

**ДИНАМИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ СИЛЬНОМ УЛАНЕ В АЭРОПОРТУ ИССЫК-КУЛЬ В НОЯБРЕ-ДЕКАБРЕ 2018 г.**

Ю.А. Подрезова, О.А. Подрезов, М.О. Рыскаль

По данным автоматических метеорологических измерений приводится статистическая характеристика бурь-уланов, наблюдавшихся в аэропорту Исык-Куль за 2017–2019 гг. Проанализирована динамика хода скоростей и направлений ветра, а также давления, температуры и влажности воздуха при наиболее сильном и продолжительном улане, наблюдавшемся в течении 44 ч с 22 ч 30 ноября по 18 ч 2 декабря 2018 г. При этом улане средние 2-минутные скорости ветра достигали 28 м/с, а порывы 38 м/с. Направление ветра изменялось от юго-западного до северо-западного. Давление воздуха колебалось в диапазоне 832–845 гПа, температура воздуха менялась от –9,4 до 6,3 °С, а относительная влажность колебалась в пределах 6–35 %, оставаясь пониженной. Полученные результаты важны для понимания природы уланов, повышения безопасности полетов авиации и метеорологического обслуживания населения.

Ключевые слова: аэропорт Исык-Куль; статистика бурь; динамика наиболее сильной бури в 2018 г.

**2018-ЖЫЛДЫН НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ АЙЛАРЫНДАГЫ
ЫСЫК-КӨЛ АЭРОПОРТУНДА КҮЧТҮҮ УЛАН ШАМАЛЫ
УЧУРУНДАГЫ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫК ШАРТТАРДЫН ДИНАМИКАСЫ**

Подрезова Ю.А., Подрезов О.А., Рыскаль М.О.

Бул макалада 2017–2019-жылдары Ысык-Көл аэропортуна байкалган улан бороонуна автоматтык метеорологиялык өлчөөлөрдүн көрсөткүчтөрүнүн негизинде статистикалык мүнөздөмө берилген. 2018-жылдын 30-ноябрында саат 22:00дө башталып 2-декабрда саат 18:00гө чейин 44 саат бою байкалган эң күчтүү жана узакка созулган улан шамалы учурунда шамалдын ылдамдыгынын жана багытынын динамикасынын жүрүшү, ошондой эле абанын басымы, температурасы жана нымдуулугу деталдуу талдоого алынган. Ошол улан шамалында орточо 2 мүнөттүк шамалдын ылдамдыгы 28 м/с, ал эми күчтүү шамалдыкы 38 м/с жеткен. Шамалдын багыты түштүк батыштан түндүк батышка чейин өзгөрүлүп турган. Абанын басымы 832–845 гПа диапазонунда термелген, абанын температурасы –9,4 дөн 6,3 °С чейин өзгөрүлгөн, ал эми салыштырма нымдуулук төмөн бойдон калып 6–35 % чегинде болгон. Алынган натыйжалар улан шамалынын табиятын түшүнүүдө, авиациялык учуулардын коопсуздугун жогорулатууда жана калкты метеорологиялык тейлөөдө маанилүү.

Түйүндүү сөздөр: Ысык-Көл аэропорту; бороондун статистикасы; 2018-жылдагы эң күчтүү бороондун динамикасы.

**DYNAMICS OF METEOROLOGICAL CONDITIONS
WITH A STRONG STORM WIND ULAN AT ISSYK-KUL AIRPORT
IN NOVEMBER-DECEMBER 2018**

Yu.A. Podrezova, O.A. Podrezov, M.O. Ryskal

Statistical characteristics of Ulan storms observed at the Issyk-Kul airport in 2017–2019 are provided based on the data of automatic meteorological measurements. The dynamics of the course of wind speed and directions, as well as the pressure, temperature and humidity of the air is analyzed for the strongest and longest Ulan storm observed for 44 hours from 22 h on November 30 to 18 h on December 2, 2018. With this Ulan storm, the 2-minute average wind speed reached 28 m/s, and gusts 38 m/s. The wind direction varied from southwest to northwest. The air pressure fluctuated in the range of 832–845 hPa, the air temperature varied from –9.4 to 6.3 °C, and the relative humidity fluctuated within 6–35 %, remaining low. The results obtained seem to be important for understanding the nature of Ulan storms, improving the safety of aviation and meteorological services for the population.

Keywords: Issyk-Kul airport; storm statistics; dynamics of the strongest storm in 2018.

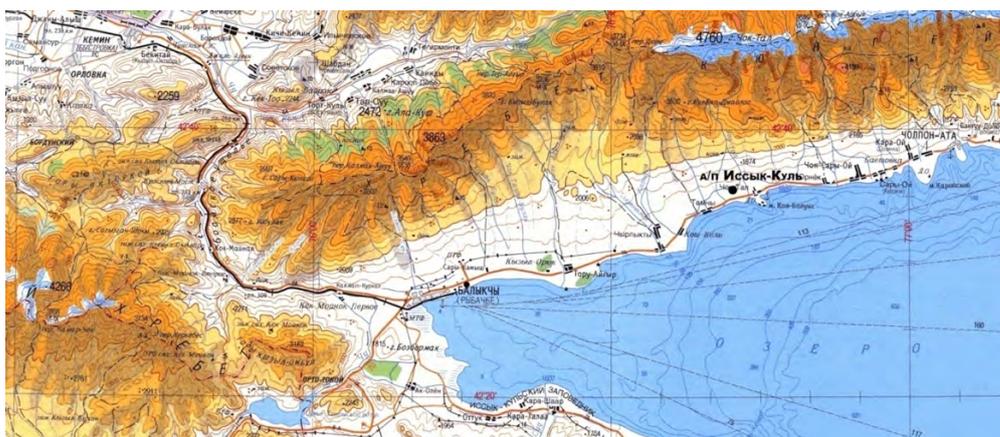


Рисунок 1 – Карта М 1:500 000 исследуемого района с расположением аэропорта Иссик-Куль (координаты: широта $42^{\circ} 35' 08''$, долгота $76^{\circ} 42' 06''$, высота 1653,8 м)

Введение. Международный аэропорт Иссик-Куль расположен на северном побережье западной части Иссик-Кульской котловины примерно в 50 км восточнее г. Балыкчи между поселками Тамчи и Чок-Тал (рисунок 1). Участок этого побережья от выхода из Боомского ущелья и до г. Чолпон-Ата подвержен воздействию классической боры западного направления, носящей местное название улан. Далее под уланом будем понимать бури западного направления, когда средние скорости двухминутного осреднения V_2 достигали 10 м/с и более. Специфика орографических условий формирования уланов и их климатическая характеристика по многолетним данным метеостанций Балыкчи, а также по результатам 3-летних автоматических измерений в аэропорту Иссик-Куль за 2017–2019 гг. достаточно подробно изложены в работах [1, 4, 5].

В таблицах 1 и 2 приведены основные статистические характеристики 201 случая бурь, зарегистрированных в аэропорту за 2017–2019 гг. [4]. Как видно из этих данных, среднее число случаев бурь в году n , когда средние 2-минутные скорости $V_2 \geq 10$ м/с, составило 67. В 91 % случаев это были уланы, имеющие направления ветра от ЮЗ до СЗ румбов. Средняя длительность бурь $t = 4,7$ ч, а максимальная зарегистрированная была равна 44 ч, т. е. наблюдалась почти двое суток. Среднее значение скоростей V_2 в бурях равно 13 м/с, а порывов ветра V составляет 17,7 м/с, так что средний коэффициент порывистости $k = 17,7/13 = 1,36$. При этом, согласно [4], в отдельных бурях максимальные

скорости V_2 , вероятные 1 раз в год, могут достигать 25–30 м/с, а вероятные 1 раз в 10 лет – 35 м/с. Оценки максимальных порывов, вероятных 1 раз в год и 10 лет, будут соответственно равны 35–40 и 45–50 м/с.

Значения статистик метеорологических характеристик давления воздуха P , температуры T и относительной влажности U , приведенные в таблице 1, получены для моментов бурь, когда скорости V_2 в них были максимальны. Оказалось, что для этих моментов средние значения характеристик равны: $P = 834$ гПа, $T = 12$ °С и $U = 40$ %. При этом их фактические значения для различных бурь, в моменты максимумов V_2 , менялись в следующих пределах: давление от 826 до 844 гПа, температура от -5 до 29 °С, относительная влажность от 3 до 90 %.

Наиболее длительная и сильная буря за период 2017–2019 гг. наблюдалась в конце 2018 г. Она длилась 44 ч, с 22 ч вечера 30 ноября до 18 ч вечера 02 декабря 2018 г. Максимальная скорость V_2 в этой буре достигла 28 м/с, а максимальный порыв 38 м/с. Цель настоящей статьи – исследование динамики метеорологических условий в этой буре: модулей скорости V_2 и порывов V , направления ветра D , давления P , температуры воздуха T , относительной метеорологической влажности u и массовой доли водяного пара s (характеристика абсолютной влажности воздуха). Для этой цели использовались результаты непрерывных автоматизированных метеорологических наблюдений в аэропорту Иссик-Куль, представленные с дискретностью 0,5 ч.

Таблица 1 – Статистики метеорологических характеристик 201 случая бурь в аэропорту Иссык-Куль за 2017–2019 гг. (обозначения: СР ЗНАЧ – среднее значение, СКО – среднее квадратическое отклонение, А – коэффициент асимметрии, Е – коэффициент эксцесса)

Статистика	Метеорологическая величина						
	n	t, ч	V ₂ , м/с	V, м/с	P, гПа	T °С	U %
СР ЗНАЧ	67	4,7	13,0	17,7	834,2	12,0	40
СКО		6,4	3,1	4,2	3,3	7,7	20
А		2,9	1,5	1,4	0,3	-0,1	0,4
Е		11,4	3,1	2,9	-0,4	-0,8	-0,5

Таблица 2 – Повторяемости направлений ветра в бурях (%) в аэропорту Иссык-Куль по данным 201 случая бурь за 2017–2019 гг.

Направление ветра, румбы															
С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ
1. Расчет для 201 случая максимальных значений V ₂ в бурях															
1,0	1,0	1,5	4,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	10,4	16,9	21,4	24,4	8,0	2,5
2. Расчет по всем 1515 измеренным значениям V ₂ в бурях															
0,4	0,2	0,5	1,4	2,9	0,0	0,1	0,1	0,4	1,6	9,3	14,5	37,4	26,0	4,2	1,2

Таблица 3 – Статистики метеорологических величин в буре (обозначения см. в таблице 1)

Статистика	Метеорологическая величина					
	V ₂ , м/с	V, м/с	D°	P, гПа	T °С	U %
СР ЗНАЧ	15,0	21,4	276	839,9	0,2	17
СКО	3,38	4,61	20	3,65	3,60	7
А	0,97	1,65	-0,44	-0,60	-0,51	0,45
Е	3,67	4,41	-0,39	-0,18	0,40	-0,72

В таблице 3 приведены статистики метеорологических характеристик, полученные для этой наиболее длительной и интенсивной бури в аэропорту Иссык-Куль.

Как видно из данных таблицы 3, среднее значение скорости ветра V₂ в период бури составило 15 м/с, а порывов – 21,4 м/с, среднее направление ветра было близко к западному (D = 276°), давление воздуха P составило около 840 гПа, средняя температура T равнялась 0,2 °С, а средняя относительная влажность оказалась низкой – U = 17 %. При этом фактические значения этих характеристик в буре изменялись в достаточно широких пределах, о чем говорят значения СКО. Так, максимальное значение средней двухминутной скорости V₂ = 28 м/с, а порывов V = 38 м/с. Направление ветра изменялось от юго-западного (D = 220°) до северо-

западного (D = 310°). Давление воздуха колебалось в диапазоне 832–845 гПа, температура воздуха менялась от –9,4 до 6,3 °С, а относительная влажность – в пределах 6–35 %, оставаясь пониженной. Напомним, что восприятие человеком отрицательных температур воздуха сильно зависит от скорости ветра. Поэтому сочетание температур, близких к –10 °С, со скоростями 10–20 м/с и более, неблагоприятны для всех живых организмов.

Следует также обратить внимание, что, по данным таблицы 3, распределения направления ветра, давления, температуры и влажности воздуха в первом приближении близки к нормальному, о чем говорят сравнительно малые выборочные значения модулей их коэффициентов асимметрии и эксцесса. Напротив, распределения V₂ и V имеют большую правую асимметрию

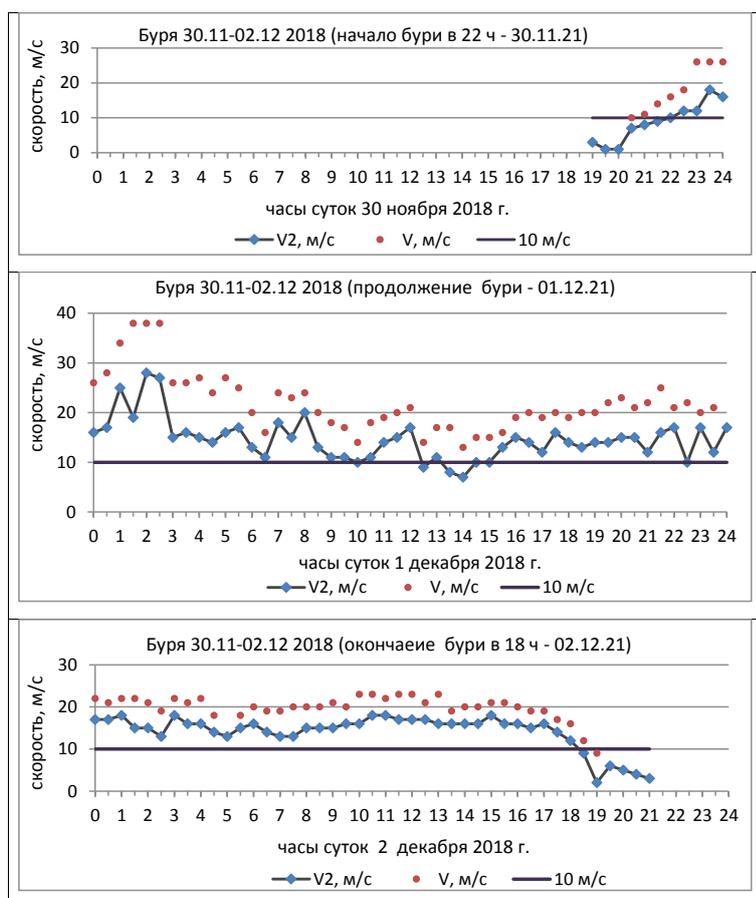


Рисунок 2 – Ход средней за две минуты скорости ветра V_2 и порывов V в период бури в аэропорту Иссык-Куль, длившейся с 22 ч 30 ноября по 18 ч 02 декабря 2018 г.

и положительный эксцесс и поэтому далеки от нормального закона.

1. Динамика хода скорости и направления ветра в буре. Наглядная картина изменения средних скоростей ветра V_2 и порывов V показана на рисунке 2, на котором представлен их ход в буре через каждые 0,5 ч. Буря началась 30 ноября в 22 ч вечера с резкого возрастания скорости ветра, которое продолжалось до 2 ч ночи 1 декабря, когда имели место максимумы скоростей: $V_2 = 28$ м/с и $V = 38$ м/с. Но высокие скорости $V_2 = 25$ –28 м/с наблюдались в короткий интервал с 1 до 3 ч ночи. Затем они снизились примерно до 15 м/с и, колеблясь в диапазоне 10–18 м/с, сохранялись до 18 ч вечера 2 декабря 2018 г (конец бури). При этом в 14 ч 1 декабря наблюдалось кратковременное, длительностью всего около 1 ч, понижение скорости до 7 м/с.

Окончание бури характеризовалось резким снижением V_2 с 16 до 2–3 м/с, произошедшим в короткий период 17 до 19 ч. Порывы ветра V в течение бури превышали V_2 в среднем на 6 м/с, а максимально на 19 м/с. Наибольшие превышения, равные 10–19 м/с, имели место с 23 ч 30 ноября до 5 ч 1 декабря, т. е. в период нарастания V_2 , ее максимума и последующего снижения до характерных значений около 15 м/с.

По характеру изменения направления ветра в течение бури оно четко разделяется на два различных периода. Первый имел длительность 16,5 ч, от начала бури в 22 ч 30.11 и до 14,5 ч 01.12, когда направление, сильно колеблясь, резко менялось в пределах от СЗ ($D = 310^\circ$) до ЮЗ румбов ($D = 220^\circ$). Второй период продолжался 27,5 ч, после 14,5 ч 01.12 и до конца бури в 18 ч 02.12, когда короткопериодные

колебания направлений стали малыми по амплитуде. Оно сначала оставалось квази постоянным, от 14,5 ч до 22,5 с ч 01.12 и близким к СЗ румбу ($D = 290-310^\circ$), а затем, слабо колеблясь, постепенно менялось, в пределах ЗЮЗ-ЗСЗ румбов ($D = 240-300^\circ$). При этом общий диапазон изменения направлений был в пределах от ЮЗ румба ($D = 220^\circ$), когда ветер имел составляющую со стороны озера, до СЗ румба ($D = 310^\circ$), когда имела составляющая со стороны гор.

2. Динамика хода давления, температуры и влажности воздуха в буре

Давление воздуха. По характеру хода давления воздуха в течение бури совершенно четко можно выделить четыре различных периода. Первый период очень короткий, имел длительность всего 4 ч от начала бури до ее максимальной интенсивности (с 22 ч 30.11 до 02. ч 01.12), когда наблюдался слабо колебательный квази постоянный ход давления ($P = 831,3-833$ гПа). Второй период был длительностью 10,5 ч, с 02 ч по 12,5 ч 01.12, при нем давление монотонно повышалось от 831,3 до 845,7 гПа, увеличившись на 14,4 гПа. Можно предполагать, что в это время происходило интенсивное заполнение котловины вторгающимся холодным воздухом, что и вызывало рост давления. Третий период является наиболее длительным 25,5 ч, с 12,5 ч 01.12 по 14 ч 02.12, когда, напротив, давление заметно понизилось, на 8,9 гПа, достигнув 836,8 гПа. Скорее всего, изменение давления в это время обуславливалось спецификой развития обще циркуляционных процессов. Наконец, последний 4-й период, начавшийся за 4 ч до окончания бури с 14 ч 02.12, соответствует слабо колебательному росту давления, так что в 18 ч (конец бури) давление $P = 837,1$ гПа, а в 21 ч $P = 838,8$ гПа. Видимо, можно без заметного ущерба для анализа объединить первый-второй и 3-4 периоды. Тогда получим всего два периода, первый из которых в целом соответствует существенному росту давления при заполнении котловины холодным воздухом, а второй – его изменениям, связанным с развитием общих циркуляционных процессов над регионом Центральной Азии.

Феновый эффект боры при уланах. Формирование суточного хода температуры и влажности воздуха в бурях-уланах определяется целым рядом процессов. Так, прежде всего, ход температуры формируется под действием сле-

дующих взаимосвязанных основных факторов. Во-первых, он зависит от закономерного суточного изменения температуры, соответствующего сезону года и типичным погодным условиям данного месяца. На эту составляющую накладываются адвективные понижения температуры в котловине за счет вторгающегося холодного воздуха. Кроме того, в теплое полугодие возможно развитие в дневное время мощной термической конвекции за счет прогрева холодного воздуха от подстилающей поверхности. В синоптической метеорологии это явление называется дневным обострением холодных фронтов второго рода. Наконец, вследствие опускания холодного воздуха на подветренном склоне хребта возникает феновый эффект боры-улана. Дело в том, что вторжение основной массы холодного воздуха в котловину (уровень зеркала озера около 1,6 км) происходит не по тальвегу Боомского ущелья с высотами около 1,5–1,6 км, который очень извилист и узок и поэтому не может обеспечить происходящего масштабного затока воздуха. Основное вторжение происходит над тальвегом Боомского ущелья в диапазоне высот от 2 до 3 км и даже выше, где борта ущелья расходятся до 20–30 км, образуя достаточный по ширине горный проход на стыке хребтов Кунгей и Киргизского [4]. Во всех случаях, вторгающийся холодный воздух опускается (гравитационно падает) в днище котловины с превышений, равных 400–1000 м. Последнее приводит к его адиабатическому нагреванию теоретически на 4–10 °С. За счет этого происходит “невидимый” частичный прогрев вторгающегося холодного воздуха, который при опускании в котловину становится менее холодным, чем был изначально над Чуйской долиной. Но все же остается более холодным, чем заменяемая им местная воздушная масса, иначе это был бы уже фен, а не бора. При этом любое повышение температуры воздуха всегда приводит к понижению его относительной влажности, если только не сопровождается дополнительным притоком водяного пара. В нашем случае дополнительного притока пара нет, пока не началось смещение воздуха на восток над поверхностью озера. Поэтому в опускающемся в котловину и частично прогреваемом холодном воздухе может происходить значительное, на несколько десятков процентов, снижение относительной влажности.

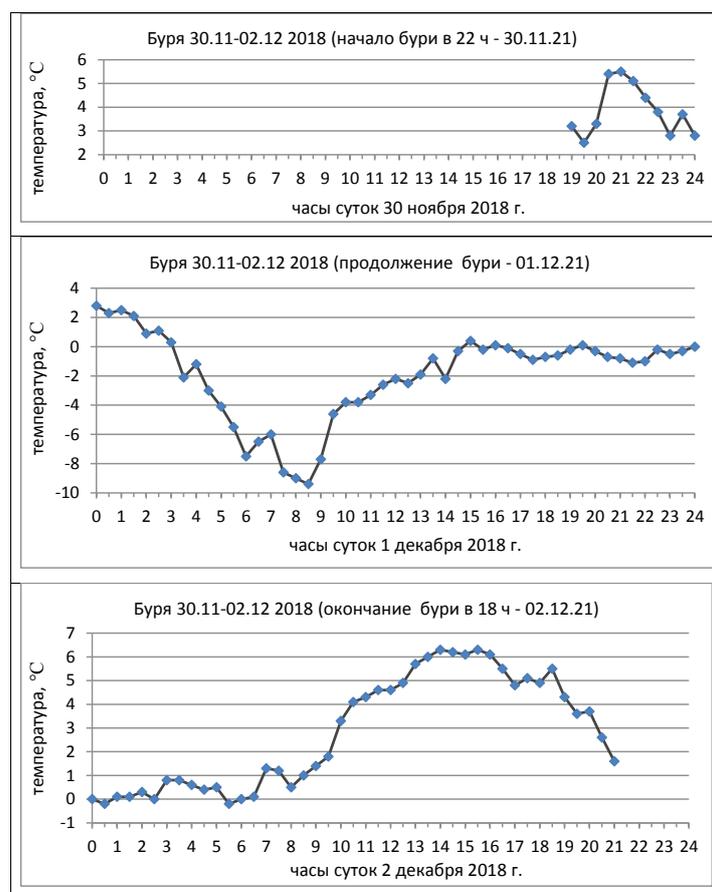


Рисунок 3 – Ход температуры воздуха в период бури в аэропорту Иссык-Куль, длившейся с 22 ч 30 ноября по 18 ч 02 декабря 2018 г. (максимальное значение V2 в бури наблюдалось в 2 ч ночи 1 декабря)

В результате, влажность у земной поверхности может принимать значение 20 и даже 10 %. Эти два фактора – адиабатическое повышение температуры и вызываемое им понижение относительной влажности, наблюдаемые одновременно и называются фоновым эффектом боры, который для улана совершенно не изучен.

Температура воздуха. Наглядная картина хода температуры воздуха в изучаемом улане показана на рисунке 3, на котором он дан с дискретностью в 0,5 ч. Особенности этого хода температуры можно представить четырьмя характерными периодами.

Первый “ночной” период имел длительность в 10,5 ч, от начала бури в 22 ч 30.11 до 8,5 ч утра 01.12, когда температура интенсивно падала, понизившись на 15 °С, с 5,5 до –9,4 °С,

под совместным действием адвективного фактора при вторжении холодного воздуха в более теплую котловину и ее закономерном ночном понижении в суточном ходе при малооблачной погоде. Вторым был “утрене-дневной” период длительностью 6 ч, с 8,5 ч утра и до 15 ч дня 01.12, когда температура в суточном ходе при малооблачной погоде повысилась почти на 10 °С (от –9,4 до 0,4 °С), что, видимо, произошло при снижении или даже полном прекращении действия адвективного фактора. Третий период соответствовал длительности в 17 ч, с 15 ч 01.12, вплоть до 8 ч утра 02.12 (условно его можно назвать “вторым ночным”), когда температура не понижалась в суточном ходе, а практически оставалась постоянной. Объяснение этому можно найти в развитии плотной нижней облачности,

Таблица 4 – Многолетние средние значения характеристик влажность U (%) и e (гПа) на станции Рыбачье в различные часы суток [2]

Х-ка	Ноябрь				Декабрь				Оценка на 30.11 – 02.12			
	1 ч	7 ч	13 ч	19 ч	1 ч	7 ч	13 ч	19 ч	1 ч	7 ч	13 ч	19 ч
U	62	65	43	56	68	69	44	62	65	67	44	59
e	3,6	3,5	3,8	3,7	3,2	3,2	3,0	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5

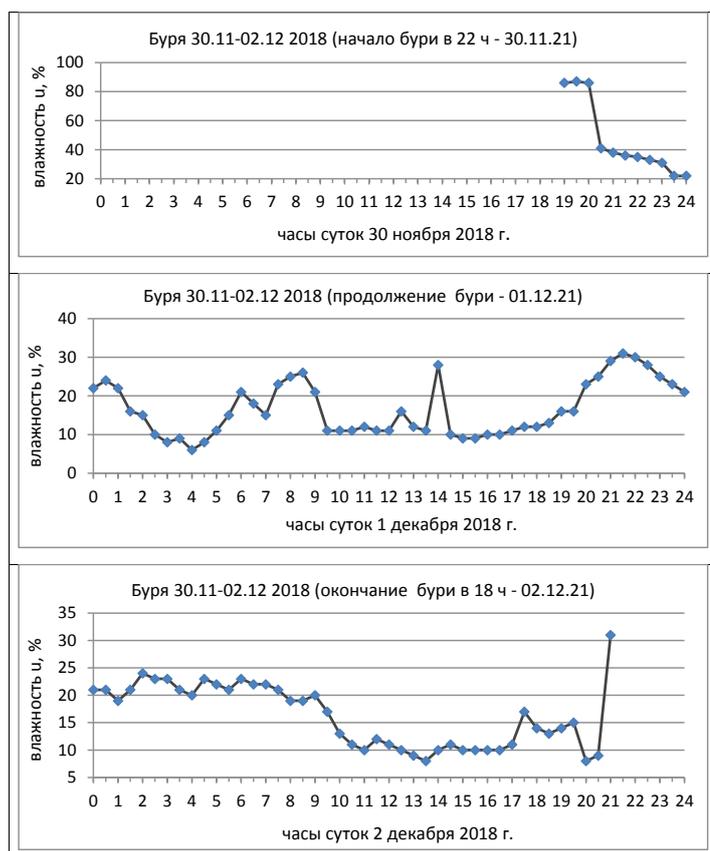


Рисунок 4 – Ход относительной влажности воздуха в период бури в аэропорту Исык-Куль, длившейся с 22 ч 30 ноября по 18 ч 02 декабря 2018 г. (максимальное значение V_2 бури наблюдалось в 2 ч ночи 1 декабря)

которая свела на нет действие радиационного излучения земной поверхности, а адвективное понижение температуры уже прекратилось. Четвертый период длительностью в 10 ч, с 8 ч утра и по 21 ч 02.12 (“дневной и вечерний”), соответствовал концу развития бури и первым часам после ее окончания, когда кривая хода температуры и качественно и количественно имеет вид ее среднего многолетнего суточного хода в это время года. К этому выводу мы пришли, построив ее многолетний средний суточный ход для периода бури по станции Рыбачье [6].

Влажность воздуха. В исходных данных имелись результаты наблюдений за относительной влажностью воздуха U % и температурой точки росы – T_d . Однако для полной характеристики хода влажности в бурях надо использовать не только ее относительные характеристик U и T_d , но и абсолютные характеристики влажности. Такими абсолютными характеристиками влажности являются парциальное давление водяного пара e (гПа) и массовая доля водяного пара s (г/кг), равная числу граммов водяного пара, содержащихся в одном кг влажного воздуха.

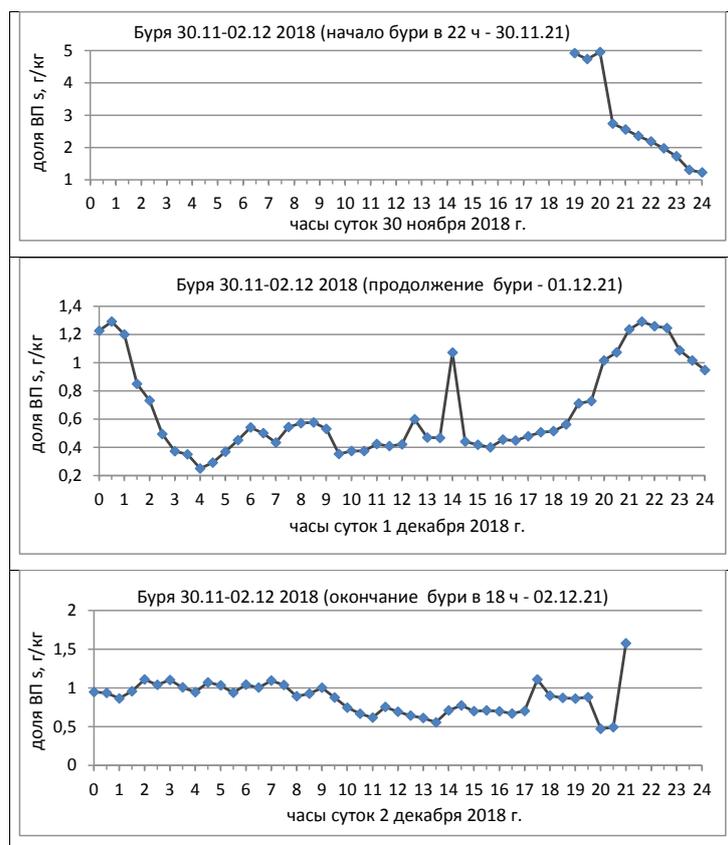


Рисунок 5 – Ход массовой доли водяного пара в период бури в аэропорту Иссык-Куль, длившейся с 22 ч 30 ноября по 18 ч 02 декабря 2018 г. (максимальное значение V_2 в бури наблюдалось в 2 ч ночи 1 декабря)

При этом численно значения e и s близки между собой, а их рост или понижение определяются изменением концентрации пара. В суточном ходе обычно значения U меняются в противофазе относительно значений e и s . Так, например, днем при росте температуры U понижается, а e и s растут за счет повышения испарения водяного пара с земной поверхности. Ночью, напротив, U повышается с понижением температуры, а e и s меняются мало, так как приток пара за счет испарения ночью ослабевает. В таблице 4 приведены многолетние средние значения U и e в различные часы суток на станции Рыбачье в ноябре и декабре месяцах [2] и сделанные по ним оценки непосредственно для даты бури. Эти данные дают наглядное представление о средних многолетних условиях влажности во время улана, соответствующих изучаемому району.

Рассмотрим, как изменялись значения U (%) и s (г/кг) в течение изучаемой бури (рисунки 4 и 5). Прежде всего, отметим, что, как и следовало ожидать, вторгающийся в котловину при улане холодный воздух был крайне сухой. Средние значения s и e в течение бури были равны: $s = 0,8$ г/кг, $e = 1,1$ гПа, а их максимальные и минимальные значения находились соответственно в диапазонах 0,2–2,2 г/кг и 0,3–2,9 гПа. Но в самый начальный момент перед бурей значения s и e были существенно выше – до 5 г/кг и до 6,6 гПа – и соответствовали средним климатическим данным таблицы 4. Все это и определяло ход характеристик влажности в течение бури.

На графиках (рисунки 4 и 5) хорошо видно, что вопреки ожиданию, ход относительной влажности U (%) мало зависел от хода температуры воздуха в течение всей бури, и в основном определялся процессами адвективного

переноса абсолютного влагосодержания воздуха s (г/кг), происходящем при заполнении котловины холодным и очень сухим воздухом, т. е. ход s и U менялся не противофазно, а синфазно. Непосредственно перед бурей, значения обеих характеристик влажности соответствуют их средним сезонным величинам: $s = 5$ г/кг, а $U = 87$ %. Но с началом бури значение U почти “внезапно” падает до 41 %, затем падение продолжается, хотя и более медленно, до $u = 22$ %. Еще сильнее с началом вторжения холодного и очень сухого воздуха в котловину падает величина s , понижаясь в 10–25 раз до значений порядка 0,2–0,5 г/кг, которые остаются в этих пределах всю первую половину бури до 18 ч 01.12. Это обусловило аналогичные очень низкие значения относительной влажности в течение первой половины бури, составляющие 10–20 %. Во второй половине бури, после 18 ч 01.12, значения s несколько увеличиваются и колеблются около 1 г/кг, но после 11 ч 02.12 и до конца бури они вновь понижаются до 0,5–0,7 г/кг. Точно так же ведет себя в этот период и ход U : сначала значения U растут до 20–30 %, а затем уменьшаются до 10–15 %, оставаясь такими до конца бури. После окончания бури s и U быстро увеличиваются до характерных для сезона значений.

Выводы. Результаты изучения динамики метеорологических условий при развитии ула-

нов имеют большое значение для понимания этих бурь, а также повышения качества метеорологического обеспечения полетов гражданской авиации и метеорологического обеспечения населения.

Литература

1. Брусенская И.С. Бора улан в Иссык-Кульской котловине / И.С. Брусенская, А.О. Омурбекова, О.А. Подрезов // Вестник КРСУ. 2018. Т. 18. № 4. С. 156–163.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Вып. 32. Киргизская ССР. Л.: Гидрометеоздат, 1989. 375 с.
3. Новороссийская бора / под ред. А.М. Гусева // Труды МГИ АН СССР. Т. 14. М., 1959. 139 с.
4. Подрезов О.А. Бури в аэропорту Иссык-Куль: анализ автоматизированных метеорологических измерений за 2017–2019 гг. / О.А. Подрезов // Гидрометеорология и образование. 2020. № 4. С. 6–29.
5. Подрезов О.А. Горная климатология и высотная климатическая зональность Кыргызстана / О.А. Подрезов. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. 170 с.
6. Справочник по климату СССР. Вып. 32. Киргизская ССР. Часть 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 256 с.