

Бижанова А.Ж.,
Жексенбаева А.К.,
Нысанбаева А.С.

**Солтүстік Қазақстанда
атмосфералық
жауын-шашынның таралуының
климаттық ерекшеліктері**

Bizhanova A.Zh.,
Zheksenbaeva A.K.,
Nyssanbayeva A.S.

**Climatic features of distribution
of an atmospheric precipitation
in Northern Kazakhstan**

Бижанова А.Ж.,
Жексенбаева А.К.,
Нысанбаева А.С.

**Климатические
особенности распределения
атмосферных осадков в
Северном Казахстане**

Мақалада Қазақстанның Солтүстік аумағындағы атмосфералық жауын-шашынның таралуының климаттық ерекшеліктері қарастырылған. Зерттеу жұмысы барысында осы аймақта орналасқан Павлодар, Астана, Петропавл, Көкшетау, Қостанай метеорологиялық станцияларының 1973–2012 жылдар аралығындағы мәліметтері қолданылған. Зерттеу аймағы бойынша атмосфералық жауын-шашынның көпжылдық көрсеткіштері мен зерттеу мәліметтері салыстырылды, аномалиялардың уақыттық жүрісі қарастырылып, Павлодар, Петропавл және Қостанай станцияларында жауын-шашын мөлшерінің өскені (5–23 мм), ал Көкшетау мен Астана станцияларында жауын-шашынның жылдық мөлшері (16–24 мм) азайғаны тіркелген. Сонымен қатар жауын-шашынның таралуында негізгі статистикалық көрсеткіштері, яғни орташа квадраттық ауытқу 7–38,2 мм аралығында, эксцесс коэффициенті минус 1,4–3,9 аралығында, асимметрия коэффициенті күшті болып, ал вариация коэффициентінің өзгерісі 36–96 % аралығында маңызды болып таралған.

Түйін сөздер: жауын-шашын, орташа квадраттық ауытқу, вариация коэффициенті, асимметрия коэффициенті, эксцесс коэффициенті, жауын-шашын аномалиясы, тренд сызығы.

In article climatic features of distribution of an atmospheric precipitation in Northern Kazakhstan are considered. Data on an atmospheric precipitation the period from 1973 to 2012 on five meteorological stations are used (Pavlodar, Astana, Petropavl, Kokshetau, Kostanay). In work the main statistical characteristics have been calculated. Comparison of long-term data on the climatic reference book the period from 1951 to 1980 and actual data during 1973–2012 has been carried out. The time course of anomaly of an atmospheric precipitation for the warm and cold period is considered. By results of research it has been received that an atmospheric precipitation at stations Pavlodar, Kostanay and Petropavl according to actual data has a little increased (5–23 mm), and at stations Kokshetau and Astana annual values of rainfall tend reduction (16–24 mm). The asymmetry coefficient at the considered stations is estimated as big as at all stations of its value exceeds 0,5. The average quadratic deviation changes within 7–38,2 mm, and the coefficient of an excess varies from minus 1,4–3,9. Limits of change of coefficient of a variation make 36–96%.

Key words: atmospheric precipitation, standard deviation, the coefficient of variation, skewness, kurtosis coefficient, precipitation anomalies, trend line.

В статье рассмотрены климатические особенности распределения атмосферных осадков в Северном Казахстане. Использованы данные по атмосферным осадкам в период с 1973 по 2012 год по пяти метеорологическим станциям (Павлодар, Астана, Петропавл, Кокшетау, Костанай). В работе были рассчитаны основные статистические характеристики. Было проведено сравнение многолетних данных по климатическому справочнику период с 1951 по 1980 год и фактических данных за период 1973–2012 гг. Рассмотрен временной ход аномалии атмосферных осадков за теплый и холодный период. По результатам исследования было получено, что атмосферные осадки на станциях Павлодар, Костанай и Петропавл по фактическим данным несколько увеличились (5–23 мм), а на станциях Кокшетау и Астана годовые значения осадков имеют тенденцию уменьшения (16–24 мм). Коэффициент асимметрии на рассматриваемых станциях оценивается как большой, так как на всех станциях его значения превышают 0,5. Среднее квадратическое отклонение изменяется в пределах 7–38,2 мм, а коэффициент эксцесса варьирует от минус 1,4–3,9. Пределы изменения коэффициента вариации составляют 36–96%.

Ключевые слова: осадки, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, коэффициент эксцесса, аномалия осадков, линия тренда.

**СОЛТҮСТІК
ҚАЗАҚСТАНДА
АТМОСФЕРАЛЫҚ
ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ
ТАРАЛУЫНЫҢ
КЛИМАТТЫҚ
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Кіріспе

Соңғы жылдары қоғамға экономикалық және әлеуметтік үлкен зиян келтіретін аса ылғалды кезеңдер, құрғақшылық, су тасқыны, қатты аяздар және т.б. сияқты аномалды табиғи құбылыстардың қайталанушылығы бүкіл әлем ғалымдарының назарын өзіне қаратты.

Атмосфералық жауын-шашындардың көпжылдық таралу режимін зерттеу ең маңызды мәселе болып саналады. Атмосфералық жауын-шашындар негізі климаттық сипаттама ретінде, оның басқа элементтері сияқты маңызды түрде кеңістіктік және уақыттық түрде өзгереді. Олардың орташа және аномалды шамаларының өзгергіштігі физика-географиялық жағдайлармен, жыл мерзімімен және атмосфера циркуляциясының ерекшеліктерімен байланысты болады. Ауа температурасы мен жауын-шашындардың көпжылдық таралу режимін зерттеу көптеген жұмыстарда қарастырылған [1-3].

Территорияда жауын-шашындардың біркелкі таралмауы және олардың өзгергіштігі республиканың физика-географиялық ерекшеліктерімен және аумағының ендік бойынша кең созылып жатуымен түсіндіріледі.

Атмосфералық жауын-шашын экономика саласына, әсіресе, ауыл шаруашылығына, құрылысқа, мұнай-газ өндірісіне әсер етеді. Жауын-шашындардың тенденцияларының өзгерісін білу – жедел жұмыстарда оптималды стратегияны таңдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар жауын-шашындардың тапшылық және аса ылғалды қауіпті жағдайлары шығындарды азайтуға, кейбір жағдайларда пайда көруге мүмкіндік береді.

Жауын-шашындардың мөлшерін анықтау кезінде көптеген теоретикалық есептеулердің дәлдігі құрлықтың су балансы теңдеулеріне, төселме беткейдің жылу және су баланстарының байланыстарына, сушаруашылық есептеулерге, соның ішінде және де егістікті бағалауға байланысты болады. Жауын-шашындардың мөлшері туралы сенімді мәліметтер ұзақ мерзімді ауа райын құрастыруға да өте қажетті. Солтүстік Қазақстан аймағы басты егістік алқабы болғандықтан, ондағы жауын-шашынның өзгеруін қарастыру басты мәселе болып табылады.

Зерттеу ауданы

Қазақстанның Солтүстік аймағына Солтүстік Қазақстан, Ақмола, Павлодар, Қостанай облыстары кіреді. Аумақ батыстан шығысқа 1300 км, ал солтүстіктен оңтүстікке 600 км созылып жатыр. Республиканың солтүстік аймағының рельефі жазық болып келеді. Солтүстік Қазақстан аймағы дала және орманды дала зонасында жатқандықтан еліміздің басты ауылшаруашылық аймағы болып табылады. Мұнда жауын-шашындардың мөлшері орташа алғанда 280-350 мм құрап, оның 80%-ы жылы кезеңде түседі.

Атмосфералық жауын-шашынның таралуын зерттеу үшін Қазақстанның Солтүстік аймағында орналасқан 5 станция (Петропавл, Қостанай, Көкшетау, Астана және Павлодар) бойынша мәліметтер қарастырылды.

Бастапқы мәліметтер және зерттеу әдісі

Зерттеу барысында статистикалық баға беру үшін дала және орманды дала зонасында орналасқан метеорологиялық станциялардағы (Петропавл, Қостанай, Көкшетау, Астана және Павлодар) жауын-шашындардың көпжылдық бақылауларының ұзын қатарлы 1973-2012 жылдар аралығындағы мәліметтері қолданылып, метеорологияда және климатологияда қолданылатын статистикалық әдістер пайдаланылған.

Нәтижелері және талдау

А.С. Утешов [1] республиканың дала зонасында жылына орташа алғанда 250-300 мм жауын-шашын түседі деп көрсеткен. Дала зонасының ішінде жіңішке жолақпен орманды дала зонасы және Қазақтың ұсақ шоқысының солтүстік беткейлері бөлінеді. Бұл аумақтағы жылдық жауын-шашын мөлшері 300-400 мм құрайды. Жолақ шамамен солтүстіктен оңтүстікке қарай созылып жатыр және өзінің орталық бөлігімен Петропавл, Астана, Қарқаралы арқылы өтеді. Дала зонасының оңтүстігінде жауын-шашынның өсуі негізінен Қазақтың ұсақ шоқысы аймағында циклондар мен фронттардың жинақталуымен түсіндіріледі. Жауын-шашынның мөлшері мен түрінің таралуында Қазақстан маусымды сипатқа ие. Ол Артикадан келетін ауа массасының Атлант мұхиты мен Орта Азиядағы ауа массаларының әрекеттесуімен түсіндіріледі. Суық мерзімде суық және ылғалға тапшы арктикалық ауа массаларының енуі әсерінен жауын-шашын мөлшері 50-100 мм аралығында өзгереді. Ал жылы мерзімде барика-циркуляциялық жағдайлар жауын-шашынның көп түсуіне жағдай жасайды. Жылы мерзімде Қазақстанның солтүстік бөлігінде орташа алғанда 200-275 мм жауын-шашын түседі.

Зерттеу аймағы бойынша жауын-шашынның көпжылдық көрсеткіштері 1951-1980 жж. [2] мен 1973-2012 жж. аралығындағы зерттеу мәліметтерінің орташа мәндері [3] салыстырылды (1-кесте).

1-кесте – Жауын-шашынның көпжылдық көрсеткіштері мен зерттеу мәліметтерін салыстыру, мм

Станция	Бақылау мерзімі	Айлар												Суық мерзім	Жылы мерзім	Жыл
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Петропавл	1951-1980	14	11	12	21	28	54	74	56	32	30	22	16	74	295	369
	1973-2012	21	16	16	21	31	44	64	46	32	30	30	23	106	268	374
Қостанай	1951-1980	13	11	12	20	29	40	51	37	29	31	21	16	73	237	310
	1973-2012	17	14	15	23	32	39	51	38	26	29	25	24	95	238	333
Көкшетау	1951-1980	13	9	10	17	32	45	63	44	27	22	16	12	60	250	310
	1973-2012	10	9	9	17	28	41	61	40	22	20	17	12	57	229	286
Астана	1951-1980	19	14	18	20	31	41	52	41	26	27	19	18	88	238	326
	1973-2012	15	15	16	21	33	37	50	29	21	27	26	20	92	218	310
Павлодар	1951-1980	15	13	16	15	25	34	39	35	21	23	23	19	86	192	278
	1973-2012	19	15	12	16	27	33	51	30	21	25	23	21	90	203	293

1973-2012 жж. аралығындағы зерттеу мәліметтері бойынша жауын-шашынның маусымдық таралуында суық мерзімге (57-106 мм) қарағанда, жылдың жылы мерзімінде (203-268 мм) жауын-шашын көп түседі, яғни жауын-шашынның 20-28 % суық мерзімде, 72-80 % жылы мерзімде жауады.

Жауын-шашынның жылдық жүрісінде ерекшеліктер байқалады, ол жергілікті жердің климаттық ерекшеліктеріне байланысты. Қоңыржай ендіктерде бұл, әсіресе қыста дамитын циклондық құрылыммен байланысты болып келеді. Циклондар мұхит бетімен қозғала отырып, сол жерде жауын-шашынның көп мөлшерінің түсуіне әкеледі. Ал құрлық бетінде жауын-шашын аз түседі. Дегенмен, жазда құрлық үстінде конвективті бұлттар жақсы дамиды, нәтижесінде нөсерлі жауындар жауады. Қыста құрлық үстінде жоғарғы қысым аумағы орнайды. Ол өз кезегінде бұлттардың құрылуы мен жауын-шашындардың түсуіне кері әсерін тигізеді. Сондықтан, қоңыржай ендіктерде континенталды типте максимум жазда, ал минимум қыста байқалады [4].

Орташа айлық жауын-шашындар мөлшерінде көпжылдық климаттық анықтама (1951-1980 жж.) мен зерттеу мәндерінің (1973-2012 жж.) арасында айырмашылықтар байқалады және ол

айырмашылықтар суық және жылы мерзімдерде әртүрлі болып келеді.

Суық мерзімде барлық зерттеу станцияларында жауын-шашындар мөлшері өскен (4-32 мм-ге дейін). Тек Көкшетау станциясында аздап төмендегені (3 мм) анықталған. Жылдың жылы мерзімінде жауын-шашынның мөлшері Қостанайда өзгеріссіз болып, Павлодарда өскен (11 мм), ал қалған станцияларда төмендеген (20-27 мм). Жауын-шашынның айлық мәндерін зерттеу барысында, тек Павлодар станциясында жауын-шашынның жүрісі шілде айында ғана жоғарылағанын байқап, қалған станцияларда жаз айларында айтарлықтай төмендеп, жылдың қалған айларында жоғарылағанын көруге болады.

Жауын-шашынның көпжылдық мәндері (1951-1980 жж.) мен зерттеу мәндерінің (1973-2012 жж.) жылдық көрсеткіштерін салыстырсақ, Петропавл, Қостанай және Павлодарда 1-7% аралығында өсу байқалса, Көкшетау мен Астанада 3-5% аралығында төмендеу бақыланған.

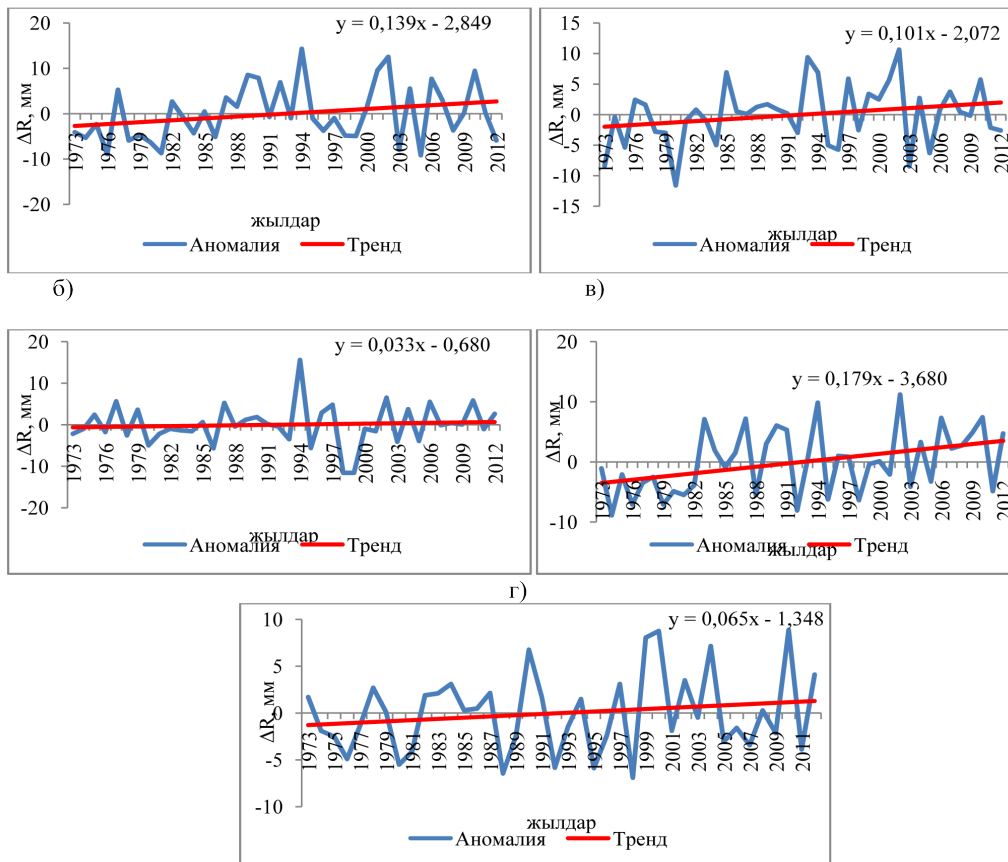
Жауын-шашындарды болжауда логикалық және теориялық тұрғыда негізделген статистикалық сипаттамалар деп аталатын сандық көрсеткіштер қолданылады [5]. Зерттеу жұмысында вариация көрсеткіші, орташа квадраттық ауытқу, асимметрия және эксцесс коэффициенттері есептелінген (2-кесте).

2-кесте – Станциялар бойынша статистикалық көрсеткіштердің таралуы (1973-2012 жж.)

Петропавл												
Параметрлер	Айлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
σ	12,4	9,1	10,9	13,1	19,2	23,9	38,2	20,9	17,7	16,8	14,7	14,9
As	0,5	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	1,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,5
Ex	-0,1	-1,4	-0,2	-0,1	1,2	-0,2	2,9	-0,4	-0,5	-0,6	-0,1	-0,9
C_v	58	56	70	62	62	54	60	45	55	57	49	64
Қостанай												
Параметрлер	Айлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
σ	9,8	13,6	10,1	14,2	20,9	27,7	35,4	23,7	19,5	20,7	13,0	14,2
As	0,3	1,3	0,5	0,6	0,8	1,1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,04	0,3
Ex	-0,7	-0,5	-1,0	-0,2	0,3	0,7	-0,2	-0,1	0	0,5	-1,1	-0,7
C_v	56	96	69	61	65	73	69	62	74	71	52	61
Көкшетау												
Параметрлер	Айлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
σ	7,6	6,7	7,2	14,5	15,9	31,7	46,9	29,8	14,5	14,9	11,8	8,9

2-кестенің жалғасы

As	1,6	1,7	0,9	1,5	-0,1	0,8	1,5	0,8	0,8	1,5	1,2	1,0
Ex	3,9	3,9	0,3	2,5	-0,8	-0,4	1,7	-0,1	0,2	3,8	2,0	1,1
C _v	76	71	79	85	57	74	77	75	66	73	69	74
Астана												
Параметрлер	Айлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
σ	7,8	7,0	10,5	13,2	17,3	23,6	32,2	21,9	11,8	18,7	13,4	10,6
As	0,7	0,7	1,2	1,1	0,5	1,0	0,9	1,0	0,7	1,0	0,7	0,8
Ex	0,6	0,2	0,9	1,2	-0,2	1,5	0,5	0	0,1	0,2	-0,5	1,4
C _v	51	47	64	63	52	63	64	76	57	69	52	52
Павлодар												
Параметрлер	Айлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
σ	10,4	7,8	8,8	11,5	23,2	21,9	34,6	18,7	14	15,3	12,6	7,6
As	0,5	0,9	1,1	0,6	2,6	0,6	1,5	0,6	0,7	1,1	1,0	0,7
Ex	-0,3	1,1	0,4	-1	2,9	-0,8	2,5	-0,8	-0,1	1,1	0,6	1,3
C _v	54	52	70	70	87	68	68	63	68	62	55	36



1-сурет – 1973-2012 жж. суық мерзімдегі жауын-шашын аномалияларының уақыттық жүрісі:

а) Петропавл, ә) Қостанай, б) Көкшетау, в) Астана, г) Павлодар

Солтүстік Қазақстан аймағы бойынша орташа квадраттық ауытқудың мәндері 6,7-46,9 аралығында өзгерген. Максималды мәндері шілде айына 32,2 мм-ден (Астана) 46,9 мм дейін (Көкшетау) сәйкес келеді, ал минимум мәндері желтоқсан-ақпан айларына сәйкес келеді.

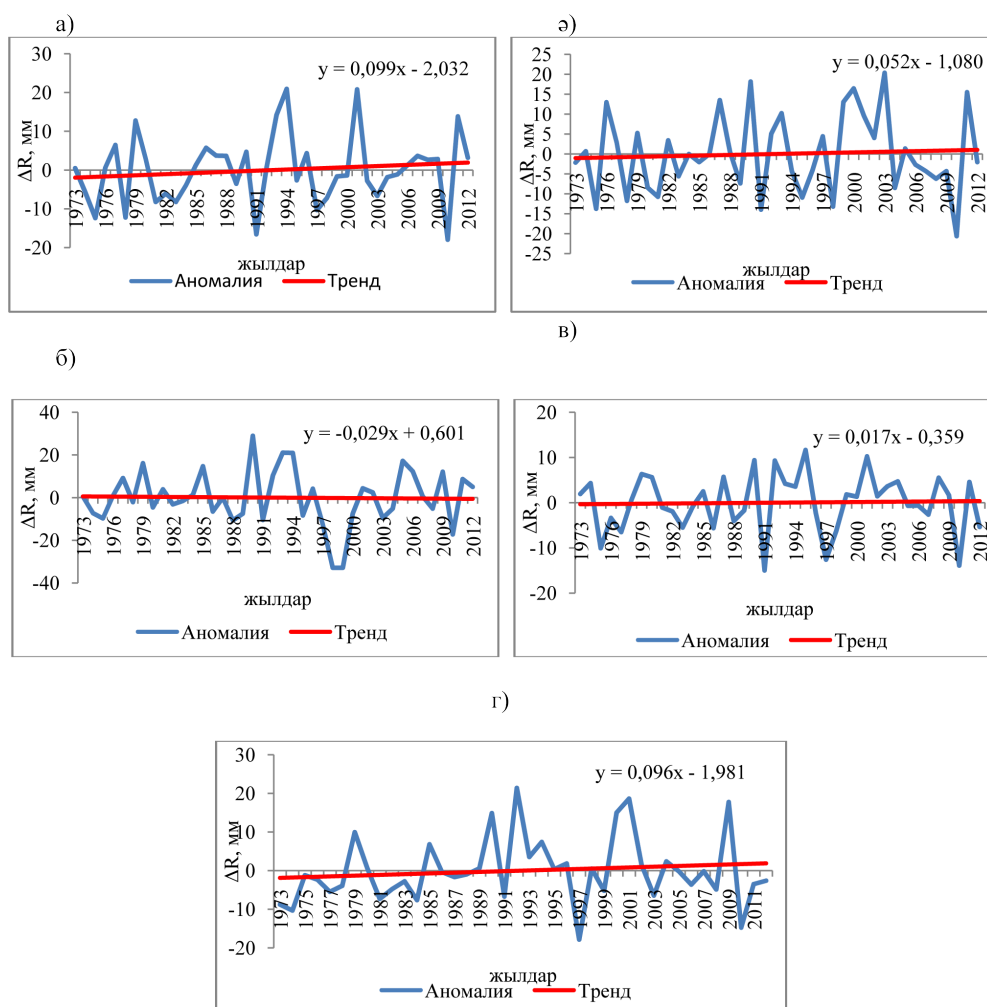
Асимметрия коэффициенті $As < 0,2$ болғанда айтарлықтай емес, $0,2 < As < 0,5$ – қалыпты, ал $As > 0,5$ болғанда күшті болып саналады. Қарастырылған станциялардың ішінде Петропавл және Қостанай станцияларында жауын-шашынның таралуы суық мерзімде қалыпты, ал қалған станцияларда күшті болып анықталған.

Зерттелген аймақтың солтүстік, батыс және шығысында орналасқан Петропавл, Қостанай және Павлодар станцияларында эксцесс коэффициенттерінің мәндері теріс таңбалы, ал Көкшетау және Астана станцияларында оң таңбалы болып байқалған. Петропавлда ми-

нус 1,4-2,9 аралығында, Қостанайда минус 1,1-0,7 аралығында, Көкшетауда минус 0,8-3,9 аралығында, Астанада минус 0,5-1,5 аралығында және Павлодарда минус 0,8-2,9 аралығында таралады. Кейбір станцияларда $E_x = 0$ байқалған. Көп жағдайда жауын-шашынның айлық мөлшерінің таралуы қалыптыға жақын болып келеді.

Вариация коэффициентінің жылдық жүрісі Петропавлда 45-70 %, Қостанайда 52-96 %, Көкшетауда 57-85 %, Астанада 47-76 % және Павлодарда 36-87 % аралығында, яғни қарастырылған барлық станцияларда маңызды болып таралған.

Қазақстанның солтүстігіндегі жауын-шашынның өзгеру тенденциясын бақылау үшін қарастырылған станциялардағы суық және жылы мезгілдер үшін аномалия мәндері бойынша тренд сызықтары тұрғызылды (1, 2-сурет).



2-сурет – 1973-2012 жж. жылы мерзімдегі жауын-шашын аномалияларының уақыттық жүрісі: а) Петропавл, ә) Қостанай, б) Көкшетау, в) Астана, г) Павлодар

Қарастырылған станциялар бойынша жауын-шашын аномалияларының суық мерзімдегі уақыттық жүрісінде барлық станциялар бойынша тренд сызығы айтарлықтай өскен. Оң аномалиялар жағдайларының саны теріс аномалиялар жағдайларының санынан басым болған. 20 ғасырдың 80-жылдарынан бастап оң таңбалы аномалиялары басым болып, өсу тенденциясы байқалған. Алайда Көкшетау станциясында жауын-шашын аномалиялары шамамен бірқалыпты өзгерген.

Жылы мерзімде жауын-шашын аномалияларының уақыттық жүрісінде оң таңбалы аномалиялардың жағдайлар саны мен теріс таңбалы аномалиялардың жағдайлар саны шамамен бірдей болған. 1985-1994 жылдар аралығында күшті таралу бақыланады, осы жылдар аралығында барлық станциялар бойынша аномалияның максимум мәндері тіркелген. 2003 жылдан бастап аномалиялардың мәндері төмендеп, алайда 2011 жылы барлық станцияларда аномалия кенеттен жоғарылаған, яғни өсу тенденциясы байқалған.

Қорытынды

Солтүстік Қазақстандағы 1973-2012 жылдар аралығында атмосфералық жауын-шашындар-

дың таралуын зерттеу барысында келесідей қорытынды шығарылды:

– көпжылдық көрсеткіштер (1951-1980 жж.) мен зерттеу мәліметтерінің жылдық жүрісін салыстыру барысында Петропавл, Қостанай станцияларында жауын-шашын мөлшері 5-23 мм-ге өскен, ал Көкшетау және Астана станцияларында сәйкесінше 24 және 16 мм-ге төмендеген; суық мерзімде барлық зерттеу станцияларында жауын-шашындар мөлшері 4-32 мм-ге өсіп, тек Көкшетау станциясында аздап 3 мм-ге төмендегені анықталған. Жылдың жылы мерзімінде жауын-шашынның мөлшері Қостанайда өзгеріссіз болып, Павлодарда 11 мм-ге өскен, ал қалған станцияларда 20-27 мм аралығында төмендеген;

– статистикалық сипаттамаларының көрсеткіштері негізінде жауын-шашындардың қалыпты таралуы байқалған;

– қарастырылған 40 жыл аралығында суық мерзімде жауын-шашын таралуының өсу тенденциясы, ал жылы мерзімде керісінше кему тенденциясы байқалған.

Алынған есептеулер мәліметтері ауа райының ұзақ және қысқа мерзімді болжамдарында, әртүрлі климаттық сипаттамаларды анықтауларда қолданылуы мүмкін.

Әдебиеттер

- 1 Утешов А.С. Климат Казахстана. – Алматы: Наука, 1992. – 368 б.
- 2 Ковынева Н.П. Закономерности изменений атмосферных осадков над отдельными районами северного полушария. // Труды КазНИИ, 1985. – 67-71 б.
- 3 Мамонтов Н.В. Статические исследования по осадкам земного шара. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 153 б.
- 4 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 б.
- 5 Научно-прикладной справочник по климату СССР // Многолетние данные КазССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып. 18. – Книга 2. – 265-266 б.
- 6 rp5.kz ғаламтор желісі.

References

- 1 Uteshov A.S. Klimat Kazahstana. – Almaty: Nauka, 1992. – 368 b.
- 2 Kovyneva N.P. Zakonomernosti izmenenij atmosferynyh osadkov nad otdel'nymi rajonami severnogo polusharija. // Trudy KazNII, 1985. – 67–71 b.
- 3 Mamontov N. V. Staticheskie issledovaniya po osadkom zemnogo shara. – M.: Gidrometeizdat, 1984. – 153 b.
- 4 Lakin G.F. Biometriya. – M.: Vysshaja shkola, 1973. – B. 37-92.
- 5 Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. //Mноголетnie dannye KazSSR. – L.: Gidrometeoizdat, 1989. – Vyp. 18. – Kniga 2. – B. 265–266.
- 6 rp5.kz ғаламтор zhelisi.