

УДК 551.553.12+551.555.3

СИЛЬНЫЕ ВЕТРЫ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА

А.О. Подрезов

На основании статистической обработки и анализа многолетних данных наблюдений 96 метеостанций Кыргызстана и сопредельных Республик, а также ветровых съемок в гребневых зонах хребтов, рассматриваются закономерности территориального распределения характеристик (частота, длительность, направления, скорости и др.) режима сильных ветров, необходимые для решения различных прикладных задач.

В метеорологии под сильными ветрами, которые коротко называют бурями, обычно понимают усиления скорости ветра до значений 15 м/с, измеренные на высоте 10 м над поверхностью земли и имеющие период осреднения 10 минут [1, 5-7]. Сильные ветры являются важной климатической характеристикой территории [4, 10, 12]. Они влияют на многие виды хозяйственной деятельности. Во время бурь затруднены или прекращаются строительные работы, движение автотранспорта, невозможен взлет и посадка самолетов, возникают особо интенсивные метели, пыльные бури, волнения на озерах и водохранилищах, инженерные сооружения (телемачты, линии электропередачи, здания и др.) испытывают большие ветровые нагрузки и могут быть разрушены.

В целом интенсивность буревой деятельности на территории Кыргызстана мала, что в значительной мере объясняется тормозящим влиянием гор на режим ветра у земли. Число дней в году с сильным ветром в большинстве районов не превышает 10 – 15, тогда как в сопредельных степях Казахстана оно достигает 40 – 60 и даже более при удалении от гор всего на сотни километров [3, 6, 7].

Мощные горные системы Средней Азии – Тянь-Шань и Памиро-Алай оказывают существенное влияние на циркуляцию атмосферы, приводя к ветвлению высотной планетарной фронтальной зоны, а также к торможению воздушных течений над горами [7]. Еще в работе [3] на основании анализа приземных и шаропилотных данных было показано, что слабые (1...3 м/с) средние скорости ветра на территории Тянь-Шаня объясняются не малыми

барическими градиентами, а тормозящим влиянием горной страны на потоки в атмосфере над горами.

Проведенный нами анализ современных аэрологических данных показал, что тормозящее влияние Тянь-Шаня сказывается одинаково сильно над всей областью гор, включая их наветренную западную периферию, касательные к воздушным потокам северные области и обширное внутреннее нагорье (Внутренний Тянь-Шань) [2]. В табл.1 приведены рассчитанные средние высоты изотах по данным радиозондирования по 4 группам станций, первая из которых находится далеко за пределами гор и не испытывает их влияния, вторая и третья расположены в предгорьях, а четвертая – внутри горной страны. Причем в нее включены также памирские станции Хорог и Тахтамышбек.

Таблица 1

Средние значения высот изотах 3, 5, 7 и 10 м/с над уровнем моря (км) зимой и летом по группам аэрологических станций

Станция	z, км	Удаление от гор, км	Скорость у земли, м/с	Изогаха, м/с			
				3	5	7	10
Зима (январь)							
1. Равнинные (удаление от гор более 100 км)							
Кзыл-Орда	0,13	800	3,5	-	0,21	0,31	2,32
Тамды	0,23	500	3,8	-	0,34	0,51	3,23
2. Предгорные (на западной наветренной стороне гор)							
Ташкент	0,48	65	1,8	0,69	2,38	2,98	>3,5
Джамбул	0,62	40	2,7	0,67	1,05	1,58	3,05
3. Предгорные (на северной касательной стороне гор)							
Фрунзе	0,76	40	1,9	1,00	2,27	3,06	3,76
Алма-Ата	0,85	30	1,0	1,70	2,38	3,01	3,82
4. Горные (в центре горной страны)							
Нарын	2,04	-	1,2	2,71	3,22	3,64	4,26
Хорог	2,09	-	1,8	2,35	3,97	4,50	5,15
Тахтамышбек	3,73	-	1,9	3,90	4,29	4,63	4,98
Лето (июль)							
1. Равнинные (удаление от гор более 100 км)							
Кзыл-Орда	0,13	800	2,8	0,14	0,25	0,35	>3,2
Тамды	0,23	500	2,1	0,28	0,40	0,52	>3,3

Станция	z, км	Удаление от гор, км	Скорость у земли, м/с	Изотаха, м/с			
				3	5	7	10
2. Предгорные (на западной наветренной стороне гор)							
Ташкент	0,48	65	1,9	0,64	3,48	>4,0	
Джамбул	0,62	40	2,7	0,67	1,37	>3,7	
3. Предгорные (на северной касательной стороне гор)							
Фрунзе	0,76	40	2,2	0,89	3,00	3,69	>4,0
Алма-Ата	0,85	30	1,5	1,45	3,16	>3,85	
4. Горные (в центре горной страны)							
Нарын	2,04	-	3,1	-	3,39	4,08	>5,1
Хорог	2,09	-	2,0	2,34	4,59	>5,5	
Тахтамышбек	3,73	-	2,6	3,80	4,68	5,21	6,15

Видно, что зимой, вследствие инверсий температуры и ослабления вертикального турбулентного обмена, потоки в атмосфере свободно скользят над горными инверсиями, не взаимодействуя с приземными слоями, где в результате этого господствуют слабые ветры и затишья. Над горами при переходе через приземные слои скорости быстро растут с высотой, но это происходит уже выше среднего уровня гор, т.е. с высот 3,5–4 км [1]. Летом вертикальный турбулентный обмен усиливается. Переходный слой между малыми скоростями у поверхности гор и над ними увеличивается с одновременным небольшим усилением скоростей внизу. Однако в целом картина остается такой же, как и зимой.

Рассмотрим распределение основных режимных характеристик бурь на территории Кыргызстана – частоты, повторяемости направлений ветра, температуры воздуха в периоды их развития (температуры бурь) и максимальные скорости ветра. Будем использовать общепринятое климатическое деление Кыргызстана на 4 области: 1. северный, северо-западный Кыргызстан (Чуйская, Таласская и Чон-Кеминская долины с их горными обрамлениями); 2. юго-западный Кыргызстан (Ферганская и Алайская долины с горными обрамлениями); 3. Иссык-Кульская котловина с ее горным обрамлением; 4. Внутренний Тянь-Шань (внутреннее нагорье южнее хребтов Таласского, Киргизского, Терской Ала-Тоо и западнее Ферганского [1, 5].

Для краткости введем следующие обозначения: \bar{n} , n_m – средняя годовая и максимальная в году (с вероятностью 90%) частота бурь, $C(n)$ – коэффициент межгодовой вариации частоты, $\bar{\tau}$ и τ_m – средняя и максимальная длительность бурь, \bar{T} – средняя температура в периоды развития бурь (буревая температура), ΔT_p – диапазоны буревых температур с вероятностью $p = 0,90$ и $p = 0,98$.

В днищах долин северного, северо-западного Кыргызстана фоновая частота бурь мала: $\bar{n} \leq 10 - 15$. Их средняя продолжительность $\bar{\tau}$ около 1 часа, а максимальная τ_m – 3–5 ч. Бури здесь в основном наблюдаются весной и летом (70 - 80%), реже – осенью и зимой (20 - 30%). Преобладающие направления ветра – западные и близкие к ним румбы. Это говорит о том, что, как правило, бури связаны с прохождением атмосферных фронтов и в меньшей степени с развитием внутримассовых гроз. Бури наблюдаются в широком диапазоне температур: $\bar{T} = 13. \dots 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta T_{0,98} = -5 \dots 33 \text{ }^\circ\text{C}$.

На фоне такой малоинтенсивной буревой деятельности выделяются локальные районы, где она несколько повышена. Это крайняя северо-восточная часть Чуйской долины ($\bar{n} = 15. \dots 20$, $n_m = 30. \dots 40$), расположенная на периферии области распространения местных курдайских ветров, и район выхода р. Нарын в Ферганскую долину (шамалдысайский ветер) [9]. Бури здесь могут иметь аномальные СВ, В направления (до 40. . . 60 %), они достаточно часто наблюдаются в зимний период (до 25%) и соответственно имеют расширенную слева область вероятного диапазона температур ($\Delta T_{0,98} = -10 \dots 32 \text{ }^\circ\text{C}$).

Интегральной характеристикой частоты и длительности бурь является среднее количество часов с бурей в году (буречасов) $L = \bar{n} \cdot \bar{\tau}$. На рис.1 приведена схематическая картина территориального распределения L по всей территории Кыргызстана. Как видно, для днищ долин его северной, северо-западной и юго-западной областей $L \leq 15$, кроме двух названных локальных районов, где $L = 30$.

Максимальные скорости ветра в долинах северного, северо-западного и юго-западного Кыргызстана невелики. Если через V_1 и V_{10} обозначить скорости ветра, вероятные ежегодно и 1 раз в десять лет, то будем иметь характерные значения $V_1 = 15. \dots 18$, а $V_{10} = 21. \dots 25 \text{ м/с}$. Они соответствуют условиям незащищенного расположения ветроизмеритель-

ных приборов. В населенных пунктах, лесонасаждениях и складках местности скорости могут быть ниже на 3. . . 5 м/с и более.

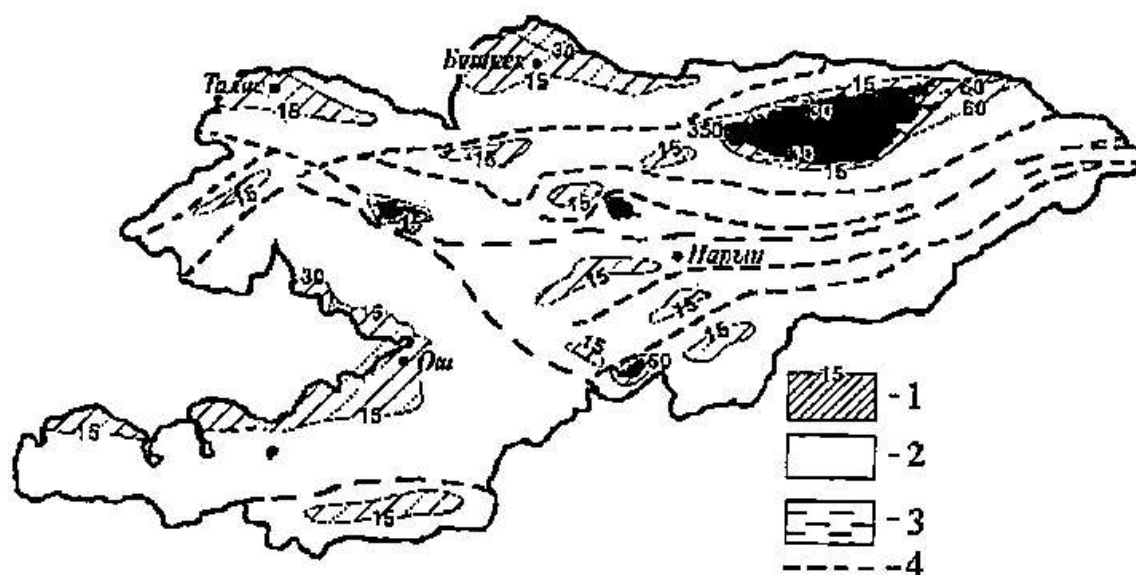


Рис. 1. Схематическая карта годовой длительности бурь L (буречасы) на территории Кыргызстана.

1 – области днищ долин и котловин с различными значениями буречасов; 2 – области склонов хребтов со значением буречасов от 16 до 30; 3 – переходная область в зоне с уланом; 4 – гребни основных хребтов.

Все склоновые метеостанции, расположенные на хребтах северного, северо-западного и юго-западного Кыргызстана, находятся в тальвегах узких склоновых долин и ущелий. Они хорошо защищены орографически бортами долин, имеющих превышения над тальвегом от сотен метров до 1. . . 1,5 км. Это является определяющим фактором на развитие буревой деятельности. Ее интенсивность по данным метеостанций здесь очень мала и не зависит от высоты во всем их диапазоне от нижних частей склонов (1. . . 1,5 км) до гребневой зоны (3. . . 3,5 км) хребтов. Только с выходом на открытую гребневую линию высоких хребтов (3,5 км и более) буревая деятельность может резко усиливаться.

В тальвегах склоновых долин и ущелий фоновые значения частот бурь малы $\bar{n} \leq 1. . . 6$; $n_m = 10. . . 15$ при высоком $C(n) = 0,75. . . 1,3$, что говорит о большой изменчивости частот от года к году. Длительность бурь также мала, $\bar{\tau} = 1$, $\tau_m = 3. . . 5$ ч. Преобладают направления бурь вдоль долины, вверх или вниз по склону. В годовом ходе резко выражен весенне-летний максимум повторяемости бурь (60. . . 90%) и только в пригребне-

вой зоне хребтов значительная их доля может приходиться на холодный период (30...35 %).

Оказалось, что между высотой и температурой бурь имеет место линейная корреляционная связь с коэффициентами корреляции $r = -0,60 \dots -0,80$ для различных квантильных характеристик. В табл.2 приведены рассчитанные по найденным регрессиям средние значения температур и их вероятные диапазоны по всем 78 метеостанциям Кыргызстана. Эти данные могут быть использованы в качестве фоновых для оценки характеристик буревых температур. Как видно, если в зоне подножий и нижней части склонов ($\Delta Z = 1 \dots 1,5$ км) $\Delta T_{0,90} = 3 \dots 30$ °С, а $\Delta T_{0,98} = -3 \dots 33$ °С, то с высотой температуры бурь закономерно понижаются и на уровне 3,5 км составляют: $\Delta T_{0,90} = -14 \dots 12$ °С, а $\Delta T_{0,98} = -18 \dots 16$ °С. Эти цифры могут быть уточнены для многих районов по прямым расчетным данным расположенных там станций.

Максимальные скорости в тальвегах склоновых долин и ущелий являются самыми низкими по территории и не увеличиваются с высотой вплоть до гребневой зоны хребтов. Здесь характерные значения $V_1 = 10 \dots 14$, а $V_{10} = 15 \dots 20$ м/с. Это, как уже отмечалось, объясняется высокой орографической защищенностью тальвегов, узостью и извилистостью склоновых долин.

Таблица 2

Рассчитанные значения буревых температур °С на различных высотах

Высота, км	Температура, °С	Вероятные диапазоны ΔT_p , °С	
		$p = 0,90$	$p = 0,98$
0,5	19	3...30	-3...33
1,0	16	0...27	-6...30
1,5	13	-3...24	-8...28
2,0	10	-5...21	-11...25
2,5	6	-8...18	-13...22
3,0	3	-11...15	-16...19
3,5	0	-14...12	-18...16

На открытых участках склонов интенсивность буревой деятельности будет возрастать. Прямых данных метеостанций здесь нет. Поэтому можно говорить лишь о прогнозных оценках, основанных на полученных общих закономерностях. От подножья склонов до гребневой зоны хребтов

(~3,5 км) \bar{p} , будет медленно возрастать от 10...15 до 25...30 на гребне. В сезонном ходе будут преобладать бури холодного периода. Их температурный диапазон может быть оценен по табл.2. Скорее всего, на гребнях он несколько сместится влево за счет повышения частоты зимних бурь. Число буречасов L также будет медленно увеличиваться с высотой от 15 в зоне подножий до 30 в пригребневой зоне (рис.1). И только непосредственно на гребнях высоких хребтов ($Z \geq 3,5$ км) оно может значительно возрасти.

Максимальные скорости на орографически открытых склонах хребтов линейно растут с высотой. Их значения могут быть оценены по рис.2, который построен нами по данным специальных экспедиционных ветровых съемок, т.к. станций здесь нет [8].

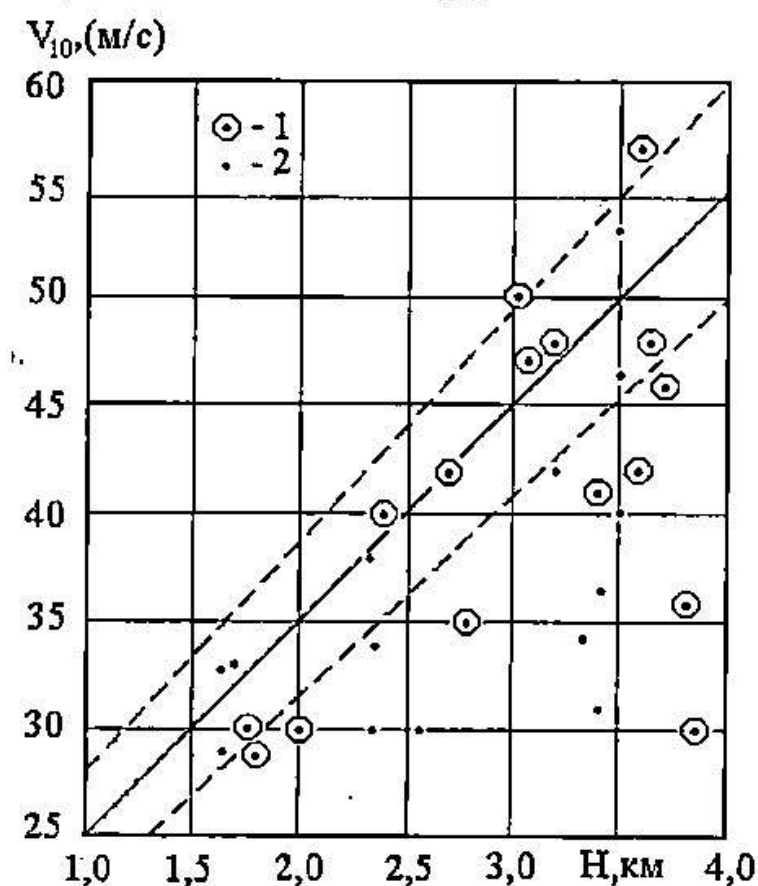


Рис.2. График высотной зависимости максимальных скоростей ветра, вероятных 1 раз в 10 лет для передовых хребтов Тянь-Шаня с высотами гребневой линии 3-4 км.

1 — основной экспедиционный пункт, радиорелейная станция, автоматическая радиометеорологическая станция; 2 — пункты микросъемки

Как видно, в зоне подножья ($z = 1$ км) фоновые значения $V_{10} = 25$ м/с закономерно увеличиваются с высотой, достигая на высотах 3 и 4 км значе-

ний 45 и 55 м/с. Зависимость на рис.2, полученная в абсолютных высотах для склонов и гребней высоких хребтов Тянь-Шаня, может служить важным дополнением к картам СНИП, на которых территория Кыргызстана выштрихована как неизученная [12].

Во Внутреннем Тянь-Шане почти все метеостанции расположены в днищах котловин, высоты и размеры которых приведены в [1]. По их данным здесь наблюдается та же качественная и количественная картина буревой деятельности, что и в днищах долин западного, юго-западного Кыргызстана независимо от высоты котловин вплоть до 3,6 км (предел расположения станций). Для склонов и гребней хребтов, где станций нет, следует принять косвенные оценки для частоты, направлений, длительности бурь, которые приведены выше для хребтов остальной части Кыргызстана. Исключение представляют максимальные скорости ветра. До высоты 3. . . 3,5 км они не растут с высотой места, так что характерные прогнозные оценки V_{10} равны 25. . . 30 м/с. Однако на открытых гребнях высоких хребтов, начиная с уровня 3,5 км и выше, где кончается прямое блокирующее влияние на скорости периферийных хребтов-барьеров, в качестве оценок V_{10} следует принимать значения по графику рис.2. Таким образом, с высоты 3,5 км скорости скачкообразно увеличиваются от 30 м/с до 45. . . 50 м/с.

В Иссык-Кульской котловине имеют место особые условия из-за наличия здесь двух бор – улана и санташа [5, 8, 11]. В западной ее части, в зоне с развитием улана, $\bar{n} = 55$, $n_m = 101$ и $C(n) = 0,32$. Это самая высокая интенсивность буревой деятельности ($L = 350$ буречасов в году), инструментально зарегистрированная на территории Кыргызстана. Максимальные скорости V_1 и V_{10} составляют 27 и 40 м/с. Средняя длительность бурь равна 6,4 ч, а максимальная – 24 ч. Бури несколько чаще наблюдаются весной (33%) чем в другие сезоны года (от 17 до 27%).

В восточной части котловины, где развит санташ, интенсивность буревой деятельности значительно ниже: $\bar{n} = 17$, $n_m = 75$, $L = 60$ (рис.1). Максимальные скорости невысоки – $V_1 = 16$ м/с, а $V_{10} = 24$ м/с, т.е. такие же, как и в остальных долинах и котловинах Кыргызстана. Направления при санташе аномальные – СВ и В (66%). Их длительность повышена, но не очень высока – средняя 3,5 ч, максимальная 14 ч. И улан и санташ проявляются как приземные струи, возникающие при вторжении холодного

воздуха в котловину и имеющие мощность не более 0,5 . . . 1 км с максимумом скорости в приземном слое [9].

В центральной части котловины, где ни улан, ни санташ не наблюдаются, интенсивность буревой деятельности мала и такая же, как в других котловинах: $\bar{n} \leq 10. . . 12$, $n_m \leq 20. . . 25$, $C(n) = 0,60. . . 0,75$. Здесь почти нет зимних бурь (5%) и они имеют преимущественно западные или близкие к ним направления. Число буречасов в году L равно 15, а максимальные скорости V_1 и V_{10} составляют 13 и 22 м/с.

Приведенные в работе закономерности режима сильных ветров и числовые оценки их характеристик рекомендуются к практическому использованию для решения самых различных прикладных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Киргизской ССР. Том 1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУГК СССР, 1987. – 157 с.
2. Аэрологические характеристики пограничного слоя атмосферы Средней Азии. Книга 1. Статистические характеристики метеорологических элементов в различные часы суток. – Ташкент, САНИГМИ. - 1986. – 318 с.
3. Гельмгольц Н. Ф. Горно-долинная циркуляция северных склонов Тянь-Шаня.- Л.: Гидрометеиздат, 1963.- 330 с.
4. Заварина М.В. Строительная климатология.- Л.: Гидрометеиздат, 1976.— 336 с.
5. Климат Киргизской ССР / Под ред. З.А. Рязанцевой. -- Фрунзе: Илим, 1965. – 292 с.
6. Опасные гидрометеорологические явления в Казахстане / Под ред. Л.П. Тулиной. – М.: Гидрометеиздат, 1978. – 193 с.
7. Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии / Под ред. А.Д. Джураева, С.Г. Чанышевой, О.И. Субботиной.- Л.: Гидрометеиздат, 1977.- 236 с.
8. Подрезов А.О. Максимальные скорости ветра на гребнях и склонах хребтов Кыргызстана // Гидрометеорология и экология. – 2000. - №2. – С. 231-239.
9. Подрезов О.А. Опасные скорости ветра и гололедные отложения в горных районах. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 224 с.

10. Роджер Г. Барри. Погода и климат в горах / Пер. с англ. под ред. А. Х. Хргиана.- Л.: Гидрометеониздат, 1984.- 311 с.
11. Рязузов В. Н. Штормы озера Иссык-Куль //Метеорология и гидрология в Узбекистане. - Ташкент: АН УзбССР, 1955.- С. 65 - 72.
12. Строительные нормы и правила. СНиП 2.0107—85. Нагрузки и воздействия.— М.: Стройиздат, 1986.— 35 с.

ҚЫРҒЫЗСТАН АУМАҒЫНДАҒЫ ҚАТТЫ ЖЕЛДЕР

А.О.Подрезов

Қырғызстан мен шекаралас республикалардың 96 метеостанцияларында жүргізілген көп жылдық бақылаулардың нәтижелерін статистикалық өңдеу және талдау жасау, сондай-ақ жоталардың жсон аймақтарында жел түсірісі негізінде қатты желдердің әртүрлі қолданбалы міндеттерді орындау үшін қажетті тәртібі сипаттарының (жиілігі, ұзақтығы, бағыты, жылдамдығы, т.б.) аумақтық таралуы заңдылықтары қарастырылады.