

УДК 551.322:53(574-15)

**О МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОЛОЛЕДА В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ**

А.П. Кузнецова

*Для Западного Казахстана проанализированы материалы наблюдений за период с 1980 по 1990 год, выявлены метеорологические условия, способствующие формированию гололедных отложений. Полученные данные можно использовать в методиках прогнозирования гололедных явлений, заблаговременное предупреждение о которых необходимо для различных отраслей экономики.*

Изучение условий образования гололедных явлений имеет большое значение. Мощные гололедные отложения на проводах линий связи и электропередачи приводят к их механическим перенапряжениям, от чего возможны разрывы проводов, тросов, а также разрушение опор. Известны случаи, когда нагрузка от гололеда достигала нескольких десятков килограмм на один погонный метр провода. Бывают и такие случаи, когда в результате гололедных аварий полностью нарушается жизнедеятельность промышленных районов. Для линий связи гололед любой интенсивности представляет неблагоприятное метеорологическое явление, так как способствует ухудшению слышимости, что проявляется особенно при высокочастотных передачах. Обледенение - одно из опаснейших явлений для самолетов и в ряде случаев может привести к катастрофам. Гололед приводит к неблагоприятным последствиям для отгонно-пастбищного животноводства. Обледенение в сочетании с устойчивым снежным покровом может создать длительные периоды пастбищной бескормицы, что ведет к многочисленной гибели скота. Иногда гололедообразования наносят значительные повреждения лесному хозяйству.

Таким образом, определение периода, способствующего развитию гололедообразований, имеет важное значение. Начало этого периода является временем, к которому должны быть обеспечены необходимые противогололедные мероприятия, и завершена подготовка к зиме всех отраслей хозяйства. Для устранения негативных последствий необходимо предупреждение о перечисленных выше явлениях. Возникает потребность изучения и ввода в практику прогнозирования новых, более эффективных методов прогноза гололедных явлений. Несмотря на всестороннюю изученность условий образования гололеда, для его прогноза не создано достаточно надежной методики, которую можно было

бы применить в различных физико-географических районах. Поэтому задачи изучения и прогнозирования этих явлений применительно к конкретным районам остаются актуальными. Например, в работе Белоуса И.М. [2] рассматривался вопрос о распределении гололедных отложений на территории Казахстана. Оказалось, что гололедные явления чаще наблюдались на выпуклых формах рельефа и на наветренных склонах горных массивов и хребтов, реже - в вогнутых формах и на подветренных склонах гор. Поскольку различные авторы при исследовании материалов наблюдений в неодинаковых физико-географических условиях не пришли к единому мнению о степени влияния рельефа на повторяемость гололедных отложений, можно думать, что влияние рельефа для каждой местности в той или иной степени перекрывается другими факторами.

В данной статье рассмотрены метеорологические условия образования и распространения гололедных отложений на территории Западного Казахстана за период с 1980 по 1990 год на примере метеорологических станций Уральск и Атырау, где за исследуемый период отмечено наибольшее число случаев с гололедообразованием.

Известно, что гололед и изморозь связаны с процессами, происходящими в атмосфере, и их формирование и разрушение обусловлено ее общим состоянием. Метеорологические условия, способствующие образованию опасного гололеда, характеризуются определенной температурой воздуха, скоростью и направлением ветра, а также метеорологическими явлениями, сопровождающими гололед. От температуры воздуха зависит не только образование того или иного вида обледенения, но и его продолжительность. Так, в работе Бургсдорфа В.В. [3] отмечено, что в 1933 году Б.С. Гапонов в лабораторных условиях определил температурные границы оседания гололеда из переохлажденных капель тумана. Гололедные формы, по его мнению, начинают возникать при температуре от 0 до минус 2,2 °С при туманах и до минус 3,2 °С при охлажденном дожде. По исследованиям Хргиана А.Х. [16], отложения гололеда чаще бывают при температуре от минус 1 до минус 6 °С и только в очень редких случаях возможно образование гололеда при температурах от минус 10 до минус 12 °С.

На основании наблюдений за гололедом в реальных условиях для целого ряда районов территории бывшего СССР установлены более широкие пределы температуры для начала образования отложений гололеда по сравнению с лабораторными исследованиями Б.С. Гапонова. Так, по данным [1], на Европейской территории России наиболее часто (60 %) гололеды образуются при температурах от минус 0,1 до минус 3,0 °С, а также не исключается образование их и при положительной температуре, близкой к 0 °С. Нижний же предел температуры несколько ниже минус 10 °С.

На территории Украины, по исследованиям А.Н. Раевского [12], образование гололеда чаще совпадает с температурами от 0 до

минус 4 °С, нижний же предел составляет минус 18,5 °С, а, по исследованиям Н.М. Волевахи и В.М. Мучника [5], нижний предел лежит около минус 15 °С. Бучинский Б.Е. для территории Донбасса нашел, что самая низкая температура при образовании гололеда была минус 13 °С [4]. В условиях Кавказа, по К.С. Туроверову [15], гололед возникает при температурах воздуха до минус 6 °С. Исследованиями А.Д. Заморского и В.И. Русланова установлено, что гололед может возникать при температурах до минус 16 °С [8]. По Леухиной [9], на территории Средней Азии, гололед образуется преимущественно (70 %) при температурах от 0 до минус 2 °С.

На территории Казахстана наибольшую повторяемость (70-90 %) для начала образования гололеда имеют температуры воздуха, лежащие в пределе от 0 до минус 5 °С. Положительная температура при образовании гололеда чаще всего не превышает 1 °С. При температурах ниже минус 10 °С гололед в Казахстане наблюдается в 1-4 % случаев. При температуре ниже минус 20 °С гололед не отмечался вообще [11]. Таким образом, в разных физико-географических районах интервалы температуры в момент образования гололеда различны, однако верхний предел близок к 0 °С. Данные о температурном режиме начала образования гололеда для М Уральск и Атырау приведены в табл. 1.

Таблица 1

Повторяемость (%) температуры воздуха  
в момент, близкий к образованию гололеда

Метеостанция	Температура воздуха, °С				
	от 5 до 0	от -0,1 до -5	от -5,1 до -10	от -10,1 до -15	от -15,1 до -20
Уральск	10,5	63,2	20,0	2,1	4,2
Атырау	6,0	70,0	8,0	12,0	4,0

Анализ данных (см. табл. 1) показывает, что значения температуры воздуха, при которых происходит образование гололеда, изменяются в широких пределах. Гололед может возникать при температуре от 1,5 до минус 18,9 °С на М Уральск, а на М Атырау от 1,7 до минус 19,8 °С. Подавляющее большинство образований гололеда происходит при температуре воздуха, заключенной в интервале между 0 и минус 5 °С, в 63,2 % и 70 % случаев, соответственно на М Уральск и Атырау.

Однако образование гололеда в Западном Казахстане в 6-10 % случаев может наблюдаться при положительной температуре воздуха от 0 до 1,7 °С. Гололед, образующийся при таких значениях температуры связан обычно с теплыми фронтами, когда происходит резкое повышение температуры воздуха после стойких морозов. В таких случаях подстилающая поверхность и окружающие предметы по причине тепловой инерции сохраняют пониженный фон температуры, хотя в воздухе вследствие интенсивной адвекции тепла она повышается до

положительных значений. Поэтому выпадающие осадки при соприкосновении с охлажденными поверхностями замерзают, образуя гололед. Самая высокая температура при образовании гололеда на М Уральск за исследуемый период наблюдалась 2 и 3 марта 1990 года и составила  $1,5^{\circ}\text{C}$ , а на М Атырау  $1,7^{\circ}\text{C}$  и наблюдалась 5 января 1986 года. Минимальная температура, при которой наблюдались гололедные явления, на М Уральск была зарегистрирована 28 января 1987 года и составила минус  $18,9^{\circ}\text{C}$ , на М Атырау температура была минус  $19,8^{\circ}\text{C}$  - 12 января 1987 года.

Согласно работе Драневич Е.П. [7], относительная влажность воздуха у поверхности земли при процессе образования гололеда также имеет существенное значение, особенно для районов, вблизи которых расположены водные объекты. По данным высокогорных станций Кавказа и Средней Азии, как показал Сапожников А.А. [14], гололед образовывался в подавляющем большинстве случаев при относительной влажности воздуха 90 %. В Донбассе [6] гололед также сопровождался относительной влажностью воздуха от 91 до 100 %.

Рассмотрим значения относительной влажности воздуха при процессе гололедообразования на территории Западного Казахстана (табл. 2). Напомним, что М Уральск расположена в 6 км от р. Урал, а М Атырау - в устье этой реки, в 20 км от ее впадения в Каспийское море.

Таблица 2

Повторяемость (%) относительной влажности воздуха в срок, близкий к образованию гололеда

Метеостанция	Относительная влажность воздуха, %			
	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100
Уральск	2,1	10,5	38,9	48,5
Атырау	10,0	6,0	26,0	58,0

При относительной влажности воздуха 80 % повторяемость гололедных явлений составила около 15 %. В более 85 % случаев образование гололеда отмечено при относительной влажности воздуха 81-100 %, причем, примерно половина гололедных отложений на обеих метеостанциях образовалась при влажности воздуха 91-100 %. Отсюда можно сделать вывод, что на М Уральск и Атырау процесс гололедообразования усиливается при повышении относительной влажности воздуха.

При образовании гололеда важную роль играет направление и скорость ветра. Эти характеристики необходимо знать для определения дополнительной нагрузки, которая создается за счет ветра на обледенение проводов воздушных линий. По исследованиям Леухиной Г.Н. [9], наибольшая нагрузка гололедообразований получается в том случае,

когда угол встречи воздушного потока с линией электропередачи и связи близок к  $90^{\circ}$ , наименьшая - когда угол приближается к нулю. Ранее было установлено, что при образовании гололеда наблюдается чаще всего ветер восточного направления. В 1927 году Э.С. Лир были выделены так называемые фазы восточного гололеда, или, по определению Рудневой А.В., на территории СССР "гололед восточного типа" [13]. Многие авторы в исследованиях по гололеду, используя более поздние материалы наблюдений, подтверждают указанные выше выводы. В работе Абрамович К.Г. [1] показано, что в южных районах ЕТР при образовании гололеда преобладают ветры восточного и юго-восточного направления, и только в центральных и северных районах ЕТР чаще наблюдаются ветры южного и юго-западного направлений. На преобладание юго-восточных и восточных ветров в южной половине ЕТР указано в работе Муретова Н.С. [10]. В Донбассе, по данным Бучинского [4], гололедные явления могут возникать при различных направлениях ветра, но все же чаще гололедные отложения образуются при ветрах юго-восточной четверти горизонта. Согласно данным Г.Н. Леухиной [9], направление ветра при образовании гололеда на территории Средней Азии могут быть самыми различными. Так, на плато Устюрт гололедные отложения чаще всего сопровождаются ветром западной четверти, в дельте Амударьи - северо-восточным ветром, в Южном Таджикистане - юго-западным ветром, но преобладающим является ветер северо-восточной четверти горизонта.

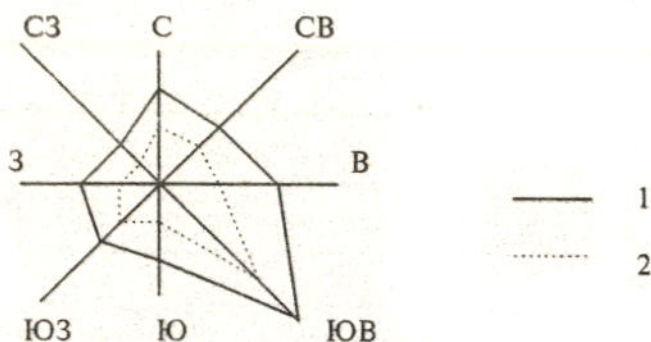
В работе [11] установлено, что в Западном Казахстане зимой нет ярко выраженного преобладания того или иного направления ветра. Здесь в среднем многолетнем несколько повышенной повторяемостью выделяются только восточные румбы, что связано с заметным ослаблением западного отрога Сибирского антициклона. В этих районах, кроме того, сказывается периодические проявления восточного отрога Азорского антициклона, довольно часты выходы циклонов с юга Каспия, а также вхождение их с северо-запада ЕТР. Все это в целом создает в Западном Казахстане более или менее равномерную повторяемость всех направлений ветра. Исключение в данном случае составляет восточное побережье Каспия, где ярко выражено преобладание восточных ветров. Обуславливается это не только барическими, но и местными термическими условиями. Зимой воды Каспия менее охлаждены, чем прилегающие к нему песчаные пустыни. В связи с этим усиливается тенденция переноса более холодных масс воздуха из пустыни в сторону Каспия.

При образовании гололеда на М Уральск и Атырау повторяемость направлений ветра идентична повторяемости господствующих его направлений - юго-восточного и восточного, соответственно. Независимо от топографических условий расположения станций, розы направления ветра при гололеде как бы повторяют, копируют, по существу, во всех деталях розы направления ветра, построенные по

многолетним климатологическим данным для холодного сезона, с ноября по март.

Распределение повторяемости направлений ветра при образовании гололедных отложений приведено на рисунке.

а)



б)

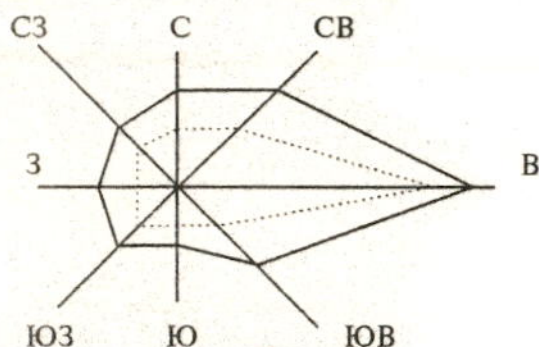


Рис. Повторяемость направлений ветра для холодного сезона (ноябрь-март): а) М Уральск, б) М Атырау; 1 - за период с 1980 по 1990 год; 2 - средняя многолетняя.

Рассматривая влияние скорости ветра на процессы образования гололедных отложений, нужно прежде всего учитывать механизм их роста. Образование гололедных отложений происходит при выпадении переохлажденного дождя и мороси. На скорость кристаллизации капель на поверхности предметов будет влиять интенсивность теплообмена между переохлажденной каплей и окружающей средой. При малых скоростях ветра или штиле происходит локальный разогрев за счет выделяющейся теплоты кристаллизации, которая в какой-то мере препятствует дальнейшему росту отложений. При очень сильных ветрах,

наоборот, со стороны теплового обмена таких препятствий нет, нежидкие капли, оседающие на поверхность, потоком воздуха будут сдуваться с нее. В табл. 3 приведена повторяемость скоростей ветра на М Уральск и Атырау в начале процесса образования гололедных явлений.

Таблица 3

Повторяемость (%) скорости ветра в срок, близкий к образованию гололеда

Метеостанция	Скорость ветра, м/с						
	0	1 - 3	4 - 6	7 - 9	10 - 12	13 - 15	16 - 18
Уральск	3,2	35,8	40,0	20,0	-	1,0	-
Атырау	10,0	36,0	30,0	16,0	4,0	2,0	2,0

Анализ данных (см. табл. 3) показывает, что наибольшую повторяемость при образовании гололедных отложений имеют скорости ветра от 1 до 6 м/с. Такие скорости при возникновении гололеда в Уральске отмечаются в 75,8 %, а в Атырау в 66,0 % случаев. Повторяемость гололеда при скоростях ветра от 7 до 12 м/с уменьшается до 20 % на обеих метеостанциях. С дальнейшим увеличением скорости ветра до 13-18 м/с гололед образуется лишь в единичных случаях. При штиле на М Уральск и Атырау гололед образуется в 3,2-10 % случаев. За период с 1980 по 1990 годы максимальная скорость ветра (17 м/с) в момент образования гололеда отмечена на М Атырау при юго-западном направлении в декабре 1986 года. Общими условиями для образования льда любого вида являются: повышение относительной влажности до 60-100 %, наличие переохлажденных капель дождя, мороси, тумана, мокрого снега и т.д. При соприкосновении капель осадка с предметами, температура поверхности которых равна или ниже 0 °С, образуется гололед.

Для Западного Казахстана [10] были сделаны выводы, что при гололеде в начале его образования наиболее часто наблюдается морось, дождь, туман, реже - снег, мокрый снег, ледяной дождь и дымка. На М Уральск и Атырау, за исследуемый период образованию гололедных отложений часто предшествовали такие атмосферные явления, как туман, дымка, морось, дождь, ледяной дождь, снег, мокрый снег, снежные зерна, ледяные иглы. Наиболее же часто гололед образуется при сочетаниях дымки и мороси, тумана и мороси, тумана и снега, дымки и дождя.

Приведенные в статье результаты исследований можно использовать при прогнозировании гололедных отложений, что имеет большое значение для ряда отраслей экономики, всех видов транспорта, для установки линий электропередач, а также как информационный материал для студентов ВУЗов и техникумов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович К.Г. Условия образования гололеда на ЕТС. - Л.: Гидрометеоздат, 1944. - 29 с.
2. Белоус И.М. О расчете максимальных стенок гололеда на проводах линий электропередач в горных районах Тянь-Шаня // Тр. ГГО. - 1969. - Вып. 246. - С. 17-29.
3. Бургсдорф В.В. О физике гололедно-изморозевых явлений // Тр. ГГО. - 1947. - Вып. 3 (65). - С. 3-12.
4. Бучинский Б.Е. Гололед и борьба с ним. - Л.: Гидрометеоздат, 1960. - 49 с.
5. Валеваха Н.М. К методике краткосрочного прогноза гололеда // Тр. УкрНИГМИ. - 1978. - Вып. 21. - С. 18-19.
6. Гапонов Б.С. Температурные границы оседания гололеда и изморози из переохлажденного тумана // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1950. - № 2. - 17 с.
7. Драневич Е.П. Гололед и изморозь. - Л.: Гидрометеоздат, 1971. - 227 с.
8. Заморский А.Д. Атмосферный лед // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1955. - № 5. - С. 14-15.
9. Леухина Г.Н. Гололедно-изморозевые явления и обледенение проводов в Средней Азии // Тр. СРНИГМИ. - 1972. - Вып. 7(88). - 140 с.
10. Муретов Н.С. Гололедные образования на воздушных линиях связи и электропередач. - Л.: Гидрометеоздат, 1957. - 132 с.
11. Пространственно-временное распределение опасных явлений погоды по территории СССР (Казахстан): Отчет НИР. / Управление гидрометслужбы АГМИ. - № 73021929; инв. № Б 539925. - Алма-Ата, 1975. - 554 с.
12. Раевский А.Н., Прохоренко М.М. Исследование случаев гололедообразования различной интенсивности // Метеорология и гидрология. - 1981. - № 4. - С. 53-56.
13. Руднева А.В. Мокрый снег и обледенение проводов на территории СССР. - Л.: Гидрометеоздат, 1964. - 165 с.
14. Сапожников А.А. К вопросу о наблюдениях над изморозью, инеем и гололедом на высокогорных станциях // Тр. ГГО. - 1957. - Вып. 75. - С. 82-91.
15. Туроверов К.С. К вопросу анализа существующих способов вычисления гололедных и ветровых нагрузок. - М.: Госстройиздат, 1966. - С. 65-66.
16. Хргиан А.Х. Физики атмосферы. - Л.: Физматгиз, 1958. - 223 с.

Казахский научно-исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата



## БАТЫС ҚАЗАҚСТАНДА МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙҒА БАЙЛАНЫСТЫ КӨКТАЙҒАҚТЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ ТУРАЛЫ

А.П. Кузнецова

Батыс Қазақстанға арналған 1980 жыл мен 1990 жыл аралығында бақылау мәліметтері талданған, көктайғақ шөгінділерінің пайда болуына әсер ететін метеорологиялық жағдай айқындалған. Алынған мәліметтер экономиканың әртүрлі салаларын көктайғақ болуын алдын-ала ескерту үшін жасалатын әдістерін дайындағанда пайдалануға болады.