

Е.В. Боголюбова, З.С. Усманова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕСЯЧНЫХ СУММ ОСАДКОВ НА ЗАПАДЕ И ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы

В работе приведен анализ статистических характеристик месячных сумм осадков на западных и восточных станциях Казахстана в холодное время года. Проведена оценка синхронных пространственных корреляционных связей между месячными суммами осадков в целях районирования территории с учетом данных за последние десятилетия.

Вопрос о дефиците и переизбытке осадков всегда был актуален для обслуживания многих отраслей экономики как с точки зрения изменения климатических параметров, так и с точки зрения прогнозов. Рельеф Казахстана многообразен и сложен. Осадки распределяются по крупным территориям чрезвычайно неоднородно. Макроклиматические условия пространственной неоднородности осадков, которые обусловлены крупномасштабными процессами, могут быть учтены опорной сравнительно редкой сетью наблюдений. Эта микроклиматическая неоднородность приводит и к сложности пространственного распределения норм, характеристик вариации и эмпирических функций распределения /1/.

В работе была поставлена задача проведения сравнительного анализа режима осадков над западом и востоком Казахстана, так как западные районы Казахстана более подвержены влиянию процессов над Европейской территорией России, а восточные – влиянию процессов над Сибирью. Это, конечно, не исчерпывающая характеристика, ибо процессы над Казахстаном отличаются разнообразием.

В исследовании был проделан анализ годового хода средних многолетних месячных сумм осадков на западе и востоке Казахстана по данным климатического справочника за 1881–1980 гг. Помимо этого, были пересчитаны средние многолетние месячные суммы осадков с учетом данных за последние десятилетия. На востоке был проанализирован годовой ход средних месячных сумм осадков на станциях Усть-Каменогорск (рис. 1), Катон-Карагай, Семипалатинск, Павлодар и Бахты. В работе также был проанализирован годовой ход средних месячных сумм осадков на западных станциях: Уральск (рис. 2), Актау, Уил, Фурманово и Атырау.

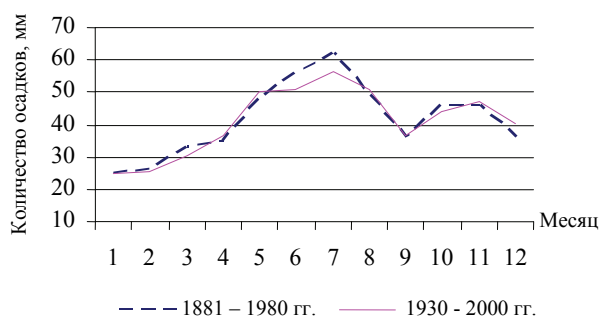


Рисунок 1. Годовой ход месячных сумм осадков на ст. Усть-Каменогорск

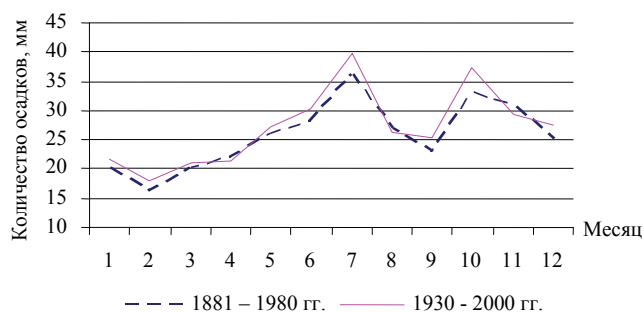


Рисунок 2. Годовой ход месячных сумм осадков на ст. Уральск

Анализ годового хода средних месячных сумм осадков на станции Усть-Каменогорск в рассматриваемый период показал явно выраженное преобладание летних осадков с максимумом в июле (62 мм). Был отмечен второй максимум осенью причем, весной осадков

наблюдалось меньше, чем осенью; второй максимум наблюдался в ноябре (46 мм). Минимум отмечался зимой, в январе (25 мм).

Изучение годового хода средних месячных сумм осадков на станции Катон-Карагай показало, что годовой ход осадков, вычисленных за 1930–2000 гг., повторяет ход осадков, построенный по данным климатического справочника с небольшими различиями в количестве осадков. Здесь так же, как и на ст. Усть-Каменогорск, замечено преобладание летних осадков с максимумом в июле (70 мм). Также отмечался второй максимум осенью, причем осенних осадков наблюдалось больше, чем весенних (в октябре – 40 мм). Минимум был отмечен также зимой, в феврале, и составил 14 мм.

Годовой ход средних многолетних месячных сумм осадков на станциях Семипалатинск и Павлодар такой же, как и на предыдущих станциях: с двумя максимумами летом и осенью (40 мм – в июле и 30 мм – в ноябре в Семипалатинске; 39 мм – в июле и 23 мм – в октябре в Павлодаре). Минимум наблюдался в Семипалатинске и в Павлодаре зимой, в феврале (16 мм и 13 мм соответственно). Осенью на обеих станциях осадков наблюдалось больше, чем весной.

Анализ годового хода средних месячных сумм осадков на станции Бахты показал, что внутригодовое распределение средних месячных сумм осадков отличается от распределения средних месячных сумм осадков на остальных станциях востока. Здесь наблюдалось два максимума весной и осенью (30 мм в мае и 34 мм в ноябре), а минимум отмечался в августе и сентябре (13 мм). Отсюда следует естественный вывод: годовой ход месячных сумм осадков на востоке, за исключением станции Бахты, имеет два максимума – главный летом, в июле, и второстепенный осенью, в октябре – ноябре, и два минимума – главный зимой, в январе – феврале, и второстепенный в сентябре. На станции Бахты первый максимум отмечается в мае. А второй (большой) – в ноябре. Из двух минимумов главный наблюдался в августе – сентябре и второстепенный в январе.

Годовой ход осадков, вычисленный за рассматриваемый период, повторяет ход осадков, построенный по данным климатического справочника с небольшими различиями в количестве осадков на всех станциях востока.

Количество осадков за холодный период года на всех станциях востока невелико. В теплый период года в среднем выпадает большее количество осадков, чем в холодный. Таким образом, больший вклад в годовые осадки вносят осадки теплого полугодия. В целом с продвижением с севера на юг наблюдается уменьшение годового количества осадков. Так, на ст. Усть-Каменогорск годовая сумма осадков составила 498 мм, на станции Бахты – 278 мм. В последние годы на большинстве станций как в теплый, так и в холодный периоды года выпадает меньше осадков.

Анализ годового хода средних месячных сумм осадков на станциях западного Казахстана за рассматриваемый период с 1930 по 2000 гг. показал выраженное преобладание осадков теплого периода года, за исключением станции Актау, которая находится на берегу.

Годовой ход на станциях Западного Казахстана разнообразный. Однако на северной половине рассматриваемых станций (Уральск, Фурманово, Атырау) отмечается сходство. Годовой ход месячных сумм осадков в Уральске, Фурманово и Атырау имеет два максимума (в июне – июле и октябре, а в Атырау – в декабре) и два минимума (в феврале и сентябре). Причем в Уральске средние многолетние за последний период больше, чем средние многолетние за 1881–1980 гг., а в Атырау меньше.

Анализ годового хода средних месячных сумм осадков на станции Актау, построенный по данным климатического справочника, показал, что количество весенних и осенних осадков примерно одинаково, причем главный максимум наблюдался зимой, в декабре (23 мм), а второстепенный максимум отмечался весной, в апреле (19 мм). Глубокий минимум наблюдался летом, в июле, и составил 4 мм. Полугодовой ход средних месячных сумм осадков, построенный за рассматриваемый период, повторяет полугодовой ход за тот же период, построенный по данным климатического справочника с небольшими различиями в

количестве осадков. Здесь количество осадков холодного периода немного больше чем количество осадков теплого полугодия (80 мм и 76 мм, соответственно, по данным климатического справочника).

На станции Уил годовой ход похож на годовой ход Уральска, Фурманово и Атырау, однако максимум месячных сумм отмечался не в июне – июле, а в мае. Второй максимум характерен для октября. Первый минимум наблюдался так же, как и на трех указанных станциях, в феврале, а второй – в августе. Полугодовой ход средних месячных сумм осадков за холодный период, построенный за рассматриваемый период для станций Уил и Фурманово, повторяет полугодовой ход, построенный по данным климатического справочника, с небольшими различиями в количестве осадков.

Анализ годового хода средних месячных сумм осадков на станции Атырау так же показал, что годовой ход осадков, вычисленный за рассматриваемый период, так же, как и на остальных станциях запада, повторяет ход осадков, построенный по данным климатического справочника с небольшими различиями в количестве осадков. Здесь так же, как и на станции Уральск, видно преобладание летних осадков, с максимумом в июне (22 мм), а второй максимум наблюдался в декабре (19 мм). Минимум также наблюдался зимой, в феврале, и составил 13 мм. Количество осадков за холодный период года на всех станциях запада меньше, чем количество осадков, выпадающих в теплый период года, кроме ст. Актау. Таким образом, большой вклад в годовые осадки вносят осадки теплого полугодия.

В результате анализа можно сделать следующие выводы:

- годовое количество осадков на станциях Восточного Казахстана в среднем больше, чем на станциях Западного Казахстана. Оно находится в пределах от 268 мм на станции Бахты до 498 мм на станции Усть-Каменогорск. На западе же – от 156 мм на станции Актау до 307 мм на станции Уральск (по данным климатического справочника). Наибольший вклад в годовые осадки вносят осадки теплого периода;

- годовые средние многолетние за 1930–2000 гг. стали несколько меньше, чем за 1881–1980 гг.;

- средние многолетние за холодный период 1930–2000 гг. также меньше, чем за 1881–1980 гг.; за исключением Усть-Каменогорска на востоке и Актау и Уральска на западе страны;

- годовой ход месячных осадков на западных станциях несколько отличен от годового хода восточных станций; он отличается и на западе Казахстана при продвижении севера на юг: на прибрежных станциях и близких к берегу количество осадков меньше.

Для исследования в качестве исходного материала были взяты месячные значения сумм осадков за холодный период года. В работе были рассчитаны статистические характеристики месячных сумм осадков на станциях запада и востока Казахстана для холодного полугодия, а также построены гистограммы распределения месячных сумм осадков. Средние значения месячных сумм осадков (\bar{R}), среднее квадратическое отклонение (S_R), амплитуда (A), коэффициенты вариации (C_v), коэффициенты асимметрии (A_s) и эксцесса (E_s) были рассчитаны по ряду наблюдений с 1930 по 2000 год для холодного периода на станциях запада (Атырау, Уральск, Актау, Кульсары, Уил и Фурманово) и востока (Бахты, Усть-Каменогорск, Катон-Карагай, Семипалатинск, Павлодар и Актогай) республики. Результаты расчетов для 6 станций приведены в таблице 1.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- 1) значения средних месячных сумм осадков в октябре, ноябре и декабре больше, чем в остальные месяцы на всех станциях запада. Наибольшие значения месячных сумм осадков на западе были отмечены на станциях Уральск (37,2 мм) и Фурманово (25,5 мм) в декабре, а наименьшие на станции Кульсары (9,1 мм) в марте. На западе страны наблюдается уменьшение осадков с севера на юг, то есть на прибрежных станциях и близких к берегу (Актау, Атырау и Кульсары) количество осадков меньше за счет уменьшения шероховатости подстилающей поверхности.

Таблица 1

Статистические характеристики средних месячных сумм осадков на станциях Кульсары, Уил, Фурманово, Бахты, Усть-Каменогорск и Катон-Карагай за холодный период года

Станции	Статистические характеристики	Месяцы						Сумма осадков за холодное полугодие
		X	XI	XII	I	II	III	
Кульсары	\bar{R}	14,5	17,2	13,2	12,5	9,6	9,1	62
	S_R	13,9	9,87	9,22	8,70	9,21	8,62	
	A_s	1,47	0,23	0,69	0,91	2,19	1,73	
	E_x	2,03	-0,76	0,33	0,35	5,88	3,32	
	C_v	0,96	0,58	0,70	0,70	0,95	0,95	
Уил	\bar{R}	24,5	21,5	20,2	16,9	13,2	13,7	85
	S_R	16,45	15,79	14,7	12,43	11,55	10,89	
	A_s	0,63	1,20	1,24	1,13	1,31	0,60	
	E_x	0,31	2,57	2,01	1,09	1,97	-0,74	
	C_v	0,67	0,74	0,73	0,73	0,88	0,79	
Фурманово	\bar{R}	25,5	23,2	19,1	17,5	13,7	14,6	89
	S_R	17,31	18,33	13,27	10,85	10,69	11,88	
	A_s	1,54	1,16	0,63	0,86	0,80	1,35	
	E_x	3,26	1,41	-0,59	0,84	0,59	1,79	
	C_v	0,68	0,79	0,69	0,62	0,78	0,81	
Бахты	\bar{R}	25,4	33,0	28,7	19,5	18,7	18,4	118
	S_R	18,75	19,24	14,78	11,13	12,61	12,67	
	A_s	1,33	1,12	0,54	1,16	1,37	1,52	
	E_x	2,93	1,12	0,12	2,28	2,80	3,21	
	C_v	0,74	0,58	0,52	0,57	0,67	0,69	
Усть-Каменогорск	\bar{R}	43,9	47,4	40,1	24,6	25,3	30,1	167
	S_R	24,37	22,90	21,44	14,16	14,64	20,39	
	A_s	0,85	0,55	1,02	1,54	1,25	1,98	
	E_x	0,10	-0,06	1,22	4,07	2,91	6,05	
	C_v	0,56	0,48	0,53	0,58	0,58	0,68	
Катон-Карагай	\bar{R}	37,6	27,8	19,3	12,4	12,9	13,4	85
	S_R	19,22	14,72	9,23	8,94	12,9	7,79	
	A_s	0,82	1,39	0,26	2,83	2,98	1,02	
	E_x	1,47	3,75	-0,54	11,35	11,08	1,13	
	C_v	0,51	0,53	0,48	0,72	1,00	0,58	

Значения средних месячных сумм осадков в октябре, ноябре и декабре на востоке так же, как и на западе, больше, чем в остальные месяцы. На востоке наибольшие значения месячных сумм осадков наблюдались на станции Усть-Каменогорск (47,4 мм) в ноябре, а наименьшие на станции Павлодар (12,2 мм) в марте. Эти различия можно объяснить разным режимом осадков и орографических условий, в частности, различной высотой над уровнем моря на этих станциях;

2) максимальная изменчивость, то есть максимальные значения среднего квадратического отклонения, характерна на востоке для станции Усть-Каменогорск в октябре и ноябре (24,37 и 22,90), наименьшая – для станции Семипалатинск в январе (7,08). На западе максимальная изменчивость наблюдалась на станции Уральск (24,67 и 21,34) в октябре и ноябре, а наименьшая изменчивость была характерна для станции Кульсары в марте (8,62). Полугодовой ход S_R в холодный период соответствует полугодовому ходу месячных сумм осадков, то есть при максимуме месячных сумм отмечается максимум средних квадратических отклонений;

3) на востоке значение C_v изменяется в пределах 0,48–1,00 на, западе – в пределах 0,58–1,06. На востоке, на станциях Усть-Каменогорск в ноябре, Катон-Карагай в декабре, Семипалатинск в январе и декабре, Павлодар в декабре, распределение месячных сумм

осадков можно считать близкими к симметричному, так как значения C_v в эти месяцы не превышали 50%. В остальных случаях на станциях востока республики значения коэффициента вариации превышают 50%. На станции Катон-Карагай в феврале значение C_v составило 1,00, т.е. рассеяние было равно норме, а на западе, на станции Актау, в октябре коэффициент вариации был равен 1,06, то есть рассеяние немного превышало норму.

В среднем значения коэффициента вариации на востоке меньше, чем на западе, так как средние многолетние месячные суммы осадков на востоке больше, чем на западе. Большие значения C_v наблюдались на станциях и в месяцы, где отмечалось низкое количество осадков, как на востоке, так и на западе страны.

Для статистического анализа часто бывает полезным знать закон распределения. Если закон распределения близок к нормальному, то для характеристики изменчивости достаточно знать дисперсию и среднее. Но в районах с недостаточным увлажнением распределения, как правило, далеки от нормального, и они, кроме этого, характеризуются высокими значениями коэффициента вариации /1/.

Для получения представления о виде распределения месячных сумм осадков были построены гистограммы распределения повторяемости для каждого месяца холодного периода для всех станций запада и востока страны и рассчитаны коэффициенты асимметрии и эксцесса. Анализ материала показал, что распределение месячных сумм осадков для большинства станций отличается от нормального распределения. Вариационные кривые в большинстве случаев имеют правостороннюю (положительную) асимметрию. Рассчитанные значения коэффициентов асимметрии и эксцесса были сопоставлены со значениями этих коэффициентов с применением таблиц, в которых указаны критические значения для различных уровней значимости α и объемов выборки n /2/. Сравнивая критические значения с рассчитанными, можно сказать, что в большинстве случаев значения коэффициента асимметрии превышают критическое как на станциях востока, так и запада республики, т.е. значения коэффициента асимметрии значимы для 5%-го уровня значимости.

В целом значения коэффициента асимметрии на востоке больше, чем на западе, они большие и положительные. Только в некоторых случаях значение коэффициента A_s не превышает критическое – на восточных станциях в Катон-Карагае и Павлодаре в декабре (соответственно, 0,26 и 0,35) и в Семипалатинске в ноябре и январе (соответственно, 0,31 и 0,32), а на западе на станции Кульсары в ноябре (0,23). Следовательно, как на востоке, так и на западе страны, распределение месячных сумм осадков по асимметрии отлично от нормального.

Коэффициент эксцесса более чем в половине случаев превышает критические значения как на восточных, так и на западных станциях, что также указывает на отличие распределений от нормального. Отрицательный коэффициент эксцесса во всех случаях на всех станциях запада и востока незначительный и не превышает – 1. Наибольшие значения A_s и E_s на востоке были отмечены на станциях Бахты в марте, Усть-Каменогорск в марте, Катон-Карагай в январе и феврале, а на западе на станциях Атырау в октябре, Уральск в январе, Актау в декабре и Фурманово в марте и октябре. Таким образом, распределение месячных сумм осадков отличается от нормального по асимметрии в большинстве случаев и по эксцессу более чем в половине всех случаев на всех станциях запада и востока страны.

Наиболее близкими к нормальному распределению можно считать распределения месячных сумм осадков на востоке на станциях Катон-Карагай ($A_s = 0,26$; $E_s = -0,54$) и Павлодар ($A_s = 0,35$; $E_s = -0,47$) в декабре, Семипалатинск ($A_s = 0,31$; $0,32$; $E_s = -0,61$; $-0,68$) в ноябре и январе, а на западе на станции Кульсары ($A_s = 0,23$; $E_s = -0,76$) в ноябре.

Наиболее значительно коэффициенты асимметрии и эксцесса отличались от критических значений на станции Катон-Карагай в январе и феврале (соответственно, $A_s = 2,83$; $E_s = 11,35$ и $A_s = 2,98$; $E_s = 11,08$), а на западе – на станции Кульсары ($A_s = 2,19$; $E_s = 5,88$) в феврале (рис. 3 и 4).

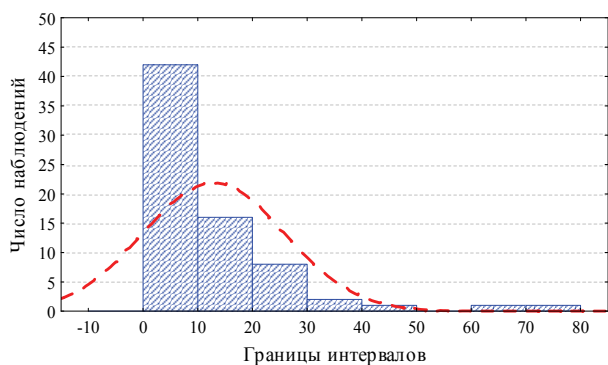


Рисунок 3. Гистограмма распределения месячных сумм осадков на станции Катон-Карагай в феврале

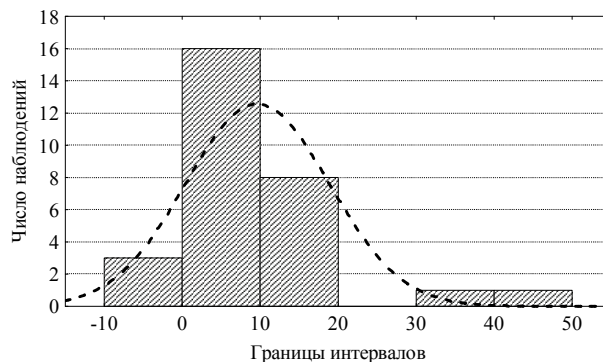


Рисунок 4. Гистограмма распределения месячных сумм осадков на станции Кульсары в феврале

Анализируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

- 1) среднеквадратические отклонения в холодный период имеют такой же полугодовой ход, как и средние многолетние;
- 2) значения коэффициентов вариации на востоке меньше, чем на западе, но как и на восточных, так и на западных, станциях они большие;
- 3) распределения месячных сумм осадков в холодный период года отличаются от нормального; в большинстве случаев они имеют положительную асимметрию, а значения коэффициента эксцесса изменяются от небольших отрицательных до больших положительных.

Н.И. Ефремовой /3, 4/, К.В. Ледневой и А.В. Мещерской /5/ было доказано, что для целей долгосрочного прогноза погоды и для решения некоторых задач климатологии предпочтительнее использовать осредненные по площади осадки, чем непосредственно данные на станциях. Н.И. Ефремовой были отмечены следующие преимущества осредненных по площади осадков по сравнению с осадками отдельных станций:

- 1) корреляция осредненных по площади осадков убывает с расстоянием медленней, чем осадков на отдельных станциях; это делает возможным увеличивать радиус корреляции и выявлять крупномасштабные связи этой метеорологической величины;
- 2) кривые распределения осредненных осадков ближе к нормальным, что позволяет шире применять статистические методы обработки;
- 3) для расчета месячных норм осредненных осадков с заданной точностью можно использовать более короткие ряды, чем ряды осадков по точечным данным;
- 4) применение рядов осредненных величин приводит к уменьшению числа пропусков данных.

В работе было проведено сравнение коэффициентов асимметрии и эксцесса для осредненных по площади месячных сумм осадков Атырауской, Уральской, Павлодарской и Восточно-Казахстанской областей в теплый период года.

Приведем анализ для Павлодара и Павлодарской области, для Усть-Каменогорска и Восточно-Казахстанской области, для Атырау и Атырауской области, для Уральска и Уральской области. Коэффициенты асимметрии в период с апреля по октябрь в Восточно-Казахстанской области изменяются от 0,3 в мае до 1,0 в октябре; в Павлодарской от 0,3 в апреле до 1,3–1,1, соответственно, в мае и октябре; в Атырауской от 0,0 в октябре до 1,3 в июне. Эти характеристики на севере Уральской области изменяются в пределах 0,0 в августе до 0,3 в октябре и до 1,2 в июне, а на юге Уральской области – от 0,3 в мае до 1,5 в октябре.

Рассмотрим анализ коэффициентов асимметрии и эксцесса для октября, т.к. именно в октябре на многих станциях отмечается второй максимум осадков в годовом ходе. В октябре в Атырау коэффициент асимметрии был 1,83, коэффициент эксцесса – 5,45. Для Атырауской области коэффициент асимметрии в октябре был 0,0, а коэффициент эксцесса – 1,0 для ряда

с 1946 по 1981 гг.; коэффициент асимметрии равнялся 1,5 и эксцесса 3,6 для ряда с 1891 по 1981 гг.

В Уральске коэффициент асимметрии в октябре был равен 0,91, а эксцесса 0,40. А на севере Уральской области коэффициент асимметрии имел значение 0,3, а эксцесса (-1,0) для ряда с 1946 по 1981 гг., и значение 0,5 (As) и (-0,7) (Ex) для ряда с 1891 по 1981 гг. Для юга Уральской области асимметрия была равна 1,5, а эксцесс 2,1 для ряда с 1946 по 1981 гг. Для ряда с 1946 по 1981 гг. асимметрия, соответственно, равнялась 1,2, а эксцесс 1,9. Таким образом, в большинстве случаев величина асимметрии, а иногда и эксцесса уменьшаются.

Проведем анализ на востоке республики. В Павлодаре в октябре коэффициент асимметрии был равен 0,96, эксцесса 1,01. В Усть-Каменогорске, соответственно, 0,85 и 1,0. В Павлодарской области для коэффициентов асимметрии характерно значение 1,1, для коэффициентов эксцесса 0,7 для ряда лет с 1945 по 1981 гг. А для ряда с 1891 по 1981 гг., соответственно, 1,0 (As) и 0,5 (Ex). Здесь был улучшен коэффициент эксцесса. Для Восточно-Казахстанской области коэффициент асимметрии был равен 1,0, а эксцесса 0,5 (для ряда с 1946 по 1981 гг.). Здесь также был улучшен эксцесс.

Таким образом, осреднение месячных сумм осадков по площади приближает распределение к нормальному либо по асимметрии, либо по эксцессу, либо по обоим характеристикам сразу.

В работе также были рассчитаны синхронные корреляционные связи между средними месячными суммами осадков двенадцати станций востока и запада Казахстана и выделены районы с высокими корреляциями осадков на станциях внутри этих областей. Значимость коэффициента корреляции оценивалась для 5%-го уровня значимости.

Были рассчитаны коэффициенты корреляции между средними месячными суммами осадков станций Семипалатинск и Усть-Каменогорск с осадками остальных станций востока (табл. 2), а на западе – станций Уральск и Атырау с осадками на остальных западных станциях.

Таблица 2

Синхронные корреляционные связи r_{xy} месячных сумм осадков станции Семипалатинск с месячными суммами осадков станций Бахты, Усть-Каменогорск, Катон-Карагай, Павлодар и Актогай

Станции	Месяцы					
	X	XI	XII	I	II	III
Бахты	0,47	0,28	0,17	0,39	0,30	0,39
Усть-Каменогорск	0,77	0,59	0,64	0,66	0,60	0,63
Катон-Карагай	0,48	0,33	0,49	0,52	0,37	0,41
Павлодар	0,27	0,39	0,35	0,38	0,44	0,58
Актогай	0,58	0,26	0,31	0,18	0,21	0,40

Незначимые корреляционные связи между месячными осадками отмечались на станциях Семипалатинск и Бахты в декабре ($r = 0,17$), на станциях Семипалатинск и Актогай в январе и феврале ($r = 0,18$ и $r = 0,21$). Высокие корреляционные связи наблюдались между месячными суммами осадков на станциях Усть-Каменогорск и Катон-Карагай во все месяцы холодного периода.

Незначимые корреляционные связи обнаруживались между месячными осадками на станциях Усть-Каменогорск и Актогай в феврале ($r = 0,14$) и Усть-Каменогорск и Бахты ($r = 0,18$). Это можно объяснить различным режимом осадков на этих станциях и большим расстоянием между ними, так как согласно [3] корреляция осадков на отдельных станциях с увеличением расстояния убывает. Однако в большинстве случаев связи значимы.

Из западных станций высокие значения коэффициента корреляции были характерны для месячных сумм осадков на станциях Уральск и Фурманово ($r = 0,53-0,73$). Незначимые связи месячных сумм осадков оказались между Уральском и Актау, а в декабре и январе они

обратные, что объясняется расположением станции Актау на берегу моря, а Уральск – в глубине материка.

Также незначимые связи характерны для осадков Уральска и Атырау в октябре, декабре и январе. На остальных станциях в большинстве случаев связи значимы. Значения коэффициентов корреляции на западных станциях колеблются больше, чем на востоке: на западе они были в пределах от $-0,16$ до $0,75$; на востоке изменялись от $0,14$ до $0,77$. Анализ показал, что на восточных станциях режим осадков в холодную половину года сходен. А на западе Казахстана режим осадков северных станций отличается от южного.

Кроме этого была проведена оценка синхронных корреляционных связей между месячными осадками востока и запада Казахстана. Рассмотрим их на примере расчета коэффициентов корреляции месячных сумм осадков на станциях Уральск – Семипалатинск и на станциях Атырау – Усть-Каменогорск. Как в первом, так и во втором случае, связи оказались незначимыми: в первом случае они были в пределах от $-0,15$ до $0,03$, а во втором – в пределах от $-0,15$ до $0,16$.

Анализируя полученные результаты, можно сделать важный вывод, что режим осадков на восточных станциях отличен от режима осадков на западных станциях Казахстана и сходен внутри этих территорий. На западе Казахстана режим осадков на северной и южной половинах территории также отличается друг от друга. Для использования в физико-статистических схемах прогноза данные для большинства станций следует подвергнуть нормализации, а при использовании осредненных по площади данных или при осреднении данных нужно принимать во внимание разный режим осадков на юге и севере Западного Казахстана.

1. Боголюбова Е.В., Игнатенко О.С. Пространственно-временная статистическая структура поля месячных сумм осадков на территории Казахстана летом // Гидрометеорология и экология. – 2003. – № 4. – С. 43–50.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
3. Ефремова Н.И. О точности оценки ежегодных значений месячных сумм осадков, осредненных для больших площадей // Труды ГГО. – 1971. – Вып. 274. – С. 88–102.
4. Ефремова Н.И. Месячные количества атмосферных осадков для районов Европейской территории СССР и Северного Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 112 с.
5. Леднева К.В., Мещерская А.В. Многолетние ряды месячных сумм осадков, осредненных по площади, для основных сельскохозяйственных районов СССР (ежегодные данные). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 158 с.

Е.В. Боголюбова, З.С. Усманова

Шығыс және батыс Қазақстанда суық мерзімде айлық жауын-шашын мөлшерінің салыстырмалы талдауы

Жұмыста Қазақстанның шығыс және батыс станциялардағы суық мерзімде болатын жауын-шашынның айлық мөлшерінің статистикалық сипаттамасына талдау жүргізілген. Соңғы оншақты жылдардың мәліметтерін ескере отырып, аймақты аудандастыру негізінде айлық жауын-шашын мөлшерлерімен синхрондық кеңістіктік корреляция байланыстарын бағалау келтірілген.

E.V. Bogoljubova, Z.S. Usmanova

Comparative analysis of monthly sums of precipitation in the west and east of Kazakhstan for the cold period

In the article an analysis of statistical characteristics of monthly sums of precipitation at the western and eastern stations of Kazakhstan for the cold period is given. The simultaneous spatial correlation between monthly sums of precipitation was assessed for the purpose of regionalization of the territory taking into account data for the last few decades.

*Статья рекомендована к печати
д.г.н., проф. В.Г. Сальниковым
(кафедра метеорологии)*