

Жексенбаева А.К.

**ВЕГЕТАЦИЯЛЫК МЕЗГИЛДЕ ТҮНДҮК КАЗАХСТАНДАГЫ ЖААН-ЧАЧЫНДЫН
СТАТИСТИКАЛЫК МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ**

Жексенбаева А.К.

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСАДКОВ В СЕВЕРНОМ
КАЗАХСТАНЕ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД**

A.K. Zheksenbaeva

**STATISTICAL CHARACTERISTICS OF RAINFALL IN NORTHERN
KAZAKHSTAN DURING THE VEGETATIVE PERIOD**

УДК: 551.50.57.583.589.588

В статье рассмотрены пространственно-временные распределения декадного числа суток с осадками и количества осадков по данным 5 наиболее длиннорядных метеостанций северной половины Казахстана, расположенных в тех областях, где выращивают яровую пшеницу. Наблюдения за осадками рассматривались для 12 декад (с июля по октябрь) по 57-летнему ряду наблюдений (1936-1992 гг.). Для исследования пространственно-временной структуры осадков для каждой станции рассчитывались следующие характеристики: коэффициенты асимметрии и эксцесса, медиана, мода, стандартное отклонение; пределы изменений: максимум, минимум и размах. Были рассчитаны многочисленные статистики характеристик декадных осадков: числа суток с осадками и количества осадков, превышающих или равных 0,1 и 5,0 мм. Проанализирована статистическая структура полей этих характеристик, как во времени, так и в пространстве. Установлено, что наибольшее число дней с осадками и количество осадков в рассматриваемом регионе отмечается в июле и октябре, наименьшее – в сентябре, но в сентябре имеет место наибольшая их изменчивость. Определено, что для декадных осадков стандартное отклонение средних значений меньше, чем для медианы и моды, а для моды – максимально. Из этого сделан вывод, что северная половина Казахстана не относится к засушливой зоне, т.е. неполивное земледелие. Иначе ее называют зоной рискованного земледелия, где отмечается просто большая изменчивость осадков. Получены пределы изменений всех характеристик декадных осадков, которые имеют самостоятельную ценность для потребителя. Обнаружено, что большинство экстремумов всех статистик отмечается на станции Кокшетау.

Ключевые слова: декада, коэффициент асимметрии, эксцесса, среднеквадратическое отклонение, мода, медиана.

In article existential distributions of decade number of days with rainfall and an amount of precipitation according to 5 most the dlinnoryadnykh of the meteorological stations of a northern half of Kazakhstan located in those areas where grow up a spring-sown field are considered. Supervision over rainfall were considered for 12 decades (from July to October) on 57-year series of observations (1936-1992) . For research of existential structure of rainfall for each station the following characteristics paid off: coefficients of asymmetry and excess, median, fashion, standard deviation; limits of changes: maximum, minimum and scope. Numerous statisticians of characteristics of decade rainfall have been calculated: numbers of the days with rainfall and an amount of precipitation exceeding or equal 0,1 and 5,0 mm. The statistical structure of fields of these characteristics, both in time, and in space is analysed. It is established that the greatest number of days with rainfall and an amount of precipitation in the considered

region is celebrated in July and October, the smallest – in September, but in September their greatest variability takes place. It is defined that for decade rainfall the standard deviation of average values is less, than for a median and fashion, and for fashion – as much as possible. From this the conclusion is drawn that a northern half of Kazakhstan doesn't belong to a droughty zone, i.e. not irrigation agriculture. Other wise it is called a zone of risky agriculture where just big variability of rainfall is noted. Limits of changes of all characteristics of decade rainfall which have independent value for the consumer are received. It is revealed that the majority of extrema of all the statistician is noted at Kokshetau station.

Key words: decade, coefficient of asymmetry, excess, mean square deviation, fashion, median.

Введение.

В развитых зернопроизводящих странах прогнозы урожая зерна лежат в основе государственной политики по эффективному регулированию производства и проведению коммерческих сделок. Роль таких прогнозов должна подняться и в экономике Казахстана, который стал самостоятельным государством. Территория республики находится в зоне рискованного земледелия, подверженной сильной изменчивости осадков, и, следовательно, колебанию урожайности зерновых культур.

Сбор урожая яровой пшеницы в северных, центральных и восточных областях Казахстана начинается, как правило, с середины августа и продолжается чаще всего до начала октября. Однако случается, что в это время в этих районах создаются крайне сложные погодные условия, из-за которых уборка может продолжаться до конца октября, как например, в 1960 и 1987 годах. В подобных случаях отмечаются большие потери урожая и значительные затраты горюче-смазочных материалов и людских сил. В связи с этими особенностями уже в начале августа имеет существенное значение наличие прогноза осадков на весь период уборки по территории зерносеющих областей республики.

Известно [1], что в климатологии и долгосрочном прогнозировании самыми распространенными характеристиками осадков являются их средняя многолетняя сумма за месяц или год, но эти характеристики не всегда показательны. Например, в Москве и Санкт-Петербурге выпадает одинаковая сумма осадков за год, но режим их, с точки зрения восприятия человеком и воздействия на окружающую среду, существенно различается. В Москве дожди выпадают реже, но интенсивнее, а в Санкт-Петербурге чаще всего идут обложные осадки,

сравнительно слабые по интенсивности. Поэтому считается, что лучше всего для характеристики режима осадков пользоваться числом суток с осадками, большими или равными 0,1 мм.

Объект исследования.

Объектом исследования является большая часть территории Северного Казахстана, который включает в себя Северо-Казахстанскую, Павлодарскую, Акмолинскую и Костанайскую области. Протяженность территории региона с запада на восток составляет 1300 км, а с севера на юг – около 900 км.

Материалы и методы.

Для анализа структуры рядов осадков по пяти станциям Северного Казахстана использованы ряды за период с 1936 по 1992 гг. (57 лет).

В большей части территории основных зерносеющих районов северной половины Казахстана главную роль в формировании неблагоприятных погодных условий осенью 1987 г. создали незначительные осадки. Погода характеризовалась постоянно накрапывающим, казалось бы, небольшим дождем. В результате земля размокла настолько, что техника в ней вязла, а посевы прорастали. Условия уборки были чрезвычайно тяжелыми, и убытки большими.

Поэтому в качестве исследуемой прогностической характеристики осадков предположено взять число суток с небольшими осадками, т.е. превышающими только 0,1 мм. Однако, заранее зная, что осадки – очень коварная метеорологическая величина, решили рассмотреть не только число суток с незначительными осадками, но и с осадками больше 5,0 мм, а также количество осадков, как больше 0,1 мм, так и больше 5,0 мм.

Для Казахстана ранее уже разрабатывались методы прогноза числа суток с осадками на декаду Г.М Бондарем [2] и на месяц Г.С. Ахметовой [3]. То, что число суток с осадками должно давать более надежные прогнозы отмечалось и в ряде зарубежных исследований, где прогнозу осадков и связанных с ними сухих и влажных периодов посвящен большой цикл работ.

Пространственно-временные распределения декадного числа суток с осадками и количества осадков исследовались по данным 5 наиболее длиннорядных метеостанций северной половины Казахстана. Эти станции (Костанай, Петропавловск, Кокшетау, Астана, Павлодар) расположены в тех областях, где выращивают яровую пшеницу (рисунок).



Рисунок. Схема расположения исследуемой территории и среднее многолетнее количество осадков.

Период уборки яровой пшеницы, как правило, начинается здесь во второй декаде августа и заканчивается во второй декаде октября, поэтому рассматривались наблюдения за осадками для 12 декад (с июля по октябрь) по 57-летнему ряду наблюдений (1936-1992 гг.). Всемирная Метеорологическая Организация, а также научно-исследовательские метеорологические службы США считают, что для изучения климата большой выборкой может считаться совокупность 30 независимых наблюдений. Исследователи Санкт-Петербургской и Московской школ предпочитают использовать как можно более длинные ряды. Однако они считают, что для изучения климата сухих районов более показательными являются короткие ряды [4,5]. Для исследования многолетних особенностей декадных осадков в работе использованы 57-летние ряды.

Периодами времени, для которых разрабатывался метод прогноза, как уже отмечалось, служили

декады. В качестве показателей их сухости и влажности использовались четыре характеристики осадков: N1 - число дней с осадками, которые были больше или равны 0,1 мм; N5 - число дней с осадками, которые были больше или равны 5,0 мм; Q1 - количество осадков, большие или равные 0,1 мм; Q5 - количество осадков, большие или равные 5,0 мм. Градации осадков 0,1 и 5,0 мм представляют наибольший интерес с точки зрения практического использования.

Метеорологические величины не только случайны, но и ограничены. В нашем случае число суток с осадками в декаде не может быть меньше нуля и больше 11, а количество осадков меньше 0,1 или 5,0 мм. Для случайных величин среднеарифметическое и вероятное отклонения могут терять свой четкий смысл, что заставляет изучать для них формы кри-вых распределения [6].

Таблица 1

Повторяемость (%) различных видов распределения декадного числа суток (N) и количества осадков (Q) больших или равных 0,1 мм (N1, Q1) и 5,0 мм (N5, Q5)

Виды распределения	N1	N5	Q1	Q5
асимметрия (A)				
малая	38			
умеренная	37	1	1	
большая	25	99	99	100
положительная	91	100	100	100
эксцесс (Э)				
островершинное	14	81	91	96
Плосковершинное	80	16	6	2
Нормальное	6	2	3	2

Наиболее важными, или так называемыми, базовыми климатическими характеристиками, выражающими основные свойства климатологических рядов являются средние арифметические значения, среднеквадратические отклонения, коэффициенты асимметрии и эксцесса [1]. Однако существуют еще ряд статистических показателей, которые позволяют получить более ясную картину частотного распределения. Так, например, в случае нормального закона предпочтительнее применять среднюю арифметическую, а не медиану, поскольку ее стандартное отклонение меньше, чем у медианы [7]. Но, если распределение далеко от нормального, то лучше представление о нем дают структурные средние: медиана и мода, а также различные процентиля, т.е. квантили [8,9]. Учитывая это и еще ряд соображений статистической обработки, для исследования пространственно-временной структуры четырех выбранных характеристик осадков (N1, Q1, N5, Q5) для каждой станции рассчитывались следующие характеристики: для декад и месяцев – среднее многолетнее значение, или норма. Только для декад рассчитывались медиана, мода, дисперсия, стандартное отклонение и его ошибка; пределы изменений: максимум, минимум; коэффициенты асимметрии и эксцесса и их стандарты. Анализ подвергались не все статистики, а только те, которые имели логический смысл и давали какую-либо ценную информацию.

Анализ и обсуждение/

Коэффициенты асимметрии (A) и эксцесса (Э) имеют свои общепризнанные словесные критерии в зависимости от их величины. Так, при абсолютном значении $|A| < 0,25$ асимметрия считается малой и распределение можно считать почти нормальным. При $0,25 \leq |A| \leq 0,50$ асимметрия умеренная, а при $|A| \geq 0,50$ асимметрия сильная и считать нормальным нельзя. При $A > 0$ число положительных аномалий превышает число отрицательных.

Эксцесс может изменяться в пределах $-2 < \text{Э} \leq \infty$. Если $\text{Э} < 0$, то имеет место плосковершинное распределение с короткими «хвостами», в общем случае это наиболее свойственное для метеорологических величин распределение, означающее наличие больших отклонений от среднего. При $\text{Э} > 0$ распределение островершинное и отклонения от среднего малы, кривая плотности имеет при этом или хорошо выраженную крутизну в центре или «хвосты» распределения растянуты. Если $-2 < \text{Э} < 2$, то распределение не нормальное. Результаты расчетов асимметрии и эксцесса для рядов среднего числа суток (N) и количества осадков (Q) для двух градаций осадков приведены ниже в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что коэффициент асимметрии только для N1 приближается к нормальному, но и то только в 38 % случаев, для остальных же метеорологических величин - N5, Q1, Q5 – он далек от нормального почти в 100 %. Для всех выбранных характеристик декадных осадков число положительных аномалий больше, чем отрицательных, так как почти в 100 % случаев $A > 0$.

Это свойственно для распределений случайных величин, ограниченных слева, однако число дней с осадками ограничено также и справа. Эксцесс еще сильнее отличается от нормального, но есть особенность: для N1 в 80% распределение – плосковершинное, а для N5, Q1, Q5 в 81-96% - островершинное.

Значения *коэффициентов асимметрии*, осредненные по декадам и станциям для N1 как при временном, так и при пространственном осреднении ближе к нормальному закону. Пределы временного изменения от декады к декаде статистик коэффициентов асимметрии, осредненных по станциям, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Временное изменение статистик коэффициентов асимметрии

Характеристики осадков	\bar{A}	$\sigma(A)$	min(A)	abs(max)
N1	0,20-0,58	0,11-0,32	0,02-0,48	1,02
N5	1,01-1,79	0,24-0,59	0,37-1,08	2,61
Q1	1,32-2,27	0,39-1,06	0,42-1,10	4,35
Q5	1,70-2,81	0,45-1,14	0,55-1,35	4,51

Пределы пространственного изменения статистик асимметрии от станции к станции, осредненных по 12 декадам, следующие (табл. 3).

Таблица 3

Пространственное изменение статистик коэффициентов асимметрии

Характеристики осадков	\bar{A}	$\sigma(A)$	min(A)	abs(max)
N1	0,26-0,51	0,19-0,32	0,04-0,11	0,94
N5	1,33-1,54	0,42-0,55	0,37-0,85	2,52
Q1	1,57-2,17	0,46-1,04	0,72-1,22	3,88
Q5	2,04-2,61	0,44-1,19	0,91-1,85	4,65

При изменении статистик N1 от декады к декаде (табл. 2) в шести декадах асимметрия, осредненная по станциям, - малая, в трех – сильная. При изменении статистик от станции к станции асимметрия, осредненная по декадам (табл. П. 2.1), на всех станциях – умеренная. Для всех остальных характеристик осадков: N5, Q1 и Q5- асимметрия большая,

так как $A > 1,0$ повсеместно. Причем, если для N5 и Q1- значения A примерно одинаковы, то для Q5 – они несколько больше. Большим значениям A соответствует и большие их среднеквадратические отклонения. Абсолютные максимумы растут по порядку от N1 к N5, Q1 и Q5 в пределах от 0,94 до 4,65. По минимальным значениям A также видно большое отличие от нормального закона у N5, Q1 и Q5, где $\min(A) > 1,0$ почти всегда, тогда как для N1 лишь два значения лежат в пределах от 0,25 до 0,50, а все остальные меньше 0,25. В основном все коэффициенты асимметрии положительны. Исключения составляют несколько случаев отрицательных минимальных значений для N1, что может быть связано с ограниченностью N1 с обоих концов: слева нулем, а справа 11 днями, хотя с другой стороны этого не наблюдается у N5. Но рассмотрение таких тонкостей превышает нашу задачу.

В общем можно сделать вывод, что типы распределения статистик коэффициентов асимметрии для числа суток с осадками и количества осадков остаются примерно одинаковыми при осреднении коэффициентов, как во времени, так и в пространстве. Но в сущности – далекими от нормального, за исключением N1.

Статистики *коэффициента эксцесса*, по которым также можно видеть, что N1 имеет плосковершинное, а все остальные характеристики осадков – островершинное распределение плотности вероятности. Возрастание средних, сигм, минимальных и максимальных значений эксцесса идет в той же последовательности: от N1 к N5, Q1 и Q5. Черты распределения при временном и пространственном осреднении также не меняются.

Таблица 4

Временное изменение статистик коэффициентов эксцесса

Характеристики осадков	$\bar{\epsilon}$	$\sigma(\epsilon)$	min(ϵ)	abs(max)
N1	-0,65-(-0,13)	0,28-0,70	-1,27-(-0,77)	1,61
N5	0,66-3,32	0,90-3,17	-0,76-0,34	10,50
Q1	1,94-7,16	1,69-7,32	-0,76-0,47	24,02
Q5	3,30-10,43	2,56-8,85	-0,78-1,09	26,88

Так, пределы временного (от декады к декаде) изменения коэффициента эксцесса, осредненного по станциям, следующие (табл. 4).

Временное изменение статистик средних значений

Характеристики осадков	\bar{X}	σ	min	abs(max)	размах	A	ϵ
N1	2,57-4,50	0,27-0,53	1,74-3,84	5,44	0,87-1,61	-0,36-0,40	-1,48-0,25
N5	0,46-1,11	0,13-0,26	0,19-0,75	1,62	0,41-1,00	-0,34-1,88	-1,53-4,37
Q1	8,39-19,2	1,27-4,33	5,01-14,33	25,99	4,91-15,30	-0,30-1,89	-0,41-4,98
Q5	4,16-14,7	1,31-4,05	1,57-10,03	21,20	4,59-14,91	-0,26-2,34	-1,39-6,69

Для N1 осредненные по территории средние значения средних \bar{X} колеблются от декады к декаде от 2,57 дней в первой декаде сентября до 4,50 в третьей декаде октября, т.е. сентябрь по числу дней с осадками больше 0,1 мм наименее дождливый месяц в климатическом плане, что также подтверждается наличием здесь абсолютного минимума (1,74 дня).

Пределы пространственного изменения (от станции к станции) коэффициента эксцесса, осредненного по декадам, следующие (табл. 5).

Таблица 5

Пространственное изменение статистик коэффициентов эксцесса

Характеристики осадков	$\bar{\epsilon}$	$\sigma(\epsilon)$	min(ϵ)	abs(max)
N1	-0,54-(-0,16)	0,33-0,59	-1,00-(-0,74)	0,88
N5	1,41-2,43	1,63-2,49	-0,76-(-0,08)	8,25
Q1	3,00-6,99	2,37-7,21	-0,57-1,18	20,06
Q5	5,08-9,40	2,99-9,52	0,02-2,30	27,79

Исходя из рассчитанных статистик для выбранных характеристик осадков, можно сделать вывод о том, что только N1, т.е. число дней с осадками больше или равно 0,1 мм, приближается к нормальному распределению. При этом пространственное осреднение для каждой декады делает это приближение более тесным. Этот результат согласуется с выводами работы А.В. Дугласа и П. Дж. Энгельгарта /10/. Они получили, что частота выпадения осадков более предсказуема, чем их количество, хотя этот вывод относится к осадкам, больше или равным 0,10 дюйма, т.е. примерно 2,5 мм. Интересным в нашем случае является тот факт, что для исследуемых характеристик декадных осадков ни при временном, ни при пространственном осреднении, а также в распределениях исходных значений не отмечалось ни одного случая с $\bar{\epsilon}$, равным минус 2, когда функция плотности распадается на две, т.е. имело бы место бимодальное распределение. Скорее всего, здесь сказывается декадное осреднение характеристик осадков.

Статистики *среднего значения* (\bar{X}), или нормы, характеризующие центры распределения, это не всегда самые частые значения. Так, например, для суточного, а иногда даже месячного количества осадков норма почти никогда не наблюдается /7/. В этом случае наиболее частым значением является мода, распределения которой будет рассмотрено далее. Пределы временного (от декады к декаде) изменения средних значений, осредненного по станциям, приведены в следующей таблице (табл. 6).

Таблица 6

Абсолютный максимум отмечается в третьей декаде октября (5,44 дня). Среднеквадратические отклонения меняются от 0,27 дней во второй декаде июля до 0,53 в первой декаде сентября. Размах во второй декаде июля достигает абсолютного минимума (0,87 дней), несмотря на то, что во всем июле (\bar{X}) имеет высокие значения, выше, чем во всех остальных

декадах, за исключением третьей декады октября, и, когда отмечается абсолютный максимум (5,44 дня). Таким образом, можно сделать вывод о том, что октябрь и июль – устойчиво дождливые месяцы, а сентябрь – менее дождливый, зато в нем наибольшая изменчивость числа дней с осадками. Асимметрия же для (\bar{X}) – малая и умеренная (от минус 0,36 до 0,40), эксцесс тоже не велик (от минус 1,48 до 0,25). По знаку половина декад - с левой, а половина – с правой асимметрией, т.е. равновероятны как положительные, так и отрицательные отклонения от (\bar{X}). Кроме того во всех декадах, за исключением третьей декады августа и октября, распределение – плосковершинное.

Для N5 все статистики по значению меньше, чем для N1 за исключением асимметрии и эксцесса.

Именно в этот период распределения резко отличаются от нормального закона, хотя в предшествующие декады близки к нему.

Пределы пространственного изменения (от станции к станции) статистик средних значений, осреднённого по декадам, приведены в следующей таблице (табл. 7).

Таким образом, получили, что для N1 осреднённые по декадам средние значения колеблются от станции к станции от 3,00 дней на ст. Павлодар до 3,85 на ст. Петропавловск. Максимальные значения размаха (2,34 дня) и среднеквадратические отклонения (0,59 дней), а также абсолютный максимум (4,68 дня) отмечается на ст. Петропавловск. Асимметрия колеблется в пределах: от минус 0,07 до 0,89, причем на 4 станциях она – положительна, а на 3 станциях – большая.

Таблица 7

Пространственное изменение статистик средних значений

Характеристики осадков	\bar{X}	σ	min	abs(max)	размах	A	Э
N1	3,00-3,85	0,43-0,59	1,92-3,32	4,68	1,36-2,34	-0,07-0,89	-1,10-1,20
N5	0,53-0,83	0,18-0,45	0,19-0,42	1,62	0,58-1,43	0,10-0,72	-1,24-(-0,02)
Q1	9,15-13,58	3,18-6,72	5,01-8,54	25,99	9,25-20,98	0,43-0,95	-1,39-1,35
Q5	5,43-8,94	2,84-6,46	1,57-3,87	21,20	7,98-19,63	0,19-0,93	-1,62-(-0,20)

Эксцесс колеблется от минус 1,10 до 1,20. Асимметрия близка к нулю на двух станциях. На трех станциях распределение – плосковершинное, на двух – островершинное. Следовательно, получено, что временное осреднение N1 только на 40% станций ведет к нормализации распределения. Здесь, конечно, может сказываться и то, что осреднение происходит при смешении летнего и осеннего сезонов. Для N5 все статистики ненамного отличаются от N1. На ст. Кокшетау отмечаются все экстремумы статистик \bar{X} : $\max(\sigma)=0,45$ дней; $\text{abs}(\min)=0,19$ дней; $\text{abs}(\max)=1,62$ дня; максимальный размах равен 1,43 дня. Таким образом, колебания N5 на этой станции от декады к декаде максимальны. Соотношения между Q1 и Q5 примерно такие же, как и между N1 и N5: все значения статистик для Q1 меньше чем для Q5, кроме асимметрии и эксцесса. При переходе от декады к декаде нарушение нормального закона отмечается для Q1 в двух последних декадах октября, а для Q5 со второй декады сентября до конца октября. При переходе от станции к станции – нормальность нарушается почти на всех станциях. Интересен тот факт, что в первом случае распределе-

ние в основном плосковершинное, а во втором – повсеместно – островершинное.

При рассмотрении изменений средних значений по станциям, как и для N5, но только для Q1 и Q5, почти все экстремумы, за исключением A и Э, отмечаются на ст. Кокшетау.

Рассмотрев изменения в пространстве и во времени статистик средних арифметических значений, можно высказать предположение, что на ст. Кокшетау находится какой-то климатический раздел временного изменения (от декады к декаде) средних значений характеристик осадков. Причиной наибольшей изменчивости осадков в этом районе может быть, как рельеф местности, так и своеобразие развития синоптических процессов. Это дает основание для поиска каких-либо свойств циркуляции атмосферы над Кокшетау.

Среднеквадратические отклонения показывают разброс фактических данных около \bar{X} . Пределы временного (от декады к декаде) и пространственного (от станции к станции) изменения средних квадратических отклонений, осредненного по станциям, приведены в следующей таблице (табл. 8 и 9).

Таблица 8

Временное изменение статистик средних квадратических отклонений

Характеристики осадков	$\bar{\sigma}$	σ	min	abs(max)	размах	A	Э
N1	1,83-2,31	0,14-0,28	1,45-1,91	2,75	0,42-0,98	-0,85-0,74	-1,39-1,04
N5	0,73-1,15	0,11-0,23	0,44-0,98	1,57	0,41-0,76	-0,66-1,07	-1,02-1,40
Q1	8,19-19,46	1,13-4,68	4,74-15,73	24,78	4,69-15,64	-0,21-1,57	-1,28-3,75
Q5	7,18-18,50	1,35-4,33	3,88-15,49	24,21	4,84-14,74	-0,14-1,75	-1,58-4,52

Пространственное изменение статистик средних квадратических отклонений

Характеристики осадков	$\bar{\sigma}$	σ	min	abs(max)	размах	A	Э
N1	1.89-2.25	0.13-0.24	1.40-1.93	2.67	0.46-0.95	-0.55-0.45	-0.91-3.32
N5	0.75-1.00	0.15-0.32	0.44-0.67	1.42	0.49-0.94	0.02-0.62	-1.42-0.70
Q1	9.91-13.42	3.42-6.81	4.74-7.49	24.78	9.99-20.04	0.38-0.93	-0.81-0.71
Q5	9.13-1.51	4.01-7.04	4.56-6.14	24.21	12.16-20.3	0.41-0.89	-1.07-0.09

Из таблиц 8 и 9 видно, что, для N1 временное и пространственное распределения $\bar{\sigma}$ мало отличаются друг от друга.

Для N5 также временное и пространственное распределения мало отличаются друг от друга, как и для N1. Все статистики для N5 меньше, чем для N1, кроме асимметрии и эксцесса.

Для Q1 и Q5 временные и пространственные характеристики распределения близки. Асимметрия в подавляющем большинстве случаев – положительна. На ст. Кокшетау отмечается наибольшее число экстремумов.

Медиана (Me) и мода (Mo). Так как мы убедились, что распределения выбранных характеристик осадков для станций Северного Казахстана далеки от гауссова, за исключением N1, то, казалось бы, есть смысл использовать структурные средние: медиану и моду, которые обычно и применяют для сильно асимметричных распределений. Расчет медианы особенно полезен, когда как уже отмечалось выше, нельзя ручаться за концы кривой плотности вероятности, так как Me от них не зависит в отличие от среднего. В общем случае медиана дает лучшую меру ожидания, чем среднее, потому еще, что половина наблюдений находится с каждой стороны от нее. Исключение составляют случаи, когда половина фактических данных попадает в экстремальные градации, например, в случае без осадков, тогда ни \bar{X} , ни Me не показательны. Поэтому расчет медианы имеет смысл, если число случаев без осадков меньше половины /7/. В нашем случае это положение почти не соблюдается, но мы все-таки решили посмотреть на изменение статистик медианы и моды, осредненных по времени и пространству.

Мода, как известно, показывает наиболее часто встречающиеся значения случайной величины в соответствии с максимумом дифференциальной функции распределения. Рассчитывается она при крайне асимметричных распределениях, когда \bar{X} не является наиболее частой величиной. Расчеты показали, что как мода, так и медиана для N5 и Q5 почти во всех декадах и на всех станциях равны нулю. Исключение составил лишь июль для Q5, в котором Me отлична от нуля, но так как мы рассматриваем весь период с июля по октябрь, то нет смысла останавливаться на одном месяце. Расшифруем это «почти». Так, для N5 в 50% случаев отмечается Me=0 и в других 50% Me=1, для моды число нулей составило 89%. За то для Q5 в 100% Mo=0. Пределы временного и пространственного изменения медианы следующие для N1 и Q1 (табл. 10).

Из таблицы 10 видим, что временные и пространственные значения Me для N1 примерно одинаковы. Если сравнить эти значения с пределами изменения средних арифметических, то увидим, что при временном осреднении значения \bar{X} смещены в сторону больших значений, зато $\sigma(\bar{X})$ имеет не только более узкие пределы, но и меньшие значения, чем $\sigma(Me)$. Таким образом, получили, что для числа дней с осадками справедливо неравенство $\sigma(\bar{X}) < \sigma(Me)$, и, следовательно, для N1 предпочтительнее применение среднего значения, чем медианы.

Таблица 10

Временное и пространственное изменения статистик медианы

Характеристики осадков	Me	$\sigma(Me)$	min	abs(max)	размах
Временное изменение					
N1	2,47-4,53	0,46-0,74	3	6	3
Q1	5,18-13,2	1,38-4,39	1,8-7,9	24,0	5,7-16,1
Пространственное изменение					
N1	2,67-3,75	0,60-0,79	2	5	2
Q1	6,26-9,97	2,29-5,20	2,6-5,6	19,3	7,1-15,2

Соответственно для Q1 при пространственном осреднении все статистики Me, за исключением среднего, больше, чем при временном. Сравнивая их с пределами изменения средних значений Q1, можно отметить, что при временном осреднении область Q1 лежит гораздо ниже области своей Me. О средне-квадратических отклонениях медианы говорить не приходится, т.к. они одного порядка с самой Me. В отличие от N1 все экстремальные значения для Q1 несравнимы – они на порядок больше у Me, чем у \bar{X} . В пространственном распределении \bar{X} и Me отмечается аналогичная картина. Значения моды, как уже отмечалось, удалось рассчитать только для N1 (табл. 11).

Таблица 11

Временное и пространственное распределение моды для N1

Характеристики осадков	Mo	$\sigma(Mo)$	min	abs(max)	размах
Временное изменение					
N1	1,60-4,33	0,92-1,63	0-3	7	3-5
Пространственное изменение					
N1	2,33-3,67	1,08-1,73	1-2	7	3-6

Из таблицы 11 видим, что закономерности соотношений временного и пространственного распределения статистик сохраняются: средние в пространственном распределении колеблются в меньших пределах, а их изменчивость – в больших.

Сравнивая теперь статистики моды с аналогичными характеристиками средних арифметических и медианы, можно отметить, что при временном осреднении M_0 колеблется в несколько меньших, но вполне сравнимых пределах, как со средним значением, так и с медианой. Среднеквадратическое отклонение у M_0 самое большое, а у среднего арифметического – самое маленькое, т.е. это еще раз подтверждает лучшую применимость \bar{X} . Экстремумы у

M_0 больше, чем у \bar{X} и Me . Для пространственного осреднения статистик моды, медианы и среднего отмечаются такие же закономерности, как и для временного.

Максимальные значения. Статистики максимумов совпадают со статистиками размаха, так как минимальное значение не может быть меньше нуля. В общем случае абсолютные максимумы и минимумы встречаются редко, поэтому часто вычисляются средние максимумы и минимумы, которые встречаются ежегодно /7/. Экстремумы же нужной вероятности задаются, как правило, потребителем. Поэтому, сделанное двухвариантное осреднение само по себе может представлять интерес (табл. 12).

Таблица 12

Временное и пространственное изменения максимальных значений

Характеристики осадков	\bar{M}_{max}	$\sigma(max)$	abs(max)	размах (max)	A	Э
Временное изменение						
N1	7,00-9,67	0,74-1,30	11	4	-0,49-0,30	-1,97-1,89
N5	2,93-4,73	0,51-1,64	9	6	-1,20-1,58	-1,78-3,14
Q1	36,29-87,41	7,59-29,85	151,0	101,2	-0,37-2,06	-1,08-5,02
Q5	31,29-80,14	7,88-27,31	129,8	24,2-101,5	0,02-1,93	-1,19-5,07
Пространственное изменение						
N1	7,33-9,08	0,75-1,07	11	4	-0,59-1,31	-0,87-2,81
N5	3,00-3,83	0,87-1,31	6	4	-0,41-0,76	-1,35-0,23
Q1	46,63-68,96	18,80-40,05	151,0	128,1	0,68-1,31	-0,63-1,45
Q5	42,95-63,44	20,25-37,67	148,0	127,9	0,63-1,34	-0,59-1,58

Итак, как видно из этих таблиц, для пространственного распределения N1 имеют место несколько большая изменчивость и большие отличия от нормального закона. Для N5 над ст. Кокшетау статистики достигают своих экстремумов, чего не наблюдалось для N1. Для Q1 по этим данным видно, что осреднение максимумов по пространству дает большие значения декадных средних, а осреднение по времени – большие изменчивости по станциям. Наибольшее число экстремумов отмечается на ст. Астана. Временное и пространственное осреднение для Q5 сохраняет те же черты, что и для Q1. Кроме того, здесь также все экстремумы отмечаются в Астане. Но судя по тому, что все они близки между собой, то очевидно, что максимумы Q1 обусловлены максимумами Q5. Особый интерес для потребителей представляют абсолютные максимумы осадков, которые дают информацию о возможных экстремумах на одной из 5 станций в любой декаде с июля по октябрь. Так, например, число дней с осадками больше или равных 0,1 мм может достигать 11 дней в декаде, т.е. каждый день может идти моросящий дождь. Такие ситуации за 57 лет имели место только в третьих декадах июля, августа и октября на станции Петропавловск. Для количества осадков, а не для числа дней с ними, отмечаются другие закономерности. Так, наибольшее количество осадков (151,0 мм) за декаду в течение 57 лет выпадало в первой декаде августа и только на ст. Астана. Этот максимум обеспечивался более сильными осадками, т.е. теми, которые превышали 5,0 мм.

Заключение

В заключении получены следующие результаты и выводы. На 57-летнем ряду наблюдений (1936-1992) для 5 станций, расположенных в основных зерносеющих областях северной половины Казахстана, были рассчитаны многочисленные статистики характеристик декадных осадков: числа суток с осадками и количества осадков, превышающих или равных 0,1 и 5,0 мм. Проанализирована статистическая структура полей этих характеристик, как во времени, так и в пространстве. Установлено, что наибольшее число дней с осадками и количество осадков в рассматриваемом регионе отмечается в июле и октябре, наименьшее – в сентябре, но в сентябре имеет место наибольшая их изменчивость. Определено, что для декадных осадков стандартное отклонение средних значений меньше, чем для медианы и моды, а для моды – максимально. Из этого сделан вывод, что северная половина Казахстана не относится к засушливой зоне, т.е. неполивное земледелие. Иначе ее называют зоной рискованного земледелия, где отмечается просто большая изменчивость осадков. Получены пределы изменений всех характеристик декадных осадков, которые имеют самостоятельную ценность для потребителя. Обнаружено, что большинство экстремумов всех статистик отмечается на станции Кокшетау.

Литература:

1. Кобышева Н.В. Сколько характеристик у климата // Человек и стихия. - 1988. - С. 37-38.
2. Бондарь Г.М. Характеристика декадных сумм осадков в Северном Казахстане // Тр. КазНИГМИ. - 1977. Вып. 60. - С. 41-43.

3. Ахметова Г.С. Условия формирования и методика прогноза месячного числа дней с осадками в теплом полугодии в Казахстане: Дис. ... канд. географ. наук: 11.00.09. - Защищена 14.11.83. утв. 05.05.84. - М., 1983 - С. 108.
4. Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. - С. 157.
5. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я. Климатологическая обработка метеорологической информации. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - С. 294.
6. Дроздов О.А. Основы климатологической обработки метеорологических наблюдений. - Л.: Гидрометеиздат, 1956. - С. 302.
7. Брукс К., Карузерс Н. Применение статистических методов в метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1963. - С. 416.
8. Гиббс У. Дж. Определение климата // Бюллетень ВМО, - 1987. - Т. 36. - № 4. - С. 373-381.
9. Gibbs W.J. A Drought – watch System // World Climate Programme Report. 1987. № 134. - 120 P.
10. Douglas A.V., Engelhart P.J. Concurrent and lagged relationships between precipitation frequency and 700 mb heights // Proc.Ninth Ann. Climate Diag. Workshop, Covollis, OR. NOAA. - 1985. № 3. - P. 331-340.

Рецензент: д.геогр.н., профессор Эргешов А.А.