

ГРОЗЫ В СЕВЕРНОМ, СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КЫРГЫЗСТАНЕ

Ю.А. Подрезова – аспирант

Приводятся расчётные климатические данные об основных характеристиках гроз (частота, длительность, число грозочасов, годовой ход) на территории Северного, Северо-Западного Кыргызстана по многолетним данным (1960–1991 гг.) 15 метеостанций Кыргызгидромета.

Ключевые слова: Северный; Северо-Западный Кыргызстан; климатические характеристики гроз.

Исследование режима гроз в Северном, Северо-Западном Кыргызстане, под которым будем понимать Чуйскую, Чон-Кеминскую и Таласскую долины с их горными обрамлениями, является весьма важной задачей, учитывая, что это район наиболее интенсивной хозяйственной деятельности, где расположена столица республики г. Бишкек и находится её основной аэропорт Манас.

Статистические расчёты климатических характеристик гроз (частоты или числа случаев – x , длительности отдельной грозы – t и интегрального годового числа грозочасов – n), как и в [1, 2], были сделаны за общий 31-летний период 1960–1991 гг. по 15 метеостанциям Кыргызгидромета, которые располагались в диапазоне высот от 596 до 3225 м и зарегистрировали 7602 грозы. Рассчитаны средние значения характеристик \bar{x} , \bar{t} , \bar{n} (грозочасов – г.ч.) и коэффициенты их междугодовой вариации (соответственно – $c(x)$, $c(t)$ и $c(n)$), характеризующие временную изменчивость. Все эти данные приведены в табл. 1 по каждой станции, а также усреднено по долинам с их горными обрамлениями.

Частота гроз. На территории Северного, Северо-Западного Кыргызстана по данным 15 станций многолетняя среднегодовая частота гроз (климатическая норма) $\bar{x} = 18,2$ (табл. 1) при коэффициенте междугодовой вариации $c(x) = 0,42$. Наименьшее их число наблюдается в западной Таласской долине ($\bar{x} = 15,7$; $c(x) = 0,57$), а наибольшее в восточной Чон-Кеминской долине ($\bar{x} = 36,6$; $c(x) = 0,34$). В Чуйской долине, расположенной в центре исследуемого района, оно близко к общему среднему ($\bar{x} = 18,1$; $c(x) = 0,40$). Таким образом, в средних данных прослеживается тенденция увеличения числа гроз с запада на восток, что может объясняться тем, что фронтальные атмосферные процессы, при которых преимущественно развива-

ются грозы, смещаются в целом с запада на восток, обостряясь по мере их натекания на горную систему Северного Тянь-Шаня.

Приведенные умеренные значения коэффициентов вариации говорят о том, что частота гроз стабильна от года к году. Максимальные вероятные значения $x_{\text{макс}}(p)$ с задаваемой обеспеченностью p , равной 0,889, 0,937 и 0,960, могут быть рассчитаны по неравенству Чебышева [1–3].

Из табл. 2 видно, что в отдельные годы в Чуйской и Таласской долинах максимальное число гроз в 2,5–3,5 раза больше многолетних средних.

Изменение \bar{x} с высотой наиболее адекватно описывается параболической регрессией второго порядка (с коэффициентом параболической корреляции $r_2 = 0,42$):

$$\bar{x} = -1,55 z^2 + 3,683 z + 17,625 \pm 4,6, \quad (1)$$

где $\pm 4,6$ – стандартная ошибка регрессии; z , км.

Расчет по (1) дает следующее высотное распределение \bar{x} :

z , км	0,6	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5
\bar{x}	19,3	19,5	19,8	19,7	18,8	17,2	14,7	11,5.

Максимальная частота гроз (около 20) соответствует долинам и подножью склонов (до высоты 1–1,5 км), существенно убывая к высотам 3–3,5 км до 12–15 гроз в году.

Корреляционная связь \bar{x} с долготой места λ линейна ($r_1 = 0,48$) и имеет регрессию:

$$\bar{x} = 2,3089 \lambda - 152,45 \pm 5,2, \quad (2)$$

которая дает возрастание гроз с запада на восток в два раза:

λ^0	71,5	72	73	74	75	76	76,5
\bar{x}	12,5	13,7	16,0	18,4	20,7	23,1	24,2.

Множественная линейная зависимость частоты гроз \bar{x} от двух предикторов – z и λ имеет вид:

$$\bar{x} = -129,2 - 1,8116 z + 2,0353 \lambda \pm 5,1, \quad (3)$$

Таблица 1

Статистические характеристики гроз по метеостанциям

Станция	z, км	Частота x		Длительность t		Грозочасы n	
		\bar{x}	$c(x)$	\bar{t} , час	$c(t)$	\bar{n} , г.ч	$c(n)$
<i>Чуйская долина с горным обрамлением</i>							
Чуйская	0,596	29,94	0,34	1,23	0,93	28,15	0,40
Бишкек	0,756	20,16	0,29	2,33	1,42	47,10	0,54
Калининское	0,770	19,78	0,43	1,84	1,52	36,48	0,60
Токмак	0,817	12,19	0,42	1,24	1,11	15,10	0,53
Юрьевка	1,579	22,87	0,33	1,65	1,94	32,67	0,65
Байтык	2,130	18,37	0,31	1,00	0,84	22,77	0,42
Ала-Арча	1,028	19,74	0,41	0,96	1,18	17,55	0,87
Тюя-Ашу сев.	3,090	11,41	0,45	0,89	0,90	10,02	0,60
Тюя-Ашу юж.	3,225	15,04	0,59	0,90	0,93	13,56	0,84
Среднее по 1–9:		18,06	0,40	1,34	1,20	24,82	0,61
<i>Чон-Кеминская долина</i>							
Новороссийка	1,532	31,61	0,34	2,21	1,33	69,86	0,63
<i>Таласская долина с горным обрамлением</i>							
Кировское	0,855	16,58	0,31	1,85	0,98	30,60	0,52
Талас	1,216	19,19	0,33	1,89	0,76	35,22	0,43
Ак-Таш	2,100	19,13	0,49	1,18	0,82	22,63	0,69
Орток	2,190	7,29	0,44	0,95	0,83	6,89	0,58
Алабель	3,213	16,34	0,80	0,90	0,96	14,63	0,77
Среднее по 11–15:		15,71	0,57	1,35	0,87	22,08	0,60
Общее среднее по 1–15:		18,18	0,42	1,40	1,10	26,91	0,61

Таблица 2

Частота гроз

Долина	Обеспеченность		
	0,889	0,937	0,960
Таласская	42	51	60
Чуйская	40	47	54
Чон-Кеминская	64	75	85

Таблица 3

Годовой ход относительной частоты гроз (%) по различным долинам Северного, Северо-Западного Кыргызстана

Долина	Месяц								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11–12
Чуйская	0,16	3,6	15	35	31	13	2,4	0,31	0,07
Чон-Кеминская		3,3	17	34	25	15	5,6	0,41	
Таласская	0,07	2,7	16	35	29	13	4,1	0,04	
Среднее	0,12	3,4	16	35	29	13	3,0	0,24	0,04

Регрессии (3) соответствует коэффициент множественной корреляции $R = 0,56$ (значим на уровне доверительной вероятности 0,95) и стандартная ошибка $\pm 5,1$. Это уравнение рекомендуется в качестве наилучшей статистической модели для аппроксимации территориального распределения частоты гроз в Северном, Северо-Западном Кыргызстане.

Годовой ход относительной частоты гроз, т.е. их повторяемость по месяцам, выраженная в % от \bar{X} для года, представлена в табл. 3, из которой видно, что редкие грозы на отдельных станциях могут происходить весной в марте, а осенью в октябре и, крайне редко, в ноябре-декабре. Но активный грозовой сезон во всех долинах начинается в апреле, когда их повторяемость составляет 3–4%. В мае она быстро растет (15–17%), достигая максимума в июне (35%), несколько уменьшается в июле (до 25–30%) и резко падает в августе (13–15%) и в сентябре (3–6%), когда активный грозовой сезон заканчивается. По отдельным станциям картина принципиально остается такой же.

Длительность отдельной грозы. В среднем по территории Северного, Северо-Западного Кыргызстана (табл. 1) климатическая норма длительности грозы $\bar{t} = 1,40$ ч, по Чуйской долине $\bar{t} = 1,34$ ч, по Таласской – 1,35 ч, а по Чон-Кеминской по данным одной станции – значительно больше, $\bar{t} = 2,21$ ч. При этом колебания длительностей по отдельным станциям находятся в пределах от $\bar{t} = 0,89$ ч (Тюя-Ашу сев.) до 2,33 ч (Бишкек), так что отношение максимум/минимум равно 3,7.

Связь \bar{t} с высотой z достаточно сильна и по форме обратная линейная: $r_1 = -0,68$, уравнение регрессии имеет вид (z , км; t , час):

$$\bar{t} = -0,370 z + 2,02 \pm 0,29, \quad (4)$$

где $\pm 0,29$ ч – стандартная ошибка регрессии.

В соответствии с (4) убывание средних длительностей происходит с вертикальным градиентом – 0,37 ч/км и на различных высотах составляет:

z , км	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
\bar{t} , час	1,84	1,65	1,47	1,28	1,10	0,91	0,73.

Видно, что от днищ долин и подножий склонов 0,75–1,5 км к высотам гребней хребтов \bar{t} убывает примерно в два раза, от 1,74–1,47 ч до 0,73 ч. Высотная зависимость (4) может быть рекомендована к практическому использованию для оценки средних климатических норм длительностей в качестве наиболее адекватной статистической модели.

Возможные максимальные длительности отдельных гроз будут в 4–5 раз больше средних, что вытекает из больших коэффициентов вариации $c(t)$: в среднем по всей территории $\bar{c}(t) = 1,10$, по Чуйской долине $\bar{c}(t) = 1,20$, по Таласской несколько меньше, $\bar{c}(t) = 0,87$, а по Чон-Кеминской он наиболее высок, $\bar{c}(t) = 1,33$. Оценки $t_{\max}(p)$, сделанные по неравенству Чебышева [1–3] и данным о $\bar{c}(t)$ и \bar{t} , оказались следующими (час):

Обеспеченность	$p = 0,889$	$p = 0,937$	$p = 0,960$
Чуйская долина	6,2	7,8	9,4
Таласская долина	6,0	7,6	9,1
Чон-Кеминская долина	11,0	14,0	16,9.

Из этих данных следует, что возможны погодные ситуации, когда грозы могут наблюдаться в течение четверти суток – полусуток. Данные о вероятных максимальных длительностях можно дополнительно дифференцировать по высоте с учетом (4), не подразделяя по долинам, тогда получим значения (час):

z , км	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
$t_{\max}(0,889)$	7,9	7,1	6,3	5,5	4,7	3,9	3,1
$t_{\max}(0,937)$	9,9	8,9	7,9	6,9	5,9	4,9	3,9
$t_{\max}(0,960)$	12,0	10,7	9,6	8,3	7,2	5,9	4,8.

Эти оценки позволяют наглядно судить о возможной максимальной длительности отдельных гроз в разных высотных зонах.

В Чуйской и Таласской долинах в апреле средние длительности составляют 0,85–0,90 ч и монотонно увеличиваются к июлю, где наблюдается их максимум (1,43–1,46 ч), после чего они уменьшаются к сентябрю до 0,88–1,26 ч. В Чон-Кеминской долине изменение \bar{t} имеет такой же качественный вид, но их численные значения значительно больше – с максимумом в июне, равным 2,83 ч. Такой годовой ход \bar{t} легко объясним: наиболее долго в течение суток условия для развития гроз сохраняются в июне – июле при наибольшей дневной инсоляции и наибольшей длительности дня.

Интегральное годовое число грозочасов.

Этот показатель является основной характеристикой грозоопасности территории, объединяя показатели частоты и длительности гроз. В среднем по всему региону Северного Кыргызстана в году наблюдается $\bar{n} = 26,9$ г.ч., по Чуйской долине $n = 24,8$ г.ч., по Таласской $n = 22,1$ г.ч., а одна станция Чон-Кеминской долины за счет более высокой частоты и длительности гроз дает гораздо большую норму грозочасов $\bar{n} = 69,9$ г.ч.,

что в 2,6 раза выше среднего по региону. Колебания \bar{n} по станциям лежат в пределах от 6,89 (Орток), до 69,86 г.ч. (Новороссийка), так что отношение максимум/минимум составляет 10,1.

Отмечено достаточно хорошо выраженное линейное убывание \bar{n} с высотой места z : $r_1 = -0,53$ (значим при $p = 0,95$), а соответствующая парная регрессия имеет вид (z , км):

$$\bar{n} = -9,3031 z + 42,447 \pm 13,82, \quad (5)$$

где $\pm 13,82$ г.ч. – стандартная ошибка регрессии.

Зависимость (5) рекомендуется к практическому использованию. Так, для стандартных высот через 0,5 км оценки \bar{n} по ней будут следующими:

z , км	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5
\bar{n} , г.ч.	36,9	33,1	28,5	23,8	19,2	14,5	9,9.

Видно, что имеет место уменьшение \bar{n} от 1 км к 3,5 км (гребни хребтов) в 3,3 раза, от 33 до 10 г.ч.

Парная линейная корреляционная зависимость \bar{n} от долготы имеет $r_1 = 0,40$ и регрессию:

$$\bar{n} = 5,4628 \lambda - 376,79 \pm 15,7, \quad (6)$$

расчеты по которой дают значительный рост (в 3 раза) числа грозочасов от западных к восточным границам региона:

λ^0	71,5	72	73	74	75	76	76,5
\bar{n} , г.ч.	13,8	16,5	22,0	27,5	32,9	38,4	41,1.

В результате, наиболее качественной аппроксимацией территориального распределения \bar{n} будет множественная линейная регрессия, учитывающая одновременно влияние высоты и долготы места

$$\bar{n} = -274,8 - 8,3025 z + 4,2703 \lambda \pm 14,0, \quad (7)$$

которой соответствует $R = 0,61$ (значим при $p = 0,95$). Поэтому зависимость (7) рекомендуется для практического использования в качестве наилучшей из возможных статистических моделей при имеющемся объеме исходных данных.

Временная изменчивость грозочасов от года к году достаточно велика: среднее по региону $c(\bar{n}) = 0,61$ и мало различается по отдельным долинам. Если сделать оценки $n_{\max}(p)$ по неравенству Чебышева [1–3], то с учетом высотной зависимости (5) получим следующие их значения (г.ч.):

z , км	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5
$n_{\max}(0,889)$	104	94	81	67	54	41	28
$n_{\max}(0,937)$	127	114	98	82	66	50	34
$n_{\max}(0,960)$	149	134	115	96	78	59	40.

Как видно, при различных обеспеченностях n_{\max} убывают с высотой от 0,6 км (нижняя отметка Чуйской долины) к гребням хребтов (3,5 км) от 104–149 г.ч. до 28–40 г.ч. При этом на всех высотах максимальные значения в 3–4 раза превышают средние.

Таким образом, грозовая деятельность в Северном Кыргызстане является достаточно интенсивной и сильно меняющейся по территории в зависимости от высоты и долготы места. Полученные нами результаты весьма существенно уточняют и расширяют картину климатического режима гроз по сравнению с имевшимися первоначальными представлениями [4, 5, 6]. Количество эта картина достаточно хорошо выражается полученными регрессионными зависимостями характеристик от высоты и долготы места.

Литература

1. Подрезова Ю.А. Длительность гроз в горном обрамлении Ферганской впадины // Вестник КРСУ. – 2009. – Т. 9. – №2.
2. Подрезова Ю.А. Повторяемость гроз в горном обрамлении Ферганской впадины // Вестник КРСУ. – 2009. – Т. 9. – №1. – С. 138–143.
3. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1965. – 512 с.
4. Апостолатов Г.А. Грозовая деятельность на территории Киргизской ССР // Изд. АН Кирг. ССР. – 1960. – Т. 2. – Вып. 7. – С. 43–76.
5. Климат Киргизской ССР. – Фрунзе: Илим, 1965. – 292 с.
6. Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 336 с.
7. Атмосфера: Справочник. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 509 с.
8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Вып. 32. Киргизская ССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 375 с.
9. Подрезов О.А., Джаксыбаев М.А., Мезгин В.А., Чен Б.Б. Климатические условия Кыргызстана (для технических приложений). – Бишкек: Илим, 1992. – 170 с.
10. Справочник по климату ССР. Вып. 32. Киргизская ССР. Ч. 5. Облачность и атмосферные явления. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 203 с.