

УДК 551.577.2

Н.У. Кужагельдина *
Канд. физ.-мат. наук Е.В. Боголюбова ***ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК
СРЕДНИХ СЕЗОННЫХ СУММ ОСАДКОВ И КАТАЛОГ КРУПНЫХ
АНОМАЛИЙ НА СЕВЕРЕ И ЮГЕ КАЗАХСТАНА ОСЕНЬЮ, В
ПРЕДЗИМЬЕ И ЗИМОЙ***СИНОПТИЧЕСКИЕ СЕЗОНЫ, ГОДОВЫЕ СУММЫ ОСАДКОВ,
ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКОВ, АСИММЕТРИЯ,
ЭКСЦЕСС, ЛИНЕЙНЫЙ ТРЕНД, ПОЛИНОМИАЛЬНЫЙ ТРЕНД,
КРУПНЫЕ АНОМАЛИИ*

В работе был проведен сравнительный анализ годовых сумм осадков за разные периоды, рассчитаны статистические характеристики средних сезонных сумм осадков за синоптические сезоны: осень, предзимье и зима на севере и юге Казахстана. Рассчитаны статистические оценки средних сезонных сумм осадков, среднеквадратическое отклонение, среднее абсолютное отклонение и коэффициенты вариаций. Рассчитаны характеристики нормальности распределения средних сезонных сумм осадков, коэффициенты асимметрии и эксцесса, построены гистограммы. Проведена аппроксимация временного хода аномалии сезонных сумм осадков с помощью линейного и полиномиального тренда 6-го порядка для определения тенденций их изменения. Составлен каталог крупных положительных и отрицательных аномалий сезонных сумм осадков осенью, в предзимье и зимой.

Большое значение имеет выяснение причин и механизма изменений климата. В течение последнего столетнего периода в Казахстане наблюдалась тенденция к повышению сезонных и годовых температур воздуха [2]. Существующие модели предсказывают ухудшение условий увлажнения. Площадь зоны недостаточного увлажнения может сократиться на величину от 6 до 26 %. По некоторым моделям на территории Казахстана зона недостаточного увлажнения может исчезнуть, а засушливая зона может занять 38 % площади республики. Такой характер возможных

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

изменений не может не сказаться на состоянии экономики и природных ресурсов нашей республики. Поэтому задача определения сезонных сумм осадков остается актуальной.

Вся территория Казахстана относится к районам, недостаточно обеспеченным осадками. Здесь в любом летнем месяце повсеместно возможно полное отсутствие осадков или ничтожно малое их количество. Разнообразие климатических и орографических условий Казахстана предопределяет неравномерное распределение осадков по его территории. Так, среднее многолетнее количество годовых сумм осадков изменяется в основном от 100 мм и менее до 1000 мм и более. В то время как на севере в среднем за год выпадает 300...400 мм осадков, на юге их среднегодовое количество не превышает 100...150 мм, в горных и предгорных районах юга, юго-востока и востока республики годовая сумма осадков увеличивается до 400...600 мм, местами даже 800...900 мм.

В Казахстане, таким образом, отмечается резкий контраст в степени увлажнения крайних северных и южных областей за холодное и теплое полугодия. Так, на большей части северной половины республики (лесостепь и степь) в теплое время года (апрель – октябрь) в среднем выпадает 60...80 % годовой суммы осадков, а в холодное время года только 20...40 %. С продвижением на юг эти соотношения постепенно изменяются в сторону увеличения осадков холодного полугодия. На самом же юге Казахстана отмечаются обратные соотношения. Осадки холодного полугодия здесь (Южно-Казахстанская область) в среднем составляют 60...65 % годовых их сумм, а теплого полугодия только 35...40 % [4]. Как это будет видно из дальнейшего, такой характер распределения осадков по Казахстану обуславливается своеобразием происходящих на его территории сезонных циркуляционных процессов. В связи с этим северные и южные районы резко отличаются между собой и внутригодовым распределением осадков.

В работе были использованы данные из «Справочника по климату Казахстана» о месячных суммах осадков [5].

Было проведено сравнение годовых сумм осадков за периоды 1940...2000, 1981...2000 и 1970...2011 гг. Из сравнительного анализа средних годовых сумм осадков следует, что в большинстве случаев наибольшее количество осадков наблюдалась в 1970...2011 гг., т.е. в последние 42 года. Наименьшие значения количества осадков на севере наблюдались в 1940...2000 гг., за исключением Петропавловска, здесь наимень-

шие среднегодовые суммы осадков были 1891...2000 гг. На юге наименьшие значения количества осадков были отмечены в 1891...2000 гг.

На севере преобладающее количество осадков наблюдается в теплую половину года, так как в годовом ходе преобладают июльские осадки. На юге в Талдыкоргане и Алматы также отмечается преобладание количества осадков теплого периода над холодным, так как наибольший вклад в годовую сумму вносят осадки в апреле и мае. Количество осадков на станции Тараз одинаково в оба периода, а в Шымкенте, наоборот, в холодный период осадков больше, чем в теплый период. По данным климатического справочника минимальное количество годовых осадков за последние 110 лет наблюдалось в Есиле (263,0 мм), наибольшее в Алматы (626,0 мм), на это указывают проанализированные данные за 61 и 42 года.

Таким образом, для северных станций имеет место преобладание осадков теплого периода. На юге в Алматы и Талдыкоргане преобладают осадки теплого периода. В Шымкенте преобладают осадки холодного периода (367 мм). В Таразе осадки теплого и холодного периода равны по величине.

В работе был проведен сравнительный анализ статистических характеристик средних сезонных сумм осадков за синоптические сезоны: осень, предзимье и зима на севере и юге Казахстана. Для проведения статистического анализа были рассчитаны следующие статистические характеристики: среднее (\bar{R}), среднее квадратическое отклонение (σ_R), среднее абсолютное отклонение (CAO), коэффициент вариации (C_v), коэффициенты асимметрии (C_{As}) и эксцесса (C_{Ex}).

Расчеты проводились для холодного времени года периода 1970...2011 гг. (табл. 1).

Таблица 1
Характеристики изменчивости и нормальности средних сезонных сумм осадков за 1970...2011 гг.

Станция (h м над ур. моря)	Сезон	\bar{R}	CAO	σ_R	C_v	C_{As}	C_{Ex}
Северные							
Петропавловск (140 м)	осень	30,6	9,6	11,8	0,39	0,54	0,06
	предзимье	25,9	8,4	10,7	0,41	0,34	-0,40
	зима	19,5	5,5	7,5	0,38	0,74	0,62
Костанай (151 м)	осень	27,5	11,0	13,6	0,50	0,81	0,30
	предзимье	23,9	6,6	8,6	0,36	-0,20	-0,37
	зима	16,2	5,6	6,7	0,42	0,16	-0,85

Станция (h м над ур. моря)	Сезон	\bar{R}	CAO	σ_R	C_v	C_{As}	C_{Ex}
Кокшетау (228 м)	осень	21,9	7,8	10,3	0,47	0,92	1,02
	предзимье	14,7	4,6	6,4	0,44	1,47	4,22
	зима	11,6	4,0	5,4	0,47	1,06	0,89
Есиль (219 м)	осень	21,0	7,6	10,6	0,51	0,57	0,63
	предзимье	18,3	5,7	6,8	0,37	-0,04	-0,89
	зима	12,6	3,7	4,7	0,38	0,13	0,02
Южные							
Талдыкорган (601 м)	осень	29,5	12,6	16,5	0,56	0,69	0,16
	предзимье	42,9	10,9	13,3	0,31	0,13	-0,45
	зима	30,3	7,9	10,6	0,35	1,06	2,20
Алматы (847 м)	осень	40,9	17,2	22,3	0,54	0,63	0,68
	предзимье	47,4	10,9	13,9	0,29	0,34	0,08
	зима	37,1	8,3	10,9	0,29	0,44	0,54
Тараз (651 м)	осень	19,8	9,9	12,3	0,62	0,63	-0,27
	предзимье	36,4	14,0	17,6	0,48	0,61	0,23
	зима	29,9	11,1	15,7	0,52	1,47	2,79
Шымкент (606 м)	осень	25,6	12,9	16,7	0,65	0,90	1,39
	предзимье	72,0	24,4	30,0	0,42	0,45	-0,20
	зима	76,5	18,5	22,9	0,30	0,09	-0,57

На севере наибольшее среднее сезонное количество осадков наблюдается осенью, а наименьшее – зимой. На юге наибольшее среднее сезонное количество осадков отмечается в предзимье, кроме Шымкента, а наименьшее – осенью, за исключением Алматы. В Алматы наименьшее среднее сезонное количество осадков наблюдается зимой.

На севере наибольшее CAO отмечается осенью, а наименьшее – зимой, т.е. в соответствии со средними сезонными значениями.

На юге наибольшее CAO в Алматы и Талдыкоргане отмечается осенью, а наименьшее – зимой. В Таразе и Шымкенте наблюдается иная картина: максимальное CAO характерно для предзимья, а минимальное – для осени.

На севере среднее квадратическое отклонение осенью изменяется в пределах от 10,3 мм в Кокшетау до 13,6 мм в Костанайе. В предзимье – от 6,4 мм в Кокшетау до 10,7 мм в Петропавловске. Зимой среднее квадратическое отклонение среднесезонных значений колеблется в пределах от 4,7 мм на М Есиль до 7,5 мм в Петропавловске.

Таким образом, на севере наибольшая изменчивость средних сезонных сумм осадков характерна для осени, т.е. для переходного времени года, когда больше среднесезонное количество осадков, а наименьшая – для зимы, когда их меньше.

На юге среднее квадратическое отклонение средних сезонных значений осадков осенью изменяется в пределах 12,3 мм в Таразе и 22,3 мм в Алматы. В предзимье – от 13,3 мм в Талдыкоргане до 30,0 мм в Шымкенте. Зимой среднее квадратическое отклонение среднесезонных значений колеблется в пределах от 10,6 мм на М Талдыкорган до 22,9 мм на М Шымкент.

Сравнительный анализ подводит к выводу, что как на юге, так и на севере максимальная изменчивость отмечается в большинстве случаев (но не во всех) в сезоны с наибольшим значением средних сезонных осадков, а наименьшая – с наименьшими. Величина изменчивости на юге больше, чем на севере.

Анализ коэффициентов вариации говорит о том, что как на севере, так и на юге, рассеяние не превышает норму, хотя является значительным – на всех станциях во все сезоны он более 0,25.

Более полное представление о поведении кривой распределения среднесезонных осадков дают коэффициенты асимметрии и эксцесса. Большинство статистических методов разработано в предположении нормальности распределения исходных данных. Нормальное распределение характеризуется нулевыми значениями коэффициентов асимметрии и эксцесса. Если распределение каких-либо метеовеличин значительно отличается от нормального, то исходные данные необходимо нормализовать в том случае, когда используются для прогноза в физико-статистических моделях. Значимость коэффициентов асимметрии и эксцесса оцениваются с помощью критических значений для 5 %-ного или другого уровней значимости. Если вычисленные значения коэффициентов асимметрии и эксцесса меньше критического, то распределение считают близким к нормальному, а если больше критического, распределение метеовеличины значительно отличается от нормального. Для 5 % уровня значимости $C_{As\ крит.} = 0,59$, $C_{Ex\ крит.} = 0,85$.

В большинстве случаев на севере отмечается положительная асимметрия, за исключением Кустаная ($C_{As} = 0,20$) и Есиля ($C_{As} = -0,04$) в предзимье, где она отрицательна, но не значима. Асимметрия значительно отличается от нулевой во все сезоны в Кокшетау, осенью в Кустанае и зимой в Петропавловске. Таким образом, распределение близко к нормальному в Есиле, Кустанае (в предзимье и зимой), Петропавловске (осенью и в предзимье). На юге для всех случаев асимметрия положительная. Асимметрия значительно отличается от нуля во все сезоны в Таразе, в Талдыкоргане осе-

нию и зимой, в Алматы и Шымкенте – осенью. В предзимье и зимой в Алматы и Шымкенте распределение близко к нормальному, на станции Талдыкорган – в предзимье.

Таким образом, нормальное распределение сезонных осадков по асимметрии осенью, в предзимье и зимой характерно только для Есиля. Данные для других станций необходимо рассматривать конкретно для каждого случая.

Коэффициент эксцесса в половине случаев положителен, в половине – отрицателен. На севере в Петропавловске и Кустанае во все сезоны эксцесс близок к нормальному, в Есиле – осенью и зимой. Коэффициент эксцесса значим во все сезоны на М Кокшетау и в предзимье на М Есиль. На юге в Алматы эксцесс не значим во все сезоны, в Талдыкоргане и Таразе не значим осенью и в предзимье, в Шымкенте – в предзимье и зимой. Эксцесс значимо отличается от нуля в Талдыкоргане и Таразе зимой, в Шымкенте – осенью.

Анализ коэффициентов эксцесса средних сезонных осадков показал, что как на севере, так и на юге единой картины не наблюдается, и распределение среднесезонных осадков необходимо рассматривать конкретно для каждого случая. Однако, из всех рассмотренных случаев, только в 7 коэффициент эксцесса отличен от нормального.

Для получения наглядного представления о виде распределения среднесезонного количества осадков были построены гистограммы для осени, предзимья и зимы по 8 станциям за холодное полугодие за период с 1970 по 2011 гг. В качестве примера взяты гистограммы для Петропавловска (рис. 1) и Шымкента (рис. 2) в предзимье.

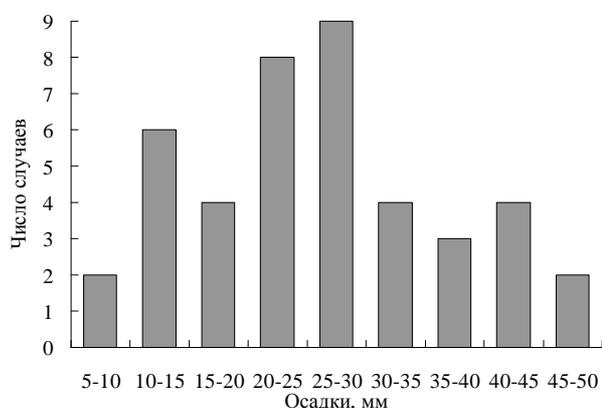


Рис. 1. Гистограмма распределения осадков в предзимье на М Петропавловск.

В соответствии с рис. 1, наибольшую повторяемость имеют осадки градаций от 20 до 25 мм. и от 25 до 30 мм. (8...9 случаев). В целом кривая имеет 3 моды (коэффициент эксцесса отрицателен) и небольшую правостороннюю асимметрию. Осадки больших (45...50 мм) и малых (5...10 мм) градаций встречаются редко: в 2 случаях. Распределение коэффициента асимметрии близко к нормальному, коэффициент эксцесса не значительно отличается от нормального для 5 %- ного уровня значимости.

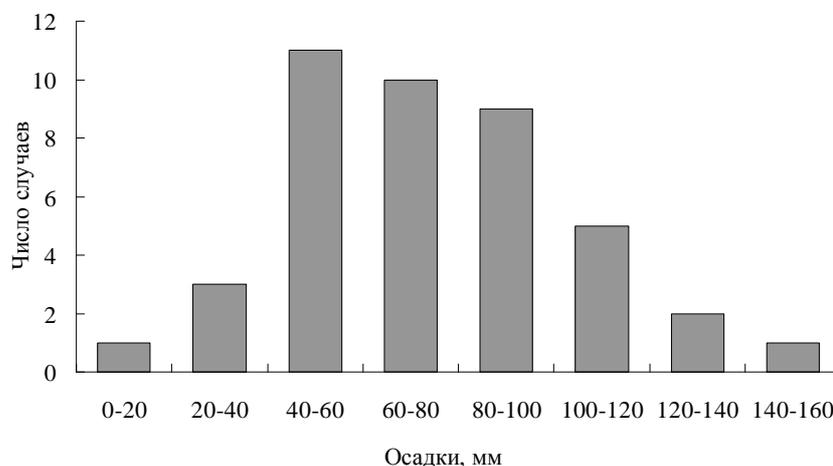


Рис. 2. Гистограмма распределения осадков в предзимье на М Шымкент.

В соответствии с рис. 2, наибольшую повторяемость имеют сезонные осадки градаций 40...60 мм (11 случаев), 60...80 мм (10 случаев). Кривая имеет небольшую правостороннюю асимметрию. Осадки больших (140...160 мм) и малых (0...20 мм) градаций встречаются гораздо реже. Значения коэффициента асимметрии и эксцесса меньше критического, распределение отличается от нормального.

В работе был проведен анализ временного хода аномалий сезонных осадков на севере и юге Казахстана за 1970...2011 гг. Временной ход аномалий сезонных осадков был аппроксимирован с помощью линейного и полиномиального трендов 6-ой степени. Линейный тренд хорошо улавливает тенденцию изменения, а полиномиальный адекватно отражает колебания внутри рассматриваемого периода [1].

Для примера представлены графики аппроксимации временного хода аномалий сезонных осадков с помощью линейного и полиномиального тренда 6- го порядка в Петропавловске (рис. 3, 4, 5) и Шымкенте (рис. 6, 7, 8).

В соответствии с рис.3 осенью в Петропавловске максимумы аномалий сезонных осадков наблюдались в 1973, 1984, 1993 и 2001 гг., а наи-

более выраженный минимум в 1991 г. Линейный тренд не значим, коэффициент корреляции равен нулю, $R_{крит.} = 0,30$. Полиномиальный тренд указывает на рост аномалий осадков с 1970 по 1988 гг., затем следует небольшое уменьшение с 1988 по 2000 гг., затем отмечается ровный ход и уменьшение с 2006 по 2011 гг.

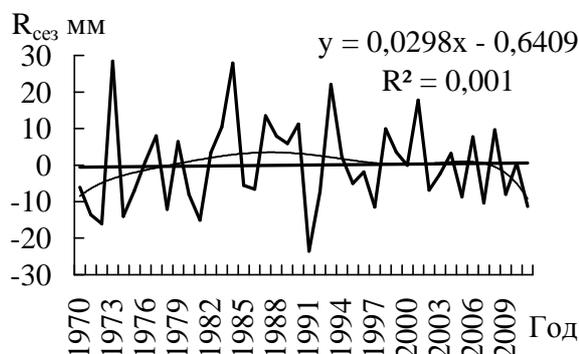


Рис. 3. Аппроксимация временного хода аномалий сезонных осадков осенью с помощью линейного и полиномиального трендов в Петропавловске.

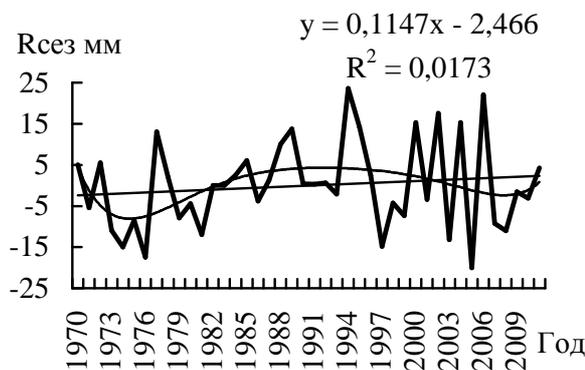


Рис. 4. Аппроксимация временного хода аномалий сезонных осадков в предзимье с помощью линейного и полиномиального трендов в Петропавловске.

В соответствии с рис. 4 в предзимье в Петропавловске наиболее выраженные максимумы аномалий сезонных осадков наблюдались в 1995 и 2006 гг., а минимумы – в 1976 и 2005 гг. Линейный тренд не значим, коэффициент корреляции равен 0,13. Полиномиальный тренд показывает рост аномалий осадков с 1975 по 1992 гг. Далее с 1992 по 2008 гг. отмеча-

ется уменьшение, а затем увеличение аномалии. Коэффициент корреляции полиномиального тренда значим и равен 0,36.

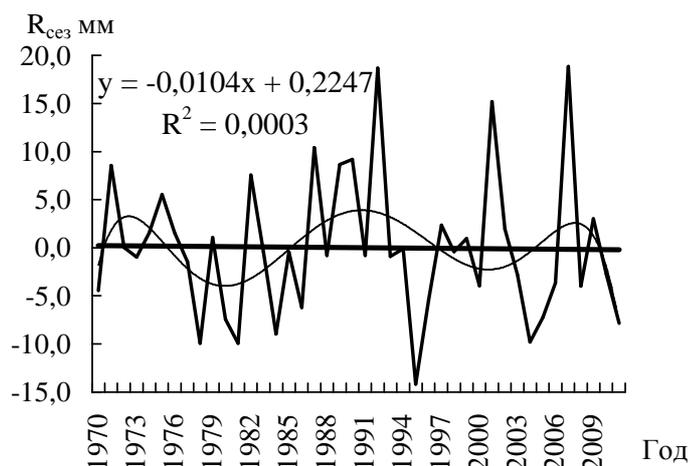


Рис. 5. Аппроксимация временного хода аномалий сезонных осадков зимой с помощью линейного и полиномиального трендов в Петропавловске.

В соответствии с рис. 5 зимой в Петропавловске максимумы аномалий сезонных осадков наблюдались в 1992, 2001 и 2007 гг., а наиболее выраженный минимум в 1995 г. Линейный тренд не значим, коэффициент корреляции равен нулю. Полиномиальный тренд указывает на уменьшение аномалий осадков с 1972 по 1980 гг., затем отмечается рост с 1980 по 1991 гг., далее уменьшение с 1991 по 2001 гг., затем опять рост с 2001 по 2008 гг., и с 2008 г. уменьшение аномалий сезонных осадков. Таким образом, отмечается синусоидальный ход аномалий с неодинаковой периодичностью. Коэффициент корреляции полиномиального тренда равен 0,36.

Аналогичный анализ был проделан над временным ходом аномалий сезонных осадков для южных станций (рис. 6, 7). Например, осенью и в предзимье значимых трендов в Шымкенте не отмечалось. Аппроксимация для зимы в Шымкенте представлена на рис. 8.

В соответствии с рис. 8 зимой в Шымкенте максимумы аномалий сезонных осадков наблюдались в 1979, 1993, 1997, и 2005 гг., а минимум – в 1986 г. Линейный тренд значим, коэффициент корреляции равен 0,30. Полиномиальный тренд указывает на рост аномалий осадков с 1970 по 1975 гг., затем на убывание с 1975 по 1983 гг., далее следует рост с 1983 по 1997 гг. и с 1997 по 2007 гг. убывание с последующим ростом. Коэффициент корреляции для полиномиальной аппроксимации равен 0,45. Рис. 8 указывает на явно выраженную периодичность с меняющимся перио-

дом. Аналогичный анализ был проведен для всех рассмотренных станций осенью, в предзимье и зимой.

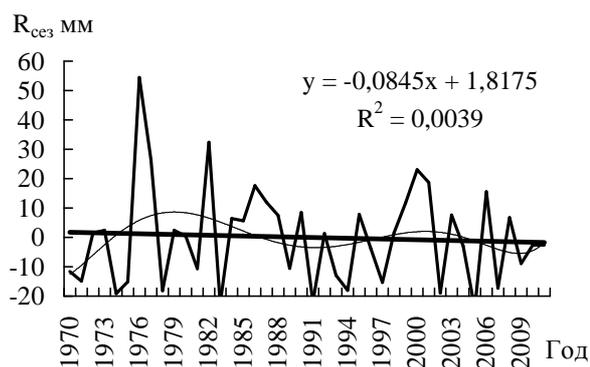


Рис. 6. Аппроксимация временного хода аномалий сезонных осадков осенью с помощью линейного и полиномиального трендов в Шымкенте.

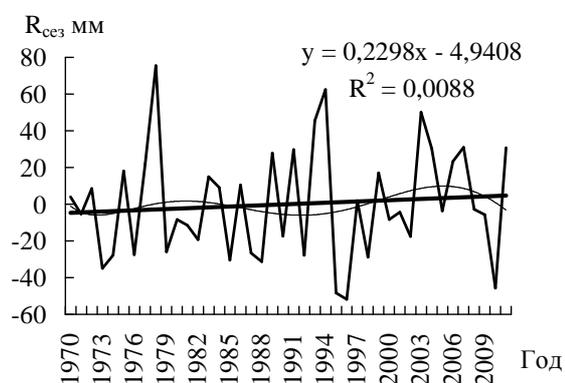


Рис. 7. Аппроксимация временного хода аномалий сезонных осадков в предзимье с помощью линейного и полиномиального трендов в Шымкенте.

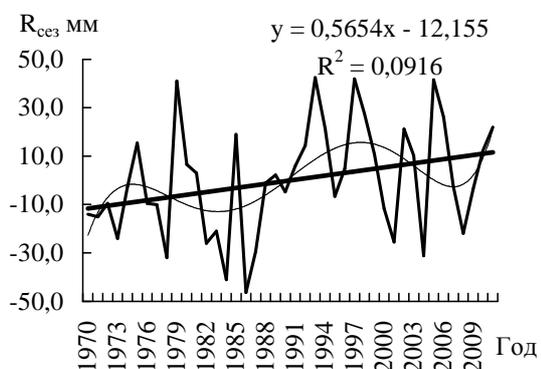


Рис. 8. Аппроксимация временного хода аномалий сезонных осадков зимой с помощью линейного и полиномиального трендов в Шымкенте.

Анализ всех рассмотренных случаев позволил сделать следующий вывод: только в трех случаях для зимы, из 24 рассмотренных, тренды оказались значимыми, следовательно, как на севере, так и на юге Казахстана значимых трендов сезонных осадков в большинстве случаев не наблюдалось.

В работе был составлен каталог крупных аномалий сезонных осадков для станций севера и юга Казахстана (табл. 2). В качестве критерия аномальности принималась величина $A \geq 1,2\sigma$ [3]. При нормальном распределении метеоэлемента вероятность превзойти указанное значение составляет 0,12 для аномалии каждого знака (в сумме 0,24), т.е. примерно около одной четверти всех случаев. Тогда для характеристики аномальности территории можно взять показатель ν^j , т.е. относительное число станций, для которых аномалия превышает уровень $1,2\sigma$. Аналогичным образом можно характеризовать и аномальность заданного периода времени (число месяцев, для которых аномалия $A \geq 1,2\sigma$).

Таблица 2

Каталог крупных положительных и отрицательных аномалий на севере и юге Казахстана осенью, в предзимье и зимой

Станция (h м над ур. моря)	Сезон					
	осень		предзимье		зима	
	+	-	+	-	+	-
Северные						
Петропавловск (140 м)	1973		1977	1994	1987	1981
			1994		2001	1984
	2001		2005		2007	1995
	1973		1994	1994	2001	1981
Костанай (151 м)		2010	2005		2007	1984
	2001					1995
Кокшетау (228 м)			1977		1987	1984
		2010	1994		2001	1995
			2005		2007	
Есиль (219 м)	1973		1977	1994	1987	1981
		2010	1994		2001	1995
	2001		2005		2007	
Южные						
Талдыкорган (601 м)	1976	1991	1994	1995	1993	1984
	2000	1997	2003		2010	1986
		2005				
Алматы (847 м)	1976	1991	1994	1995		1984
	2000	1997	2003	1996	2010	1986
		2005				

Станция (h м над ур. моря)	Сезон					
	осень		предзимье		зима	
	+	-	+	-	+	-
Тараз (651 м)	2000	1997	1994	1995	1993	1984
		2005	2003	1996	2010	
Шымкент (606 м)	1976	1991	1994	1995	1993	1984
	2000	2005	2003	1996		1986

Согласно табл. 2, осенью на севере в 1973 и 2001 гг. наблюдалась крупная положительная аномалия почти на всех станциях, за исключением Кокшетау. Крупная отрицательная аномалия была характерна для всех северных станций в 2010 г., кроме Петропавловска. В предзимье в 1977 г. наблюдалась крупная положительная аномалия почти на всей территории. 1994 и 2005 гг. также были отмечены на всех станциях как годы крупных положительных аномалий. В предзимье крупная отрицательная аномалия наблюдалась в 1994 г., кроме станции Кокшетау. Зима 1987 г. имела крупную положительную аномалию на 3-х станциях из 4-х рассмотренных. В 2001 и 2007 гг. наблюдались крупные положительные аномалии. В 1981 г. была отмечена крупная отрицательная аномалия, за исключением Кокшетау. 1995 г. отмечен как год крупных отрицательных аномалий.

На юге осенью 1976 г. в большинстве случаев наблюдались крупные положительные аномалии. 2000 год отмечается на всех станциях, как год крупных положительных аномалий. В 1991, 1997, 2005 годах отмечаются крупные отрицательные аномалии, почти на всех станциях. В предзимье 1994 и 2003 годов отмечались крупные положительные аномалии. В 1995 и 1996 гг. наблюдались крупные отрицательные аномалии, за исключением Талдыкоргана. Зимой 1993 года на всех станциях, кроме Алматы, наблюдались крупные положительные аномалии. В 2010 году также отмечалась положительная крупная аномалия на большей части территории. В 1984 году была отмечена крупная отрицательная аномалия на всех южных станциях. В большинстве случаев 1986 год отмечен как год крупных отрицательных аномалий.

Сравнительный анализ крупных аномалий на севере и юге Казахстана показал, что предзимье 1994 года можно считать сезоном крупных положительных аномалий на севере и юге Казахстана. Зимой 1984 года можно считать сезоном крупных отрицательных аномалий. Только на М Есиль таких аномалий не наблюдалось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балтабаева Д.Б., Боголюбова Е.В. Анализ статистических характеристик климатических параметров в центральном Казахстане, в Акмолинской области // Вестн. КазНУ. – 2012. – №1 (34). – С. 78-88.
2. Израэль Ю.А., Хашимото М., Мак У. Дж., Тегарт Г. Оценки экологических и социально-экономических последствий изменения климата // Доклад рабочей группы II МГЭИК – СПб.: Гидрометиздат, 1992 – С. 138-142.
3. Исследование взаимодействия мезо- и микроклиматических процессов в атмосфере и применение статистических методов в метеорологии / КазНИГМИ, ГГО. – М: Гидрометиздат. – 1985. – С. 134-137.
4. Климат Казахстана. / Под ред. А.С. Утешева –Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 358 с.
5. Климатический справочник СССР. Вып.18. – Алма-Ата: Обсерватория Казахский ССР, 1968 – С. 178-179.

Поступила 28.05.2015

Н.У. Кузагельдина

Физ.-мат. ғылымд. канд. Е.В. Боголюбова

ЖАУЫН-ШАШЫННЫҢ ОРТАША МАУСЫМДЫҚ СОМАСЫНЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ БАҒАЛАУЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ЕРЕКШЕЛІГІ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІНДЕ ЖӘНЕ СОЛТҮСТІГІНДЕ КҮЗДЕ, ҚЫС АЛДЫ ЖӘНЕ ҚЫС МЕЗГІЛІНДЕГІ ІРІ АНОМАЛИЯ ТІЗБЕСІ

Осы жұмыста әр түрлі периодқа арналған жауын-шашынның жылдық сомасына салыстырмалы талдау жүргізілді, Қазақстанның оңтүстігінде және солтүстігінде күзде, қыс алды және қыс синоптикалық мезгіліне жауын-шашынның орташа маусымдық сомасының статистикалық сипаттамасына есептеулер жүргізілді. Жауын-шашынның орташа маусымдық сомасын бағалауына, орташа квадраттық ауытқуына, орташа абсолютті ауытқуына және вариация коэффициентіне статистикалық есептеулер жүргізілді. Жауын-шашынның орташа маусымдық сомасының қалыпты таралуы, асимметрия коэффициенті және эксцесс сипаттамаларына есептеулер жүргізілді. Өзгеру үрдісін анықтау үшін 6-шы ретті полиномиалды және сызықты тренд көмегімен жауын-шашынның маусымдық сомасы аномалиясының уақыттық жүрісіне аппроксимация жүргізілді. Жауын шашынның күз, қыс алды, қыс маусымдық сомасына ірі оң таңбалы және теріс таңбалы аномалия тізбесі жасалды.