілерін қарастырған ғалымдар жұмыстар көп. Утешов А.С. (1959: 260-262) Қазақстан территориясын-

да жауын-шашынның таралуын, жылдық және маусымдық жауын-шашын мөлшерінің таралуын, тәуліктік және жылдық жүрісін, сонымен қатар ұзақтығын зерттеген. Қазақстанның шығыс аймағы өзінің орографиялық ерекшелік сипатына байланысты, жауын-шашынның көпжылдық таралу динамикасын зерттеу қызығушылық тудырады.

Таулы аймақтарды есептегенде, Қазақстан негізінде жауынмен аз қамтылған аймаққа жатады. Оның себебі климаттық және орографиялық жағдайлардың әркелкі болуынан территория бойынша жауын-шашынның біркелкі таралмауы. Жауын-шашынның жылдық суммасының орташа көпжылдық мөлшері 100 мм мен 1000 мм аралығында өзгереді. Таулы аумақтарда жауын-шашын мөлшері күрт өседі. Қазақстанның шығыс және оңтүстік-шығыс аумағы ылғалдылық мөлшерінің жоғарылығымен ерекшеленеді. Беткейлердің биіктігі, рельеф формасы, экспозициясына байланысты орташа есеппен жауын-шашын мөлшері 400-1000 мм, ал Алтайдың батыс аймағында шамамен 1500 мм-ге дейін жетсе, Алтайдың шығыс аймақтарында керісінше жауын аз жауады. Тау шатқалының ортасында орналасқан Зайсан көлі аймағында жылына 150 мм жауын-шашын түседі.

Зерттеу жұмысының өзектілігі: Қазақстанның шығыс өңірлеріндегі жауын-шашынның көпжылдық таралуын қарастыру барысында ұзақ мерзімді ауа райы болжамдарын құрастыруда маңызды болып табылады.

Зерттеу міндеттері: 1930-2017 жылдардағы атмосфералық жауын-шашынның климаттық таралу ерекшеліктерін сипаттау, атмосфералық жауын-шашынның статистикалық сипаттамаларын талдау, аса ылғалды және тапшы кезеңдердің қайталанушылығын есептеу мен аса ылғалды және тапшы кезеңдердің макроциркуляциялық жағдайларын анықтау.

### Қолданылған деректер мен зерттеу әдістері

Зерттеу жүргізу кезінде Қазақстанның шығысында орналасқан Семей, Өскемен, Аягөз және Зайсан метеорологиялық станцияларының 1930-2017 жылдардағы жауын-шашынның орташа айлық мөлшер көрсеткіштері пайдаланылды (Справочник-информационный портал, «Погода и климат», 2004-2019).

1930-2017 жылдардағы Семей, Өскемен, Аягөз, Зайсан метеорологиялық станцияларында жауын-шашынның уақыт және кеңістік бойынша орташа мәннен ауытқуын есептеу бары-

сында математикалық әдіс және атмосфералық жауын-шашын сипаттамаларын (орташа квадраттық ауытқу, вариация коэффициенті, асимметрия және эксцесс коэффициенті, корреляция коэффициенті) есептеуде статистикалық әдіс қолданылды.

Негізгі климаттық қатарды сипаттайтын бастапқы климаттық сипаттамалар болып орташа арифметикалық мән, орташа квадраттық ауытқу, асимметрия және эксцесс коэффициенттері табылады (Кобышева, 1988: 37-38). Орташа квадраттық ауытқу орташа айлық жауын-шашын өзгерушілігін сипаттайды. Бұл шама вариациялық қатарда сандардың орташа арифметикалық мәнінен қандай ауытқуда болып жатқанын көрсетеді.

Вариация коэффициенті, ол вариацияның салыстырмалы көрсеткіштерінің бірі болып табылады және пайызбен есептеледі. Бұл көрсеткіш орташа квадраттық ауытқудың орташа арифметикалық шамаға қатынасы арқылы анықталады. Егер вариация коэффициенті 10%-дан төмен болса әлсіз, 10-25 % аралығында болса қалыпты, 25 %-дан жоғары болса күшті таралуды білдіреді.

Кездейсоқ айнымалы мәндерді есептеу мен анықтауға үлес қосатын бірден бір коэффициент болып асимметрия және эксцесс табылады. Асимметрия мен эксцесті вариациялық қатар класында жиіліктің таралу сипаты бойынша анықтауға болады. Бұл мәндер формулалар арқылы есептеледі. Тік симметриялы таралу кезінде асимметрия коэффициенті ( $A_s$ ) нөлге тең болады. Ауытқу болған кезде бұл таралу өзгереді, яғни оң жақты асимметрияда – оң таңбалы, сол жақты асимметрияда – теріс таңбалы болады. Асимметрияның таралуы оның мерасы болып саналады. Егер асимметрия  $A_s \leq 0,2$  болса, онда ол әлсіз, ал егер  $A_s \geq 0,5$  болса, онда таралу күшті болады. Таралудың қатты сүйірленгенін немесе үшкір шыңын сипаттау үшін эксцесс коэффициенті ( $E_x$ ) қолданылады. Үшкір төбелі қисық деп ортадағы класстарға жиіліктердің үлкен бөлігінің шоғырлануын айтамыз. Бұл кезде оң таңбалы эксцесс таралуы байқалады. Ал теріс төбелі таралу теріс таңбалы эксцесс деп аталады. Теріс таңбалы эксцестің шыңдау шегі  $E_x = -2$ , ал оң таңбалы эксцесс шектеусіз кете береді, ал егер  $E_x < 0,5$  болса, онда ол мәңсіз болады (Брукс, 1963: 416, Лакин, 1973: 343).

Жер шарының әр ауданында байқалатын атмосфералық үдерістерді үлкен ендіктік аймақ немесе барлық солтүстік жартышардағы жаһандық атмосфералық үдерістерден бөліп

қарастыруға болмайды. Бұл ұзақ мерзімді ауа райы болжамдарына да тән. Мұндай үдеріс өзара байланысқан және атмосферадағы жалпы циркуляциялық тербелісті көрсетеді. Бұл байланыстар математикалық статистикалық дәстүрлі әдістер көмегімен жасалынады. Біраз авторлар регрессияның сызықтық теңдеулер үшін предиктор ретінде атмосфера сипаттамаларын қолданса, енді біразы төселме беттің мәліметтерін, енді бірі күн белсенділігінің мәліметтеріне сүйенсе, енді бірі жоғарыда көрсетілген мәліметтер кешенін қолданады (Юдин, 1968: 28; Юдин, 1972: 83-94; Юдин, 1972: 16-28; Юдин, 1977: 3-12; Борисенков, 1977: 40-52; Чичасов, 1984: 49).

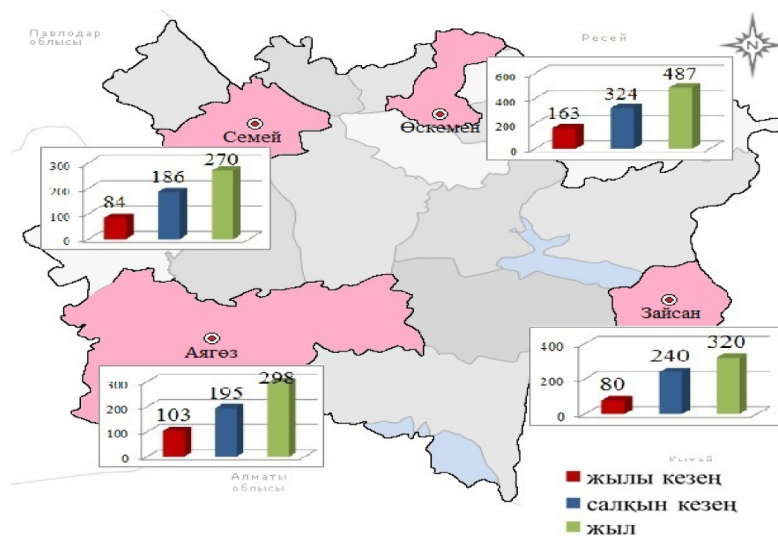
Осындай мұхиттық немесе атмосфералық процестермен байланысқан алыс байланыстар физикалық заңдылықтарды орнатуға көмектеседі (Namias, 1978:3; Namias, 1979: 41-43; Namias, 1981: 13-21).

Таралу жиілігін нақты көрсету үшін, тағы да басқа статистикалық қатарлар қолданылады. Мысалы, қалыпты таралуда медиана емес, орташа арифметикалық таралуды қолданады,

себебі оның стандартты ауытқуы аз (Брукс, 1963: 416). Ал егер таралу қалыптыдан алыс болса, онда медиана және мода, әртүрлі процентиль, квантиль қолданылады (Гиббс, 1987: 373-381; Gibbs, 1987: 120).

### Зерттеу нысаны

Қазақстан Республикасының шығысында орналасқан Шығыс Қазақстан облысы солтүстігінде Алтай өлкесімен, оңтүстігінде және шығысында Қытаймен шектеседі. Ауданы 97,3 мың шаршы км құрайды. Шығыс Қазақстан облысының көп бөлігін Алтай тау жүйесінің және Оңтүстік Алтай жоталары (Сарымсақты жотасы, Нарын жотасы, Үлбі жотасы, Күршім жотасы, Ебі жотасы) алып жатыр. Қиыр солтүстігін Қатын жотасы (облыстың ең биік жері 4506 м), оңтүстігін Тарбағатай, Сауыр жотасы, Бұхтырма бөгенінен батысқа Қалба жотасы қамтиды. Облыстың оңтүстігін алып жатқан Зайсан көлінің шұңқыры біршама жазық келеді. Шығыс Қазақстан облысының көпжылдық жауын-шашын мөлшерінің кезең және жыл бойынша таралуы келесі суретте көрсетілген (1-сурет).



1-сурет – Шығыс Қазақстан облысының көпжылдық жауын-шашын мөлшері

Климаты тым континентті, қысы суық, аязды, жазы жылы. Ауаның орташа температурасы минус 16-20°C қаңтарда, шілдеде 18-22°C құрайды. Атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері Зайсан қазаншұңқырында – 150-200 мм, тауаралық ойыстарда – 400-500 мм, солтүстіктегі биік таулы аудандарда – 1000-1500 мм. Облыс жер

беті ағын су көздеріне бай (Қазақстандағы су қорының 40 %-дан астамы осында шоғырланған) (Справочник по климату Казахстана, 2004: 63).

### Нәтижелер және оларды талқылау

Қазақстанның шығыс аймақтары үшін атмосфералық жауын-шашынның климаттық та-

ралу ерекшеліктерін зерттеу көпжылдық орташа айлық жауын-шашынның көрсеткіші мен 1930-

2017 жылдар аралығындағы көрсеткіштерді салыстырудан басталады (1, 2-кесте).

**1-кесте.** Шығыс Қазақстан облысының көпжылдық орташа айлық жауын-шашынның мөлшері, мм

Станция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	маусым		жыл
													11 – 3	4 – 10	
Семей	13	14	14	18	28	30	43	26	18	23	24	19	84	186	270
Өскемен	25	24	30	35	49	53	58	49	35	45	46	38	163	324	487
Аягөз	19	16	16	24	35	33	38	21	17	27	30	22	103	195	298
Зайсан	11	11	17	31	43	38	43	27	28	30	24	17	80	240	320

1-кестеде көрсетілгендей, Семей, Өскемен, Аягөз, Зайсан станциялары бойынша ең жауын-шашын мол түсетіні Өскемен (487 мм), ал ең аз мөлшерде түсетіні Семей станциясы (270 мм) болып саналады. Станциялардың орографиялық ерекшеліктеріне сәйкес орналасуына байланысты Өскемен станциясы таулы

аудан болғандықтан, жауын-шашынның көп мөлшері осы аймаққа түседі. Маусым бойынша суық (163) және жылы (324) мерзімдерде де Өскемен станциясында жауын-шашын мөлшері көп, суық мерзімде жауын-шашын мөлшері (80) Зайсан станциясында аз болса, жылы мерзімде Семей станциясында (186) кеміген.

**2-кесте.** 1930-2017 жылдар аралығындағы орташа айлық және жылдық жауын-шашын мөлшері

Станция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	маусым		жыл
													10-3	4-9	
Семей	14	15	17	18	25	30	42	23	17	24	24	20	89	178	267
Өскемен	24	23	28	37	48	49	56	44	34	43	46	38	159	310	469
Аягөз	17	14	15	22	32	31	36	20	16	26	28	20	94	183	278
Зайсан	13	11	22	30	42	36	40	25	25	30	25	16	88	229	317

2-кестеде көрсетілгендей, 1930-2017 жылдар аралығындағы жауын-шашын мөлшерін көпжылдық нормамен салыстырғанда жылдық жауын-шашын мөлшері Өскемен станциясында 18 мм-ге, Семей және Зайсан станцияларында 3 мм-ге, ал Аягөз станциясында 20 мм-ге кеміген.

Маусымдық жауын мөлшері қалай өзгергенін қарастыратын болсақ, суық (159) және жылы (310) мерзімде де Өскемен станциясында жауын-шашын мөлшері көп, суық мерзімде жауын-шашын мөлшері (88) Зайсан станциясында, жылы мерзімде Семей станциясында (178) аз болған.

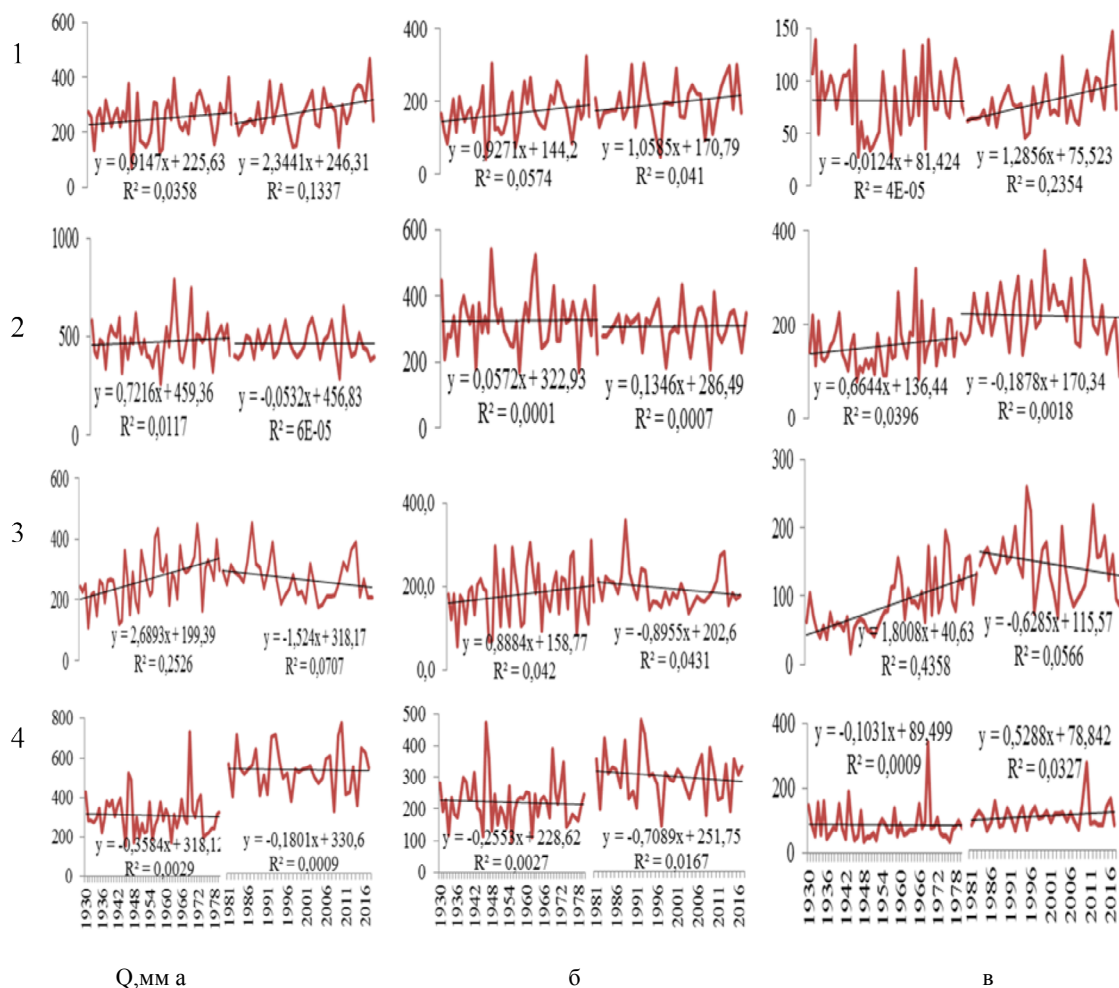
1930-2017 жылдардағы Семей, Өскемен, Аягөз, Зайсан станцияларында атмосфералық

жауын-шашынның таралу динамикасы жыл, жылы және суық кезеңдер үшін қарастырылды (2-сурет).

2-сурет бойынша жауын-шашынның максималды мөлшері (36-49 мм) шілде айында, ал жылдық норманың 29-36 % маусым-тамыз айларында түседі. Бұл территорияда жазда жауын-шашын мөлшері көп (428 мм). Жауын-шашынның ең аз мөлшері қаңтар және ақпан айларына сәйкес келеді (жылдық норманың 7-13 %). Тренд сызығы есептеулері және тренд сызығы тендеуі арқылы атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық өзгерісінің тенденциясы анықталды. Жылдық тренд сызығының қисықтығы бойынша Семей станциясында жа-

уын-шашын мөлшері өскен, Аягөз станциясында жауын-шашын мөлшері кеміген, Өскемен

және Зайсан станцияларында соңғы 38 жылда қалыпты таралған.



**2-сурет** – Шығыс Қазақстанның қарастырылған станцияларында 1930-1980 және 1981-2017 жж. жылдық жауын-шашын суммасы (а), жылы (б) және салқын (в) кезеңдердегі жауын-шашынның сызықтық трендтері және динамикасы  
1 – Семей, 2 – Өскемен, 3 – Аягөз, 4 – Зайсан

Атмосфералық жауын-шашынның статистикалық сипаттамалары кезеңдер бойынша қарастырылды (3-кесте). Климатты зерттеуде норма алу мақсатында мәліметтерді орташа лау көптеген жұмыстарда қолданылады. Соңғы уақытқа дейін Бүкіләлемдік метеорологиялық ұйым (БМҰ) базалық кезең ретінде 1951-1980 жж. ұсынды, алайда климат өзгерісінің артуына байланысты базалық кезең ретінде 1961-1990 жж. алынды. Орташа көпжылдық мән өзгерісінің салыстырмалы талдауы негізгі кезеңнен базалық кезеңге қатысты жүргізіледі. ХХ ғасырдың екінші жартысында климаттың жаһандық жылыну қарқындылығы артуына байланысты

атмосфералық жауын-шашынның өзгерісін 1930-1980, 1981-2017 жж. қысқа кезеңдерге сәйкес талдадық (WMO №299, 1974).

3-кестеде берілгендей, 1930-2017 жж. атмосфералық жауын-шашынның орташа квадраттық ауытқуы 14,3-23,7 аралығында өзгерген. Вариация коэффициенті 61,2-73,6 аралығында, асимметрия коэффициенті 0,9-1,7 аралығында, ал эксцесс коэффициенті 0,9-5,9 аралығында өзгерген.

1930-1980 жж. мен 1981-2017 жж. аралығында салыстырып қарастыратын болсақ, базалық жылға дейін (1961-1990) орташа квадраттық ауытқу 13,8-25,0 аралығында болса, 1981-2017 жж.

14,7-21,3 аралығында өзгерген. 1930-1980 жж. вариация коэффициенті 63,4-80,0 аралығында, асимметрия коэффициенті 1,0-1,7 аралығында, ал эксцесс коэффициенті 1,0-5,1 аралығында өзгерді. Ал 1981-2017 жж. вариация коэффициенті 56,6-68,1 аралығында, асимметрия коэффициенті 0,7-1,2 аралығында және эксцесс коэффициенті 0,4-1,5 аралығында өзгерген, яғни вариация және эксцесс коэффициенттері базалық жылға дейін біраз жоғары болған. Қарастырылып отырған төрт станцияда вариация, асимметрия коэффициенттерінің күшті таралуы байқалған, эксцесс коэффициентінің орташа мәні қалыптыдан жоғары болып, үшкіртөбелі таралуды көрсеткен.

### Аса ылғалды және тапшы кезеңдердің қайталанушылығы

Климаттың, соның ішінде жауын-шашынның өзгермелілігі туралы қалыптан тыс ылғалдылық кезеңнің қайталану жиілігін ылғалды және құрғақ кезеңдер бойынша айтуға болады.

Тапшы, қалыпты және аса ылғалды айларды анықтауда Г.В. Леонова және Т.А. Богданова

критерийлері қолданылды (Леонова, 1975: 312-315).

Егер жауын-шашын суммасы орташа көпжылдық нормадан 120 %-дан асса ( $\Sigma Q \geq 120\%$ ), онда жыл (жылдың жылы, суық кезеңдері) аса ылғалды жылға жатқызылады, егер ол орташа көпжылдық нормадан 80 % және одан төмен болса ( $\Sigma Q \leq 80\%$ ) тапшы жылға жатқызылады.

Жауын-шашын аномалиясы зерттеу жылдарының барлығына, яғни 1930-2017 жж. нормаға сәйкес есептелінді. 1930-2017 жж. аса ылғалды ( $\Sigma Q \geq 120\%$ ) және тапшы ( $\Sigma Q \leq 80\%$ ) кезеңдердің қайталанушылығы 4-кестеде берілген.

4-кесте бойынша, жауын-шашын тапшылығы жылы кезеңдегідей, салқын мерзімде де байқалады. Бірақ суық кезеңде ылғалдылық аномалия қайталанушылығы Аягөз және Өскемен станцияларында жоғары. Максималды тапшы жағдай саны Аягөз станциясына (39) сәйкес келеді. Тапшы жылдар болып 1930-1959, 1965, 2000-2007 жж. табылған, яғни жауын-шашын суммасы орташа көпжылдық нормадан 55 % дейін төмен болған.

### 3-кесте. Шығыс Қазақстан облысының станциялары бойынша атмосфералық жауын-шашын режимінің статистикалық сипаттамалары

№ станция	Кезеңдер, жж																			
	1930-2017					1930-1980					1961-1990					1981-2017				
	норма, мм	орташа квадраттық ауытқуы	вариация коэффициенті	асимметрия коэффициенті	эксцесс коэффициенті	норма, мм	орташа квадраттық ауытқуы	вариация коэффициенті	асимметрия коэффициенті	эксцесс коэффициенті	норма, мм	орташа квадраттық ауытқуы	вариация коэффициенті	асимметрия коэффициенті	эксцесс коэффициенті	норма, мм	орташа квадраттық ауытқуы	вариация коэффициенті	асимметрия коэффициенті	эксцесс коэффициенті
жыл																				
1	267	14,3	64,1	0,9	0,9	249	13,8	66,4	1,0	1,0	268	14,0	62,1	0,9	0,8	291	14,7	60,2	0,7	1,0
2	469	23,7	61,2	1,2	1,9	478	25,0	63,4	1,1	1,6	476	23,2	59,1	0,9	0,7	456	21,3	56,6	0,9	1,1
3	278	16,9	73,6	1,3	2,1	269	17,3	77,9	1,3	1,8	313	18,5	70,3	1,1	0,9	290	16,4	68,1	1,2	1,5
4	317	18,3	73,3	1,7	5,9	309	19,6	80,0	1,7	5,1	317	19,4	72,5	1,1	1,6	327	15,6	58,0	0,8	0,4
жылы мерзім																				
1	178	17,6	68,8	0,9	0,4	168	16,6	69,1	0,9	0,5	181	16,9	64,1	0,9	0,7	191	17,5	65,4	0,7	-0,2
2	310	27,9	63,7	1,2	2,2	324	29,7	64,4	1,0	1,1	308	26,1	59,2	0,9	0,3	289	23,8	58,4	1,0	1,8

3	183	20,9	80,6	1,5	2,4	182	20,3	78,5	1,2	1,3	198	21,6	75,9	1,1	0,8	186	20,2	77,7	1,4	2,2
4	229	20,5	62,4	0,8	-0,2	222	20,7	65,1	0,9	1,0	229	21,4	65,3	0,7	0,0	238	19,4	57,5	0,6	-0,1
суық мерзім																				
1	89	11,1	59,3	1,0	1,4	81	9,9	62,9	1,1	1,7	87	10,1	59,2	0,9	1,0	100	10,7	53,0	0,7	2,8
2	159	19,4	58,7	1,1	1,5	154	18,5	62,0	1,3	2,4	168	19,1	58,9	1,0	1,2	167	17,9	54,2	0,6	0,1
3	94	13,0	66,6	1,2	1,8	87	13,0	77,0	1,6	2,6	115	14,0	62,4	1,0	1,1	104	11,0	54,6	0,8	0,4
4	88	16,2	84,2	2,6	12,0	87	18,0	100,8	2,8	10,8	88	16,5	82,5	1,5	4,0	89	10,3	58,7	1,0	1,2

\*Ескерту. Кестеде: 1 – Семей, 2 – Өскемен, 3 – Аягөз, 4 – Зайсан

Жылы мерзімде тапшы жағдайлар саны 19 бен 28 аралығында өзгерген. 1933, 1935, 1936, 1945, 1948, 1955, 1962, 1974-1978, 1997, 2011

жылдар тапшы жылдар болып, жауын-шашын суммасы көпжылдық нормадан 50 % төмен болған, кей жылдарда 60 % жеткен.

**4-кесте.** Шығыс Қазақстанның 4 ауданында 1930-2017 жж. аса ылғалды ( $\Sigma Q \geq 120\%$ ) және тапшы ( $\Sigma Q \leq 80\%$ ) кезеңдердің қайталанушылығы

№	Бақылау пункті	$\Sigma Q \geq 120\%$		$81 \geq \Sigma Q < 119\%$		$\Sigma Q \leq 80\%$	
		жағдай саны	%	жағдай саны	%	жағдай саны	%
жыл							
1	Семей	61	69	20	23	7	8
2	Өскемен	37	42	49	56	2	2
3	Аягөз	48	55	32	36	8	9
4	Зайсан	55	63	30	34	3	3
жылы кезең (сәуір-қазан)							
1	Семей	16	18	45	51	27	31
2	Өскемен	9	10	60	68	19	22
3	Аягөз	16	18	45	51	27	31
4	Зайсан	12	14	48	54	28	32
суық кезең (қараша-наурыз)							
1	Семей	30	34	37	42	21	24
2	Өскемен	19	21	43	49	26	30
3	Аягөз	18	21	31	35	39	44
4	Зайсан	24	27	39	44	25	29

Ылғалды суық кезеңнің өсуі Шығыс Қазақстанда 1940 жылдары басталған. Аса ылғалды жылдар болып 1943, 1958, 1966, 1971, 1993, 2010 табылады, соның ішінде 2010 жылы суық мезгілде жауын-шашын мөлшері көп түсіп,

көпжылдық нормадан 70 % жоғары болған. Жылы мезгілде қарастырылған станцияларда аса ылғалды кезеңдер саны 9-16 аралығында өзгерген. Аса ылғалды жылдарға 1946, 1952, 1958, 1969, 1972, 1979, 1988, 1992 жатқызылады,



себебі көпжылдық нормадан 60 %-дан асқан. Осылайша, жылы кезеңде аса ылғалды жылдар саны қайталанушылығы кеміген жағдайда, суық кезеңдерде өседі. Сондықтан, жылдық жауын-шашынның теріс аномалиялары және жауын-шашынның жылдық мәндері жылы кезеңде жауын-шашынның төмендеуі әсерінен байқалады.

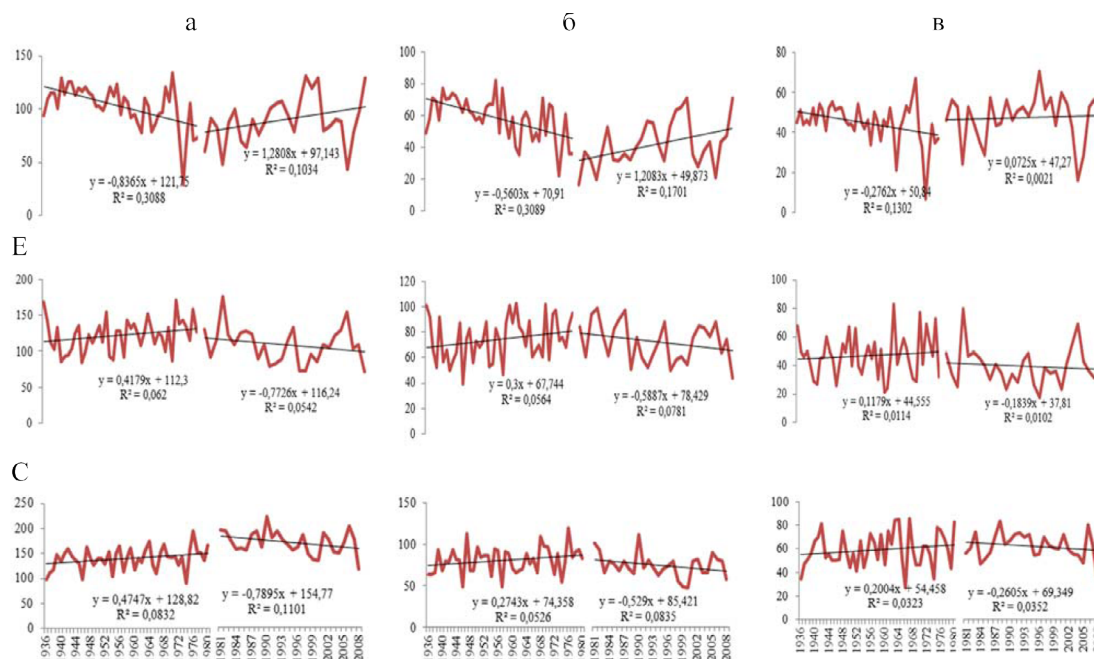
**Аса ылғалды және тапшы кезеңдердің макроциркуляциялық жағдайлары**

Қазіргі уақытта макропроцесстердің сараптамасы үшін Вангенгейм Г.Я. мен Гирс А.А. (1978: 117) классификациясы кең қолданылады. Оның негізі ХХ ғасырдың 30-шы жылдары қаланған.

Байдал М.Х. 1953 жылы көрсеткендей, Қазақстан бойынша жауын-шашынның негізгі аймақтық сипатта таралуы мен атмосфералық циркуляцияның үш түрінің (Е, С және Ш)

схемасының арасында нақты байланыс бар және жеткілікті ашық көрсетілген келісушілік орын алады. 3-суретте 1936-1980, 1981-2008 жж. Ш, Е және С атмосфералық циркуляция формаларының қайталанушылығы берілген.

3-суретке сәйкес тренд сызығының өзгерісіне байланысты 1936-1980 жылдары Шығыс Қазақстанда Ш атмосфералық циркуляция формасының қайталанушылығының кемуі мен С, Е атмосфералық циркуляция формаларының қайталанушылығының өсуі байқалады. 1981-2008 жылдары Ш атмосфералық циркуляция формасының қайталанушылығының өсуі мен С, Е атмосфералық циркуляция формаларының қайталанушылығының кемуі Семей станциясында жауын-шашын мөлшерінің өсуіне, Аягөз станциясында жауын-шашын мөлшерінің кемуіне, Өскемен және Зайсан станцияларында қалыпты таралуына әкелгені анықталды.



**3-сурет.** 1936-1980, 1981-2008 жж. аралығындағы Ш, Е, С атмосфералық циркуляция формаларының қайталанушылығы және сызықтық тренд  
а - жыл, б – жылы кезең, в – суық кезең

С циркуляция формасы кезіндегі атмосфералық процесстер белсенді болғанда аномальды ылғалды суық мерзімдер құрылады, ал аномальды ылғалды жылы мерзімдер Ш атмосфералық циркуляция формасында құрылады. Қарастырылған станцияларда Ш және Е атмосфералық циркуляция формалары кезінде

атмосфералық процесстердің дамуы барысында аномальды тапшы суық кезеңдер, ал тапшы жылы кезеңдер С атмосфералық циркуляция формасы кезінде қалыптасады. Ш, Е және С атмосфералық циркуляция формалары мен аномальды ылғалды және тапшы кезеңдердегі жұп корреляция коэффициенті матрицасы 5-кестеде берілген.

**5-кесте.** Ш, Е және С циркуляция формалары мен аномальды ылғалды және тапшы кезеңдердегі жұп корреляция коэффициенті матрицасы

	Станция	Циркуляция формасы	Жылы кезең		Суық кезең	
			$\Sigma Q \leq 80\%$	$\Sigma Q \geq 120\%$	$\Sigma Q \leq 80\%$	$\Sigma Q \geq 120\%$
1	Аягөз	Ш		-0,48	-0,25	0,34
		Е		0,25		
		С				-0,34
2	Зайсан	Ш	-0,49		0,28	
		Е	0,37		-0,28	0,28
		С				-0,35
3	Семей	Ш	-0,46			
		Е	0,36	-0,39		0,35
		С		0,41		-0,43
4	Өскемен	Ш	-0,61	0,33	0,24	0,26
		Е	0,52			0,30
		С		-0,55		-0,63

\*Ескерту. (m=71) еркіндік дәрежесі саны кезінде ( $\alpha=0,05$ ) корреляция коэффициенті 0,23 құрайды (Лакин, 1973: 343).

5-кестеге сәйкес, жауын-шашынның жұп корреляциялық байланысы мен (Ш, Е, С) атмосфералық циркуляция формалары негізінде жылы және салқын кезеңдердің статистикалық маңызды байланысы Аягөз, Зайсан және Өскемен станцияларында байқалады. Аномальды ылғалды суық кезеңдер мен жылы кезеңдер С циркуляция формасы кезінде қалыптасқан. Аномальды құрғақ суық мерзімдер қарастырылған станцияларда Ш циркуляция формасында дамып, аномальды құрғақ жылы мерзімдер Ш және Е формасы кезінде қалыптасқан.

**Атмосфералық жауын-шашынның климаттық таралуына әсер ететін факторлар**

Атмосфералық жауын-шашынға әсер ететін фактор болып Солтүстік Атлантикалық тербеліс табылады. Солтүстік Атлантикалық тербеліс (САТ) түсінігі қысым аймағының өзгерісін, соған сәйкес Солтүстік Атлантиканың тропикалық емес аймағының үстінде зональды тасымалдау қарқындылығын сипаттайды. Оның сандық өрнектелуі –  $I_{NAO}$  (индекс) – Исландия (Рейкьявик или Стиккисхоульмюр) мен Азор аралдары (Понта-Дельгада) арасындағы, немесе Пиреней түбегінің оңтүстігімен (Лиссабон немесе Гибралтар) жер беті қысымы аномалиясының стан-

дартты ауытқушылығына айырмашылықтың тұрақталуы арқылы анықталады (Жексенбаева, 2017, 31-32; Попова, 2003: 59-63; Барашкова, 2006: 59-63).

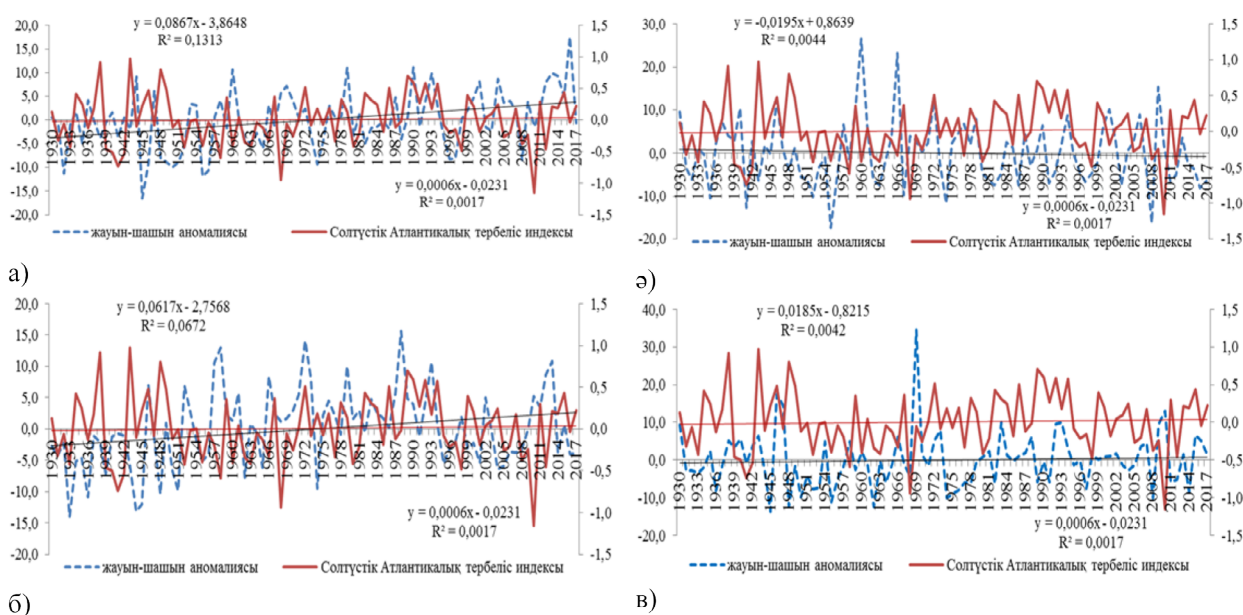
САТ атмосфералық циркуляцияға әсер ететін күшті барикалық сигналдардың бірі болып табылады. Себебі, атмосфера қысымының ұқсас вариация аймақтары, атмосфераға жер бетінің әр түрлі аймағынан келетін су буы мен жылу ағындарының өзгерісімен қамтамасыз етілген. САТ-тың болуының басты себебі – Солтүстік Атлантика беткейінің әртүрлі бөліктерінің атмосферамен өзара әрекет етуі (Нестеров, 2013:144.) 1933 жылы алғаш рет Уолкер Г.Т. мен Блисс (1932: 53-84) САТ-ты сипаттаған. Аталған авторлар ол Солтүстік Атлантикадан Еуропаға дейін ауа массаларының геострофиялық тасымалдану қарқындылығын, сондай-ақ оның үстіндегі Атлантикалық циклондардың қозғалысының траекториясын бақылайтындығын анықтады. 1930-2017 жж. жауын-шашынның орташа аномалиясы мен САТ индексінің арасындағы байланыс қарастырылды (4-сурет).

4-суретте бастапқы мәлімет ретінде САТ индексінің орташа мәндерінің қатары алынды. Осы мәлімет негізінде САТ индексі мен жауын-шашын аномалиясының арасындағы

байланыс қарастырылды. Ол 1930-2017 жж. қалыпты өскен, сызықтық тренд бойынша Семей станциясында жауын-шашынның аномальды өсуі байқалды. Бұл индексі мен жауын-шашын аномалиясының арасындағы байланыс 1943, 1986-1992 жж. болып, олар С циркуляция формасына сәйкес келіп, аномальды ылғалды кезең қалыптасқан. Өскемен станциясында жауын-шашын аномалиясы кеміген, мәндердің таралуы 1966, 1969-1970 жж. сәйкес келіп, аномальды құрғақ суық жылдар Е, Ш циркуляция формаларында, аномальды құрғақ жылы жылдар С циркуляция формасында қалыптасқаны анықталды. Аягөз станциясында жауын-шашын аномалиясы 1931-32, 1946 жж. САТ индексі мен жауын-шашын аномалиясының арасындағы байланыс болды. Суық мерзімде Ш атмосфералық циркуляциясы

тапшы жылдардың қалыптасуына әкелсе, жылы кезеңде Е атмосфералық циркуляция формасы аса ылғалды жылды қалыптастырған. Зайсан станциясында 1946 жылы байланыс байқалып, суық мерзімде Ш атмосфералық циркуляциясы тапшы кезеңнің қалыптасуына, жылы мерзімде Е атмосфералық циркуляциясы аса ылғалды жылдың қалыптасуына ықпал жасаған, Зайсан станциясында жауын-шашынның аномалиясы қалыпты өскен.

Аномальды ылғалды суық мерзімдер көбіне С атмосфералық циркуляция формасында қалыптасса, аномальды ылғалды жылы кезеңдер Ш атмосфералық циркуляциясында қалыптасады. Аномальды құрғақ суық кезеңдер Е, Ш атмосфералық циркуляциясы кезінде және ылғалды жылы кезеңдер Ш атмосфералық циркуляция формасы кезінде байқалады.



4-сурет – 1930-2017 жылдар аралығындағы атмосфералық жауын-шашынның орташа аномалиясы мен Солтүстік Атлантикалық тербеліс индексінің уақыттық жүрісі:  
а) Семей; ә) Өскемен; б) Аягөз; в) Зайсан

### Қорытынды

Қазақстанның шығыс өңірлеріндегі атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық таралу динамикасын зерттеу және айқындау жұмыстың басты мақсаты болып табылды. Атмосфералық жауын-шашынның динамикасын талдау үшін метеорологияда кеңінен қолданылатын математикалық, статистикалық талдау және климаттық нормадан ауытқу әдістері қолданылды.

Қазақстанның шығысындағы Семей, Өскемен, Аягөз, Зайсан станцияларының 1930-2017 жылдар аралығындағы жауын-шашынның климаттық таралуының көпжылдық динамикасын зерттей отырып, келесідей қорытынды шығарылды:

– көпжылдық мәліметтер мен зерттеу жылдарындағы жауын-шашынның таралуын салыстыру барысында жауын-шашын мөлшері 3-20 мм кеміген, Өскемен станциясында теріс

таңбалы аномалия, Аягөз, Семей, Зайсан станцияларында оң таңбалы аномалия байқалған;

– қарастырылған жылдар аралығында атмосфералық жауын-шашынның орташа квадраттық ауытқуы 14,3-23,7 аралығында өзгерген. Вариация коэффициенті 61,2-73,6 аралығында; асимметрия коэффициенті 0,9-1,7 аралығында;

– эксцесс коэффициенті 0,9-5,9 аралығында өзгерген;

– жауын-шашынның максималды мөлшері шілде айында (36-49 мм), маусым-тамыз айларында жылдық норманың 29-36 % түседі. Жауын-шашынның ең аз мөлшері қаңтар және ақпан айларына сәйкес келді (жылдық норманың 7-13 % түседі);

– 1936-1980 жылдары Шығыс Қазақстанда Ш атмосфералық циркуляциясы формасының қайталанушылығының кемуі мен С, Е атмосфералық циркуляциясы формаларының қайталанушылығының өсуі байқалды. Жауын-ша-

шынның жұп корреляциялық байланысы мен (Ш, Е, С) атмосфералық циркуляция формалары негізінде жылы және салқын кезеңдердің статистикалық маңызды байланысы Аягөз, Зайсан, Өскемен станцияларында байқалды. Аномальды ылғалды суық кезеңдер мен жылы кезеңдер С атмосфералық циркуляция формасы кезінде қалыптасқан;

– Аномальды құрғақ суық мерзімдер қарастырылған станцияларда Ш атмосфералық циркуляция формасында дамып, аномальды құрғақ жылы мерзімдер Ш және Е атмосфералық циркуляция формасы кезінде қалыптасқан. Зерттеу жұмысының тәжірибелік маңызы: жауын-шашынның ұзақ мерзімді болжамдары жауын-шашынды болжау әдістерін құрастыруда және маңызды экономикалық әсерге ие ауыл шаруашылығы болжамдарында, сонымен қатар әр түрлі салаларда қолдануға мүмкіндік береді.

#### Әдебиеттер

- Gibbs W.J. A Drought – watch System // World Climate Programme Report, 1987. – №134. – 120 p.
- Interomparison and validation of ocean-atmosphere energy flux fields. Final report of the Joint WCRP/SCOR working group on air-sea fluxes (SCOR working group 110) // WCRP-112. – WMO/TD. – No. 1036. – 2000. – 303 p.
- Namias Y. Long-range weather and climate predictions. – Wash. D. S., 1978. – 3 p.
- Namias Y. The enigma of drought – a challenge for terrestrial and extraterrestrial research. – Solar-Terrestrial in fluencies weather and Clim. Dordrecht, 1979. – P. 41- 43.
- Namias Y. Snow covers climate and long-range forecasting. – Glaciol. Date, 1981. – P. 13-21.
- Walker G.T. Memoirs of Royal Meteorology Society [E.W. Bliss]. – 1932. – Vol4. – Issue36. – P. 53-84.
- WMO operations manual for chemical constitutions in air and precipitation. – WMO №299, World Meteorological Organization. Geneva, 1974.
- Барашкова Н.К. Прогноз режима увлажнения в теплый период года на юге Западной Сибири // Оптика атмосферы и океана, 2006. – Т.19. – №1. – С.59-63.
- Батталов Ф.З. Многолетние колебания атмосферных осадков и вычисление норм осадков. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 183 с.
- Борисенков Е.П., Воробьева Е.В., Покровская Т.В., Полозова Л.Г., Сазонов Б.И. Яковлева Н.И. Долгопериодные колебания погоды и климата и их прогнозирование // Совр. фонд. и прикл. иссл. ГГО. – 1977. – С. 40 – 52.
- Брукс К. Применение статистических методов в метеорологии [К.Брукс, Н.Карузерс]. – Л.: Гидрометеоздат, 1963. – 416 с.
- Гиббс У.Дж. Определение климата //Бюллетень ВМО, 1987 [У. Дж. Гиббс]. – Т. 36. – № 4. – С. 373-381.
- Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 280 с.
- Гирс А.А, Кондратович К.В. Методы долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометеоздат, 1978.
- Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 158 с.
- Жексенбаева А.К. Геоэкологические аспекты режима осадков вегетационного периода северного Казахстана: Диссертация на соискание уч.степени к.г.н. – Бишкек, 2017.
- Кобышева Н.В. Сколько характеристик у климата [Н.В. Кобышева] // Человек и стихия, 1988. – С. 37-38.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
- Леонова Г.В. Аномалия осадков в июле в южной половине Европейской территории СССР, на юге Западной Сибири и в северной части Казахстана и некоторые возможности ее прогнозирования [Г.В. Леонова, Т.А. Богданова] // ТР. ГМЦ СССР, 1975. – Вып. 166. – С. 312-315
- Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. – М.: Триада, 2013. – 144 с.
- Попова В.В. Влияние Североатлантического колебания на многолетний гидротермический режим Северной Евразии // Метеорология и гидрология, 2003. – С.59-63.

- Справочник по климату Казахстана // Многолетние данные. – Алматы: Казгидромет, 2004. – Вып. 1-14 с.  
Справочник-информационный портал, «Погода и климат», 2004-2019, <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>.  
Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – 336 б.  
Чичасов Г.Н. Месячные прогнозы погоды, их состояние и перспективы. – Обнинск, 1984. – 49 с.  
Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометиздат, 1976. – 302 с.  
Юдин М.И. Физико-статистический метод долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 28 с.  
Юдин М.И. Результаты применения физико – статистического метода прогноза осадков и температуры большой заблаговременности. // Труды 5 Всесоюз. Метеорол. съезда. – 1972. – Т. 11. – С. 83 – 94.  
Юдин М.И., Блажевич В.Г., Репинская Р.П. Некоторые вопросы отбора значимых предикторов // Тр.ГГО, 1972. – Вып. 273. – С. 16 – 28.  
Юдин М.И., Мещерская А.И. Комплексный физико-статистический метод прогноза погоды большой заблаговременности // Метеорология и гидрология, 1977. – №1. – С.3-12.

### Referenses

- Gibbs W.J. (1987). A Drought – watch System // World Climate Programme Report. – №134. – 120 p.  
Interomparison and validation of ocean-atmosphere energy flux fields. Final report of the Joint WCRP/SCOR working group on air-sea fluxes (SCOR working group 110) // WCRP-112. – WMO/TD. – No. 1036. – 2000. – 303 p.  
Namias Y. (1978). Long-range weather and climate predictions. – Wash. D. S. – 3 p.  
Namias Y. (1979). The enigma of drought – a challenge for terrestrial and extraterrestrial research. – Solar-Terrestrial in fluencies weather and Clim. Dordrecht. – P. 41- 43.  
Namias Y. (1981). Snow covers climate and long-range forecasting. – Glaciol. Date. – P. 13-21.  
Walker G.T. (1932) Memoirs of Royal Meteorology Society [E.W. Bliss]. – Vol4. – Issue36. – P. 53-84.  
WMO operations manual for chemical constitutions in air and precipitation (1974). WMO №299, World Meteorological Organization. Geneva.  
Barashkova N.K. (2006). Prognoz rejima uvlajneniya v teplyi period goda na iyge Zapadnoy Sibiry [Moisture forecast in the warm season in the south of Western Siberia]. Optics of the atmosphere and the ocean, T.19, №1, - P.59-63.  
Borisencov E.P., Vorobieva E.V., Pokrovskaya T.V., Polozova L.G., Sazonov B.I. Yakovleva N.I. (1977). Dolgoperiodnye kolebanya pogody i klimata I ih prognozirovaniya [Long-period variations in weather and climate and their forecasting]. Sovrem. fund and applied ex. Ggo., - P.40-52.  
Battalov F.Z. (1968). Mnogoletnye kolebanya atmosferynyh osadkov i vychyslenye norm osadkov [Perennial precipitation fluctuations and calculation of precipitation rates]. L.: Gidrometeoizdat, s.183.  
Brooks K., Carousers N. (1963). Primeneniye statisticheskikh metodov v meteorology [Application of statistical methods in meteorology]. L.: Gidrometeoizdat, s.416.  
Gibbs W.J. (1987). Opredeleniye klimata [Definition of climate]. Bulletin of the WMO, T. 36., № 4, p.373-381.  
Girs A.A. (1974). Makrocirkulacionyi metod dolgosrochnyh meteorologicheskyyh prognozov [Macrocirculation method of long-term meteorological forecasts]. L.: Gidrometeoizdat, s.280.  
Girs A.A., Kondratovich K.V. (1978). Metody dolgosrochnyh prognozov pogody [Methods of long-range weather forecasts]. L.: Gidrometeoizdat, s.416.  
Drozdov O.A., Grigorieva A.S. (1976). Mnogoletnye ciklonicheskiye kolebanya atmosferynyh osadkov na territorii SSSR [Perennial cyclical fluctuations of precipitation in the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, s.158.  
Zheksenbaeva A.K. (2017). Geoekologicheskyye aspekty rezhima osadkov vegetacionnogo perioda severnogo Kazakhstana. [Geoecological aspects of the precipitation regime of the vegetation period of northern Kazakhstan]. Bishkek, s.150.  
Kobysheva, N.V. (1988). Skolko harakteristik u klimata [How many characteristics of the climate]. Man and element, - P.37-38.  
Lakin, G.F. (1973). Biometriya.Uchebnoe posobie dlya universitetov pedagogicheskikh institutov [Biometrics. Textbook for universities and pedagogical institutes]. M.: Higher School, s. 343.  
Leonova G.V., Bogdanova T.A. (1975). Anomaliya osadkov v iyule v iujnoi polovine Evropeiskoi territorii SSSR, na iyge Zapadnoi Sibiry I v severnoy chasty Kazakhstana I nekotorye vozmozhnosti eio prognozirovaniya [Anomaly of precipitation in July in the southern half of the European territory of the USSR, in the south of Western Siberia and in the northern part of Kazakhstan and some possibilities for its prediction]. TR.GMC USSR, Issue.166, - P. 312-315.  
Nesterov E.S. (2013). Severoatlanticheskoe kolebanye: atmosphere i ocean [North Atlantic Oscillation: Atmosphere and Ocean]. M.: Triad, s.144.  
Popova V.V. (2003). Vliyaniye Severoatlanticheskogo kolebanya na mnogoletnyi gidrotermicheskiy regim Severnoi Evrasyi [The influence of the North Atlantic oscillation on the long-term hydrothermal regime of Northern Eurasia]. Meteorology and Hydrology, - P. 59-63.  
Uteshev A.S. (1959). Klimat Kazakhstana.[Climate of Kazakhstan]. L.: Gidrometeoizdat, p.336.  
Chichasov G.N. (1984). Mesyachnye prognozy pogody, ih sostoyaniye i perspektivy [Monthly weather forecasts, their status and prospects]. Obninsk, s.49.  
Schwer C.A. (1976).Atmosphernyye osadki na territorii SSSR.[Precipitation in the USSR].L.: Gidrometeoizdat, p.302.  
Spravochnik po klimatu Kazakhstana. (2004) [Handbook on climate in Kazakhstan // long-Term data]. Almaty: Kazhydromet. – T.1. –s.14.  
Spravochnik-informacionnyi portal, “Pogoda i klimat”, 2004-2019, <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php>.

Yudin M.I.(1968). Physyko-statisticheskyy metod dolgosrochnyh prognozov pogody [Physico-statistical method of long-term weather forecasts]. L.: Gidrometeoizdat, s. 28.

Yudin M.I.(1972). Resultaty primeneya physyko-statisticheskogo metoda prognoza osadkov i temperatury bolshoi zablagovremennosti [The results of applying the physico - statistical method of forecasting precipitation and high temporal temperature]. Proceedings of the 5th All-Union. Meteorol. congress, t.11, - P.83 - 94.

Yudin M.I., Blazhevich V.G., Repinskaya R.P. Nekotorye voprosy otbora znachymyh prediktorov [Some questions on the selection of significant predictors]. Tr. GGO, Vol. 273, - P.16-28.

Yudin M.I., Meshcherskaya A.I. (1977). Kompleksnyi physyko-statisticheskyy metod prognoza pogody temperatury bolshoi zablagovremennosti [Comprehensive physical - statistical method of weather forecasting long lead time]. Meteorology and Hydrology, №1, - P.3-12.