

УДК 551.577(574)

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ ПРИ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ И ЗАПАДНЫХ ВТОРЖЕНИЯХ  
НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО И ЮГО-ВОСТОЧНОГО  
КАЗАХСТАНА

Канд. геогр. наук А.Х. Ахмеджанов

Канд. геогр. наук Е.А. Таланов

О.Г. Шестернева

*Исследовано распределение во времени и пространстве суточных сумм осадков для северо-западных (СЗ) и западных (З) вторжений воздуха. По многолетним данным наблюдений (1975-1994 гг.) метеостанций Шымкент, Жамбыл, Алматы ГМО, Талдыкорган и Усть-Каменогорск отдельно для указанных синоптических процессов определены статистические параметры функционально-нормального распределения суточных сумм осадков. Выявленные особенности внутригодового режима выпадения осадков можно использовать при разработке методов их численного моделирования и краткосрочного прогнозирования.*

В случае затока арктических и умеренных воздушных масс на территорию Казахстана, особенно когда вторжения охватывают огромное пространство, синоптические процессы вызывают общее ухудшение погоды. При этом могут возникнуть опасные явления погоды: похолодание и связанные с ним поздние весенние или ранние осенние заморозки; сильные ветры, часто сопровождающиеся пыльными бурями. В горах выпадение осадков способствует сходу снежных лавин или формированию водных паводков и селей. Изучение условий выпадения осадков в горных районах имеет научный и практический интерес, способствует разработке схем численного моделирования и краткосрочного прогнозирования характеристик осадков (слоя, продолжительности и интенсивности) по территории.

Задача данного исследования - выявить, какое место занимают северо-западные и западные вторжения воздушных масс среди синоптических процессов, обуславливающих выпадение осадков в горных районах Южного и Юго-Восточного Казахстана. С помощью анализа выпавших суточных сумм осадков на метеостанциях Шымкент, Жамбыл, Алматы ГМО, Талдыкорган и Усть-Каменогорск были рассчитаны среднее число суток с осадками и значения суточного слоя осадков редкой повторяемости (один раз в пять лет и реже) для каждого месяца года, определены закономерности их многолетнего и внутригодового распределения.

Основой прогнозирования атмосферных осадков является анализ общей циркуляции атмосферы, который включает в себя описание множества непрерывно изменяющихся форм воздушных движений. Выявлены различные во времени и пространстве формы развития атмосферной циркуляции, закономерности смены которых могут служить основой методов метеорологических прогнозов различной заблаговременности. Чтобы изучить закономерности смены форм атмосферной циркуляции необходимо иметь критерий, пользуясь которым можно объективно определять характер, наименования и границы этих стадий. Это можно сделать путем использования соответствующей классификации (типизации) макропроцессов. Главным в той или иной типизации атмосферной циркуляции является степень ее пригодности для решения поставленной задачи. В данном исследовании была использована классификация, предложенная в работе [6], где учтены особенности циркуляции атмосферы Средней Азии, существенно зависящие от физико-географических условий данной территории. При создании этой классификации авторы основывались на фронтологическом анализе. На первое место они ставили представление о типах погоды Средней Азии и четко сформулированную концепцию арктических и тропических вторжений и их роль в формировании погоды и климата в этом регионе. Типизация синоптических процессов над Средней Азией периодически детализировалась и уточнялась. Система типов погоды, установленная в 1935 году, сохраняя неизменной свою основу, подвергалась, по мере накопления опыта, детализации и уточнению [2, 3]. В первом случае определено восемь типов синоптических процессов над территорией Казахстана (в скобках указана повторяемость каждого типа).

1. Вторжение холодного воздуха, прохождение холодных фронтов (60,8 %).
2. Выход Южных циклонов (9,8 %).
3. Центральная часть циклона (7,4 %).
4. Малоподвижные фронты с волнами (4,9 %).
5. Высокий малоподвижный циклон, прохождение вторичных холодных фронтов (3,8 %).
6. Тыловая часть высоких малоподвижных циклонов (7,9 %).
7. Малоградиентная область пониженного давления, прохождение линии неустойчивости (3,7 %).
8. Заполняющая депрессия (1,9 %).

За период с 1968 по 1975 год с фронтальными процессами был связан 141 случай (86,5 %) выпадения обильных осадков, а с внутримассовыми - 22 случая (13,5 %) [2].

В распределении периодов устойчивой циркуляции, которые определялись по продолжительности существования типов W, E, C за последние 90 лет отмечается положительная асимметричность [4]. В подавляющем большинстве случаев каждая форма циркуляции сохраняется в течение трех-семи дней, после чего сменяется другой и хорошо согласуется с существующими представлениями о временных масштабах синоптических возмущений атмосферы. В отдельных случаях периоды устойчивой циркуляции могут быть весьма продолжительными. Начиная с 50-х годов, повторяемость периодов с формой W уменьшается, и возрастает число периодов устойчивой циркуляции с формой E, что свидетельствует о развитии меридиональной циркуляции в последние 30 лет. Само понятие периода устойчивой циркуляции является весьма неопределенным, поэтому установление границ этих периодов в значительной степени субъективно, так как зависит от критериев и принципов, положенных в основу той или иной классификации. Основной вывод, прежде всего, относится к увеличению периодов устойчивой или однородной циркуляции малой продолжительности для зональной и меридиональной циркуляции.

За период 1975-1994 гг., используя визуальные признаки, а именно характер продвижения похолоданий, выделены естественные синоптические периоды (е.с.п.) с северо-западными и западными вторжениями. Продолжительность е.с.п. с осадками колеблется от 2 до 8 суток, а без осадков, как правило, от 3 до 7 суток. Повторяемость

средней продолжительности е.с.п. при северо-западных вторжениях воздуха составляет 25 %, а при западных равна 39 % (М Шымкент) и 29 % (М Алматы ГМО). При северо-западных воздушных потоках число е.с.п. с осадками и без них соответственно равно 94 и 81 в Шымкенте, 149 и 21 - в Алматы. Западных вторжений за рассматриваемый 20-летний период наблюдается в 2-3 раза больше: число е.с.п. с осадками и без них равно 291 и 163 (М Шымкент), 378 и 75 (М Алматы ГМО). Приведенные данные свидетельствуют о том, что насыщение массы при северо-западных вторжениях, приближаясь к горам Заилийского Алатау, значительно больше (увеличение числа е.с.п. составляет почти 60 %), чем при западных, когда число е.с.п. возрастает всего на 30 %. При недостаточном насыщении влагой масс воздуха, когда осадки не выпадают, наблюдается противоположная направленность развития процессов, то есть их ослабление, а, следовательно, число е.с.п. уменьшается на 70 % и 50 % соответственно.

Наибольшее количество осадков при северо-западных вторжениях выпадает зимой в Шымкенте, за е.с.п. 61,5 мм (за сутки 36,9 мм), тогда как в Алматы максимум осадков за е.с.п. 66,6 мм (за сутки 47,0 мм) приходится на весну и начало лета. Для западных вторжений характерно выпадение максимума осадков в конце весны. Так, в Шымкенте выпало 69,5 мм за е.с.п., включая суточную сумму осадков 57,8 мм, а в Алматы наибольшее количество осадков составило 73,4 мм и 47,6 мм соответственно.

За рассматриваемый 20-летний период рассчитано  $R$ -соотношение числа суток с осадками и общего их количества в году отдельно для северо-западных и западных вторжений. Над территорией Южного Казахстана с 1975 по 1989 год наблюдается преобладание насыщенных влагой масс воздуха при западных вторжениях над северо-западными. Начиная с 1990 года, картина меняется на противоположную, то есть резко уменьшается количество е.с.п. с осадками при западных вторжениях, но возрастает соотношение  $R$  при северо-западных процессах. Выделяется довольно большой период, с 1976 по 1985 год, когда наблюдалось довольно устойчивое соотношение  $R$  при западных (около 0,4) и северо-западных (около 0,1) вторжениях.

По мнению ряда отечественных и зарубежных ученых [8], неудержимый рост меридиональных процессов типа Е в атмосфере северного полушария начался примерно в 1966 г. Одновременно с этим

обозначился рост повторяемости быстро перемещающихся волн, которые можно отнести, по классификации Вангенгейма, к широтному типу процессов. Начиная с 1976 года, произошла смена циркуляционных эпох и поэтому меридиональные процессы типа Е стали носить черты широтных. По нашим данным, в 1990 г. резко уменьшилось количество атмосферных процессов западного направления, а число вторжений воздуха северо-западного направления значительно возросло. В рассматриваемых синоптических процессах наблюдается четко выраженный годовой ход повторяемости числа суток с осадками. На юге Казахстана число суток с осадками при западных вторжениях относительно их общего количества за месяц, имеет наибольшее соотношение (0,40-0,46) в сентябре-октябре. Второй небольшой всплеск ( $P=0,25$ ) наблюдается в апреле, а наименьшее значение  $P=0,18$  в феврале, марте, июне. При северо-западных вторжениях пик соотношения ( $P=0,20$ ) смещается на август, а наименьшее значение ( $P=0,05$ ) наблюдается в июле и октябре.

Соотношение числа суток с осадками при северо-западных и западных вторжениях воздуха как в среднем по годам, так и внутри года на станциях Талдыкорган и Усть-Каменогорск несколько выше и практически повторяет таковое для станций Южного Казахстана. В восточных районах Казахстана наиболее высокая повторяемость числа суток с осадками при соответствующих атмосферных процессах приходится на август (0,22-0,27) и на сентябрь - октябрь (0,46-0,54). При западных вторжениях воздуха наблюдается второй максимум в январе (0,34-0,35).

Для статистического анализа суточных и полусуточных количеств осадков широко используют аналитические распределения-кривые Пирсона [5, 8], логарифмически-нормальное [1] и другие функционально-нормальные распределения [7]. Результаты статистического анализа могут быть несопоставимыми или неподдающимися корректной интерпретации из-за различия теоретических схем и параметров распределений. За 20-летний период по месяцам года определены параметры функционально-нормального распределения по полной совокупности суточных сумм осадков ( $N$ ), а именно, среднее число суток с осадками ( $m$ ), параметр асимметрии ( $nH$ ), среднее ( $x$ ) и среднее квадратическое отклонение  $S(x)$  преобразованной величины

$$x = (N + 1)^{nH} \ln N.$$

В июне-сентябре наблюдается наименьшее среднее число суток с осадками при западных вторжениях воздуха, их число составляет 1,2-1,4 суток в Шымкенте и 0,8-2,1 суток в Жамбыле; при северо-западных процессах значения  $m$ , как правило, менее 1. В это время в Алматы среднее число суток с дождем достигает значений 3,1-3,9 и 1,4-2,1 соответственно. На юге Казахстана за рассматриваемый период количество случаев для статистического анализа недостаточно, особенно в июне-сентябре, поэтому полученные результаты можно считать ориентировочными.

Для западных вторжений воздуха среднее число суток с осадками имеет наибольшее значение в октябре на станциях Талдыкорган ( $m = 5$  суток) и Усть-Каменогорск ( $m = 6,6$  суток). Для северо-западных синоптических процессов в августе параметр  $m$  достигает значения в августе, 1,4 и 3,0 суток соответственно.

Эмпирические кривые обеспеченности по полной совокупности суточных сумм осадков имеют положительную асимметрию ( $nH$  менее 0,5), а средние значения слоя осадков значительно больше 1 мм.

При анализе внутригодового хода суточного слоя осадков, вероятностью не превышения 5 %, можно выделить следующие особенности для западных и северо-западных направлений передвижения фронтальных зон. Для первой синоптической ситуации выделяются два максимума по слою осадков: в мае значения  $H_{5\%}$  составляют 55-75 мм и в ноябре  $H_{5\%}$  равны 30-45 мм. Зимой наблюдается наименьшее количество осадков ( $H_{5\%} = 15$  мм). При северо-западном направлении атмосферного фронта максимум осадков приходится также на май и октябрь ( $H_{5\%} = 55$  мм). В Талдыкоргане при северо-западных атмосферных процессах внутригодовой ход колебания суточных сумм осадков ( $H_{5\%}$ ) имеет равномерный характер с марта по декабрь (в пределах 15-25 мм), уменьшаясь до 5 мм в феврале. При западных вторжениях воздуха отмечается два максимума: первый - в июне ( $H_{5\%} = 57$  мм); второй - в сентябре ( $H_{5\%} = 38$  мм). В Усть-Каменогорске наблюдается один максимум суточных сумм осадков в августе ( $H_{5\%} = 71$  мм).

Таким образом, в течение всего года, как правило, осадки по слою при западных вторжениях несколько превышают или равны таковым при северо-западных процессах. На юге Казахстана наи-

большее увлажнение по суточному слою осадков наблюдается в мае и октябре-ноябре. По мере продвижения на восток фронтальных зон наблюдается смещение пиков максимума увлажнения на июнь и сентябрь (Талдыкорган), которые в районе Усть-Каменогорска сливаются в единый максимум, приходящийся на август. Следует отметить, что при других направлениях движения атмосферных фронтов (кроме западных и северо-западных) над Южным Казахстаном выпадает значительно больше по слою осадков лишь в феврале-апреле, а ближе к горам - в мае-октябре. Для того, чтобы получить устойчивые статистические параметры и надежные выводы, необходимо выполнить аналогичный анализ данных об осадках за более продолжительный период.

Итак, увеличение увлажнения юга и юго-востока Казахстана атмосферными осадками происходит за счет обострения атмосферных фронтальных зон под воздействием рельефа местности. Основные особенности пространственно-временного распределения осадков следующие:

- в период 1975 - 1989 гг. наблюдалось устойчивое преобладание западных вторжений воздуха над северо-западными, обуславливающих выпадение осадков. Начиная с 1990 г., резко уменьшилось количество синоптических процессов, имеющих западное направление;

- на долю западных и северо-западных вторжений воздуха приходится до 55 % суток с осадками в августе-сентябре, 20-25 % в феврале-марте на юге республики и достигает 60-70 % в августе-октябре на востоке рассматриваемой территории;

- на юге территории республики увеличение осадков наблюдается в мае ( $H_{5\%} = 55-75$  мм) и октябре ( $H_{5\%} = 45-55$  мм). По мере перемещения атмосферных фронтов на восток максимум осадков смещается в Талдыкоргане на июнь ( $H_{5\%} = 55$  мм) и сентябрь ( $H_{5\%} = 35$  мм), а в Усть-Каменогорске на август ( $H_{5\%} = 70$  мм).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветлицкая Г.К. К вопросу о полях летних осадков в горах как объекте прогноза //Тр. КазНИГМИ. -1992. - Вып. 111. - С. 112 - 122.

2. Дейчева В.Г. Аэросиноптические условия выпадения обильных осадков на территории Казахстана // Тр. КазНИГМИ. - 1978. - Вып.72. - С. 86 - 99.
3. Кондрашов И.В. Синоптико-метеорологические условия при лавиноопасных снегопадах в бассейне реки Малой Алматинки // Сб. работ Алматинской ГМО. -1978. - Вып. 8. - С. 30 - 47.
4. Николаев Ю.В., Колтаков Ю.Н. Климатические колебания общей циркуляции атмосферы (по данным классификации Г.Я. Вангенгейма - А.А. Гирса // Метеорология и гидрология. -1983. - № 11. - С. 14 - 19.
5. Пархоменко И.В. О некоторых особенностях режима выпадения осадков в холодное время года на территории Казахстана // Тр. КазНИГМИ. - 1992. - Вып. 111. - С. 105 - 111.
6. Синоптические процессы Средней Азии / В.А. Бугаев, В.А. Джорджио, Е.М. Козик и др. - Ташкент: Изд. АН УзССР, 1957. - 478 с.
7. Таланов Е.А. Статистические закономерности пространственного и временного распределения дождей в горных районах Казахстана //Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геогр. наук. - Алматы. - 1994. - 27 с.
8. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. - СПб. : Гидрометеиздат, 1991. - 304 с.

Казахский научно-исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата



**ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС  
ҚАЗАҚСТАН АУМАҒЫНА СОЛТҮСТІК-БАТЫСТАН  
ЖӘНЕ БАТЫСТАН КЕЛЕТІН ЖАУЫН ШАШЫННЫҢ  
БӨЛІНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Геогр. ғ. канд. А.Х. Ахметжанов  
Геогр. ғ. канд. Е.А. Таланов  
О.Г. Шестернева

Солтүстік-батыстан (СБ) және батыстан (Б) келетін ауа үшін уақыт пен кеңістіктегі жауын-шашынның тәуліктік жиынтығының бөлінуі зерттелді. Шымкент, Жамбыл, Алматы ГМО, Талдықорған және Өскемен метеостансаларының көпжылы (1975-1994 ж.ж.) бақылау деректері бойынша аталған синоптикалық үрдістер үшін тәуліктік жауын-шашын жиынтығының функциянальді-қалыпты бөлінуінің статистикалық параметрлері жекелей анықталды. Жауған жауын-шашын түзілімінің анықталған ішкі жылдық ерекшеліктерін сандық модельдендіруді және қысқа мерзімді болжамдардың әдістерін өзірлеу барысында қолдануға болады.