

УДК 551.5(476)

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОВТОРЯЕМОСТИ ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИИ**Доктор геогр. наук А.А. Волчек
И.Н. Шпока

В работе рассмотрено изменение числа дней с гололедно-изморозевыми отложениями на территории Беларуси и особенности их формирования за период с 1975 по 2008 гг. по 47 станциям. Выполнен анализ пространственно-временной изменчивости числа дней с гололедно-изморозевыми отложениями, выделены зоны гололедно-изморозевой активности, дана оценка влияния различных ландшафтов на распределение гололеда и изморози по территории Беларуси.

Гололед – слой плотного льда (матового или прозрачного), нарастающего на поверхности земли и на предметах преимущественно с наветренной стороны, от намерзания капель переохлажденного дождя или мороси. Обычно наблюдается при температуре от 0 до -3 °С, реже при более низких, до -16 °С. Корка намерзшего льда может достичь толщины нескольких сантиметров и вызвать обламывание сучьев, обрыв проводов и т.д. [8]. Гололед образуется в результате адвекции теплого и влажного воздуха. Различают внутримассовый и фронтальный гололед. Благоприятные условия для образования внутримассового гололеда создаются тогда, когда достаточно мощная слоистая облачность располагается не только под инверсией, но и в самом слое инверсии, а температура в нем должна достигать до положительных значений. Фронтальный гололед, как правило, наблюдается перед теплым фронтом, в зоне выпадения переохлажденного дождя. Значительные контрасты температуры между воздушными массами по обе стороны фронта являются главной особенностью фронтального гололеда. Чаще всего он наблюдается при выходе циклонов с юга.

Изморозь – отложения льда на ветвях деревьев, проводах и т.п. при тумане в результате сублимации водяного пара – кристаллическая изморозь, а намерзание капель переохлажденного тумана – зернистая изморозь [8]. В отличие от гололедных отложений, образование изморози происходит главным образом в антициклонических областях.

Кристаллическая изморозь образуется в результате радиационного охлаждения нижних слоев воздуха в однородных антициклонических образованиях. Такая изморозь возникает, как правило, в понижениях, вблизи больших водоемов, способствующих увлажнению воздуха. Кристаллическая изморозь состоит из кристалликов льда, нарастающих главным образом на наветренной стороне при слабом ветре и температуре ниже -15°C . Она легко осыпается при встряхивании. Длина кристалликов обычно не превышает 1 см, но может достигать и нескольких сантиметров.

Зернистая изморозь формируется в антициклонических образованиях, там, где на фоне повышенного давления проходят слабо выраженные фронты. Как правило, имеет место такое явление как гололедно-изморозевые отложения, о которых говорилось выше. Зернистая изморозь – снеговидный, рыхлый лед, нарастающий с наветренной стороны предметов в туманную, преимущественно ветреную погоду, особенно в горах [8].

Изморозь нарастает в виде рыхлых белых кристаллов на ветвях деревьев, на хвое, проводах, проволочных изгородях и других тонких предметах. В отличие от инея, изморозь нарастает при значительных морозах и, как правило, при тумане. Капли тумана при переохлаждении замерзают при соприкосновении с предметами и дают начало образованию длинных кристаллов.

Гололедно-изморозевые отложения считаются опасным явлением тогда, когда диаметр гололеда на проводе гололедного станка достигает 20 мм и более, смешанные отложения (т.е. отложения гололеда и изморози или мокрого снега) составляет 35 мм и более. Механизмы образования гололедно-изморозевых отложений изучены недостаточно.

Целью настоящей работы является анализ пространственно-временных изменений количества дней с гололедно-изморозевыми отложениями на территории Беларуси в современных условиях. Основой для анализа гололедно-изморозевых отложений послужила статистическая информация, приводимая в метеорологических ежемесячниках Государственного комитета по гидрометеорологии Республики Беларусь, Республиканского гидрометеорологического центра за период 1975...2008 гг. по 47 метеорологическим станциям и справочник по стихийным гидрометеорологическим явлениям [1, 5].

Пространственная изменчивость числа дней с гололедом и изморозью оценивалась путем их картографирования. Временные ряды количества дней в году с гололедно-изморозевыми отложениями исследовались с помощью стандартных статистических методов. Для получения обеспе-

ченных величин числа дней с гололедом и изморозью использовано распределение Пирсона III типа и соотношение

$$N_{p\%} = N_{cp} (\Phi_{p\%} \cdot C_v + 1), \quad (1)$$

где $N_{p\%}$ – число дней с явлением расчетной обеспеченности; N_{cp} – среднее число дней с явлением; $\Phi_{p\%}$ – число Фостера расчетной обеспеченности; C_v – коэффициент вариации.

Трансформация количества дней с гололедом и изморозью оценивалась по результатам анализа графиков хронологического годового хода, разностных интервальных кривых и линейных трендов. Тенденция изменения числа дней с явлением в году определялась с помощью линейных трендов

$$N = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot t, \quad (2)$$

где N – количество дней с явлением в году; α_0 , α_1 – эмпирические коэффициенты; t – текущая координата времени.

Степень опасности наземного обледенения характеризуется общей толщиной льда, образующегося за время его нарастания. Для оценки интенсивности обледенения используется специальная шкала (таблица 1) [4]. Чем дольше продолжается выпадение переохлажденного дождя, мороси или прохождение адвективного тумана, тем больше будут гололедные отложения.

Таблица 1

Характеристика степени опасности наземных обледенений, [4]

Явление	Характеристика	Величина отложения (мм)
Гололед	слабый	< 5
	умеренный	5...20
	сильный	20...50
	очень сильный	> 50
Зернистая изморозь, обладающая несколько меньшей, чем гололед, плотностью	слабый	< 15
	умеренный	15...20
	сильный	50...100
	очень сильный	> 100
Смеси, являющиеся промежуточным по плотности образования	слабый	< 10
	умеренный	10...35
	сильный	35...75
	очень сильный	> 75

Гололедно-изморозевые отложения могут приводить к значительным экономическим ущербам. В качестве примера можно привести события 21 декабря 1984 г., когда территория республики находилась на западной периферии активного антициклона с центром над южным Уралом, по пери-

фери которого, через западные районы республики, проходил малоподвижный фронтальный раздел, ориентированный с севера на юг. Во второй половине дня в Сморгонском и Ошмянском районах Гродненской области отмечался гололед, диаметр отложения льда был от 32...35 до 50...52 мм. В результате большой нагрузки, сломано 16 опор и наблюдался обрыв проводов. По данным метеостанции Новогрудок 23 декабря с 19 ч 30 мин до 13 ч 24 декабря наблюдалось очень сильное сложное отложение льда. Толщина отложения достигла 37 мм. Продолжительность нарастания – 17 ч 30 мин. Это вызвало около 50 обрывов линий электропередач, сломало 11 опор радиопередач, по электросети повреждения оказались незначительными [6]. Помимо климатических факторов, важное значение при образовании гололедно-изморозевых отложений играет форма рельефа (Новогрудская и Сморгонская возвышенности).

Пространственная структура распространения числа дней с гололедно-изморозевыми отложениями представлена на рис. 1. Чаще всего данное явление отмечается на территории Новогрудской и Оршанской возвышенностей, а также в ряде районов южной части Полесья (Лельчицы, Житковичи, Брагин, юго-запад Гомельского района).

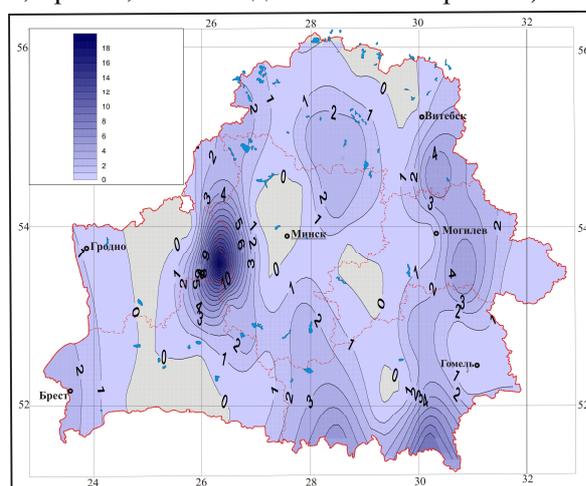


Рис. 1 – Пространственное распределение повторяемости (% от общего числа лет) с гололедно-изморозевыми отложениями на территории Беларуси.

Повторяемость гололедно-изморозевых отложений хотя бы в одном из пунктов области – в 15 % лет. Как опасное метеорологическое явление – сильные гололедно-изморозевые отложения в Минской области регистрируются 1 раз в 17 лет, в Брестской, Витебской, Могилевской об-

ластях - 1 раз в 11 лет, 1 раз в 5 лет – в Гомельской области, 1 раз в 4 года – в восточной части Гродненской области.

Гололедно-изморозевые отложения как опасное явление отсутствуют более чем в 90 % дней в году (таблица 2). От 1 до 5 дней в году с опасными отложениями отмечается в 1 % лет, от 4 до 7 дней – в 0,6 %, 12 дней в году – 0,5 % лет. На востоке Гродненской области это опасное метеорологическое явление отмечается чаще, чем в других областях. В Минской и Брестской областях гололедно-изморозевые отложения как опасное метеорологическое явление отсутствуют в исследуемом ряду лет.

Таблица 2

Повторяемость лет с различным числом дней в году с гололедно-изморозевыми отложениями в среднем по пункту, %

Область	Число дней в году												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Витебская	99	0,3	0,3		0,5	0,3							
Минская	99	0,4			0,4								
Гродненская	95	1,2	1,2	1,2		0,6		0,6					
Могилевская	98	0,5			0,5								0,5
Брестская	99	0,4	0,4			0,4							
Гомельская	98	0,3	1,6		0,3								

Влияние рельефа на повторяемость гололедно-изморозевых отложений представлено в табл. 3 и 4. Чаще всего они наблюдаются на возвышенной части территории Беларуси, реже – на равнинной. На возвышенностях северной и центральной части республики явление регистрируется в среднем в 1,7 годах, на равнинной части республики – 0,1 года, в южной части Полесья – 0,6 годах. Количество гололедно-изморозевых отложений не зависит от долготы местности, но несколько убывает с севера на юг.

Таблица 3

Количество лет с гололедно-изморозевыми отложениями в северной и центральной части территории Беларуси

Равнина			Возвышенность		
метеостанция	высота пункта, м	число лет с явлением	метеостанция	высота пункта, м	число лет с явлением
Гродно	117	0	Лепель	173	1
Верхнедвинск	132	0	Орша	186	2
Шарковщина	130	0	Борисов	188	1
Полоцк	132	0	Могилев	190	0
Нарочь	170	0	Горки	200	1
Столбцы	172	0	Минск	222	0
Слуцк	172	1	Новогрудок	278	7
Среднее	146,4	0,1	Среднее	205,3	1,7

Таблица 4

Число дней с гололедно-изморозевыми отложениями в Полесье

Метеостанция	Высота пункта, м	Число дней
Брагин	114	3
Житковичи	135	1
Гомель	138	0
Василевичи	139	0
Октябрь	141	0
Брест	141	0
Полесская	141	0
Лельчицы	141	2
Ивацевичи	153	0
Ганцевичи	157	1
Пружаны	159	0
Мозырь	162	0
Высокое	163	1
Среднее	144,9	0,6

Годовой ход гололедно-изморозевых отложений представлен в табл. 5. Мы можем видеть, что данное явление чаще всего отмечается с ноября по апрель. Особенно часто оно наблюдается в ноябре – декабре – 45 и 59 % от общего числа дней с явлением. В среднем в 27 % дней отмечаются гололедно-изморозевые отложения в январе и феврале.

Таблица 5

Годовой ход гололедно-изморозевых отложений (повторяемость, %, от общего числа дней с явлением)

Область	Месяц					
	1	2	3	4	11	12
Витебская		16			84	
Минская	40					60
Гродненская	25	8	4		29	34
Могилевская	18					82
Брестская	25	62			13	
Гомельская		20	13	13	54	
Среднее	18	18	3	2	30	29

В январе эти явления чаще отмечаются в Минской области – в 40 % случаев от общего числа дней с явлением, несколько реже в Гродненской и Брестской областях – 25 %, и в Могилевской области – 18 %. В феврале гололедно-изморозевые отложения отмечаются значительно чаще в Брестской области – в 62 % от общего числа дней, реже в Гомельской и Витебской областях (20 и 16 %, соответственно), очень редко в Гродненской области (8 %), отсутствуют данные явления в Минской и Могилевской областях. В марте гололедно-изморозевые отложения отмечаются только в Гомельской (13 % от общего числа дней) и Гродненской областях

(4 %). Очень редко отложения носящие характер опасного метеорологического явления отмечаются в апреле, и только в Гомельской области (13 % от общего числа дней).

Рассмотрим пространственно-временные изменения распределения гололеда и изморози в отдельности.

Гололед. Образование гололеда приводит к различного рода последствиям. В качестве примера можно привести события в первой половине ноября 2003 г.. Территория Республики Беларусь находилась в области высокого давления, на большей её части отмечались туманы и выпадали морозящие осадки, а когда ночные температуры начали понижаться до $-3...-8$ °С началось отложение изморози. Величина отложений 15 ноября достигла местами 17...25 мм, на М Новогрудок – 34 мм. При морозящих осадках 16 ноября отмечались сложные гололедно-изморозевые явления, когда территория республики находилась под влиянием гребня антициклона, центр которого был над Средней Азией. В отдельных районах Гродненской области эти явления имели значение опасного гидрометеорологического явления: на М Новогрудок – 39 мм, в Ошмянском районе 95 мм. Наблюдался обрыв линий электропередач 330 кВ Вильнюс – Молодечно [7].

Пространственное распределение гололеда представлено на рис. 2.

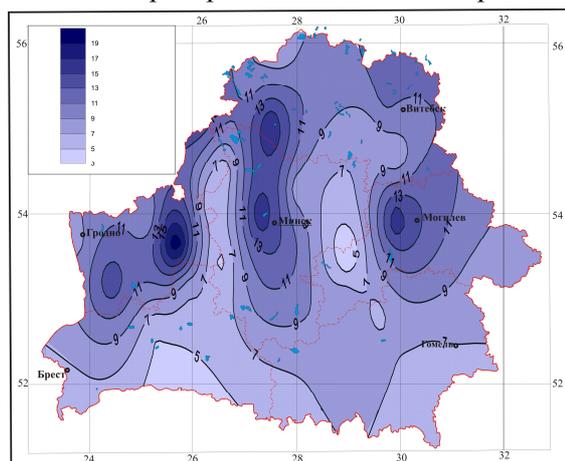


Рис. 2. Средние годовые значения числа дней с гололедом на территории Республики Беларусь.

Чаще всего гололед наблюдался на востоке Гродненской области, в центральной части Минской и на юге Витебской области. Выделяется также район центральной части Могилевской области.

Первым в современной волне потепления климата был 1988 г.. Поэтому, для оценки его влияния на гололедные явления исходные данные

разбили на 2 периода: первый – 1975...1987 гг., второй – 1988...2008 гг. Как показал анализ, среднее количество дней в году с гололедом, приходящимся на одну метеостанцию (за 30-летний период), составляет 9,5 дней (табл. 6). В период 1975...1987 гг. отмечалось в среднем около 8,5 дней, в период 1988...2008 гг. – 10,0 дней.

Таблица 6

Основные статистические параметры числа дней с гололедом

Метеостанция	Среднее за период			C_v	Обеспеченность, %				
	1975...2008	1975...1987	1988...2008		1	5	10	20	50
Верхнедвинск	6,6	4,9	7,6	0,5	14,3	12,1	10,9	9,4	6,6
Езерище	12,1	10,2	13,3	0,4	23,8	20,4	18,6	16,4	12,1
Полоцк	10,7	8,5	12,1	0,4	19,8	17,2	15,8	14,0	10,7
Шарковщина	9,7	8,3	10,6	0,3	16,8	14,8	13,7	12,3	9,7
Витебск	12,1	12,3	11,9	0,4	24,3	20,8	18,9	16,6	12,1
Лынтупы	16,4	16,7	16,2	0,3	28,8	25,3	23,3	20,9	16,4
Лепель	9,7	8,5	10,5	0,4	18,6	16,1	14,7	13,0	9,7
Докшицы	17,1	15,8	17,8	0,4	30,9	26,9	24,8	22,1	17,1
Сенно	7,4	5,4	8,7	0,5	16,1	13,6	12,2	10,6	7,4
Березинский заповедник	9,5	7,3	10,8	0,5	20,4	17,3	15,6	13,5	9,5
Орша	7,4	6,1	8,3	0,6	17,8	14,8	13,2	11,2	7,4
Вилейка	5,6	7,5	4,4	0,7	14,2	11,8	10,4	8,8	5,6
Борисов	8,1	8,8	7,7	0,5	17,2	14,6	13,2	11,4	8,1
Воложин	5,1	6,3	4,4	0,9	15,8	12,7	11,0	9,0	5,1
Минск	16,4	15,3	17,0	0,3	29,2	25,5	23,5	21,1	16,4
Колодищи	13,2	8,6	16,0	0,7	32,9	27,3	24,2	20,4	13,2
Березино	8,8	10,6	7,7	0,5	19,5	16,4	14,8	12,7	8,8
Марьина Горка	12,3	9,7	13,9	0,4	23,6	20,4	18,6	16,4	12,3
Столбцы	4,6	3,9	5,1	0,9	13,9	11,2	9,8	8,0	4,6
Слуцк	10,4	9,2	11,1	0,5	21,6	18,4	16,7	14,5	10,4
Ошмяны	10,9	8,8	12,1	0,5	22,7	19,3	17,5	15,2	10,9
Лида	9,4	5,9	11,6	0,5	20,0	17,0	15,3	13,3	9,4
Гродно	9,4	5,5	11,9	0,7	24,3	20,0	17,7	14,8	9,4
Новогрудок	21,5	22,9	20,6	0,5	45,2	38,4	34,7	30,2	21,5
Волковыск	14,6	11,0	16,8	0,4	28,0	24,2	22,1	19,5	14,6
Горки	12,2	12,6	11,9	0,4	23,7	20,4	18,6	16,4	12,2
Могилев	16,1	20,5	13,5	0,5	33,5	28,5	25,8	22,5	16,1
Кличев	2,9	2,6	3,0	0,8	8,5	6,9	6,0	4,9	2,9
Славгород	4,9	3,2	6,0	1,0	16,3	13,0	11,2	9,1	4,9
Костюковичи	8,3	6,4	9,5	0,5	18,6	15,7	14,0	12,1	8,3
Бобруйск	8,8	9,6	8,2	0,6	20,3	17,0	15,2	13,0	8,8
Барановичи	7,9	6,4	8,8	0,4	15,9	13,6	12,3	10,8	7,9
Ганцевичи	6,7	5,5	7,5	0,6	15,2	12,7	11,4	9,8	6,7
Ивацевичи	5,6	2,9	7,2	0,7	14,1	11,7	10,3	8,7	5,6
Пружаны	16,8	13,6	18,8	0,5	35,0	29,7	26,9	23,4	16,8

Метеостанция	Среднее за период			C_v	Обеспеченность, %				
	1975...2008	1975...1987	1988...2008		1	5	10	20	50
	Высокое	12,4	13,2		12,0	0,4	23,5	20,3	18,6
Полесская	5,2	2,4	7,0	0,8	15,2	12,4	10,8	8,9	5,2
Пинск	4,3	3,8	4,6	1,0	14,0	11,2	9,7	7,8	4,3
Брест	6,7	7,2	6,3	0,6	16,6	13,7	12,2	10,3	6,7
Жлобин	6,8	6,2	7,1	0,6	16,0	13,4	11,9	10,2	6,8
Октябрь	8,1	6,2	9,2	0,5	16,7	14,2	12,9	11,2	8,1
Гомель	6,2	7,2	5,6	0,6	15,2	12,6	11,2	9,5	6,2
Василевичи	8,7	7,5	9,5	0,5	18,5	15,7	14,2	12,3	8,7
Житковичи	6,8	7,1	6,6	0,5	14,3	12,2	11,0	9,5	6,8
Мозырь	8,8	7,7	9,5	0,5	19,1	16,2	14,5	12,6	8,8
Лельчицы	5,4	5,8	5,1	0,7	14,2	11,7	10,3	8,6	5,4
Брагин	6,1	4,6	7,0	0,6	15,1	12,5	11,1	9,4	6,1
Среднее	9,5	8,5	10,0	0,6	20,4	17,3	15,6	13,5	9,5

На рис. 3 показана временная изменчивость гололедных образований по республике в целом (3а) и по большим и малым городам и другим населенным пунктам Беларуси (3б).

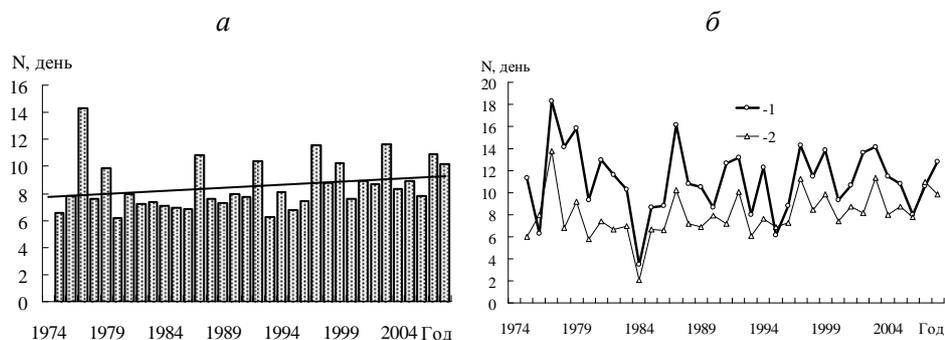


Рис. 3. Многолетние изменения среднегодового количества дней с гололедом (а – по всей республике, б – по большим и малым городам (1) и другим населенным пунктам(2)).

На рис. 3а видно незначительное увеличение количества дней с гололедом. Минимум гололедных явлений приходился на 1980-е года, максимум – на вторую половину 1970-х годов и последние годы современного потепления (1997...2008 гг.). Однако в период современного потепления далеко не на всех станциях отмечается рост числа дней с гололедом. Так, на метеостанциях Вилейка, Борисов, Воложин, Березино, Новогрудок, Горки, Могилев, Высокое, Брест, Гомель, Житковичи и Лельчицы отмечается некоторое уменьшение числа дней с гололедом (табл. б). В больших городах

среднее количество дней с гололедом в большинстве рассмотренных лет выше, чем в малых городах и других населенных пунктах (рис. 3б).

Годовой ход гололедных явлений представлен на рис. 4. Как видим, ежегодно гололед отмечается на территории республики с ноября по февраль. В ноябре в среднем отмечается 1,2 дня с гололедом, в декабре – 3,1, январе – 2,2, феврале – 1,4. Реже отмечается данное явление в марте (0,4 дня), апреле (0,2), сентябре (0,1), октябре (0,1). В отдельные годы гололед отмечается в мае, в среднем 0,1 дня. В январе, апреле и ноябре наблюдаются положительные тренды количества дней с гололедом, в марте в период современного потепления климата даже понизилось, а в остальные месяцы года каких-либо четких изменений не просматривается.

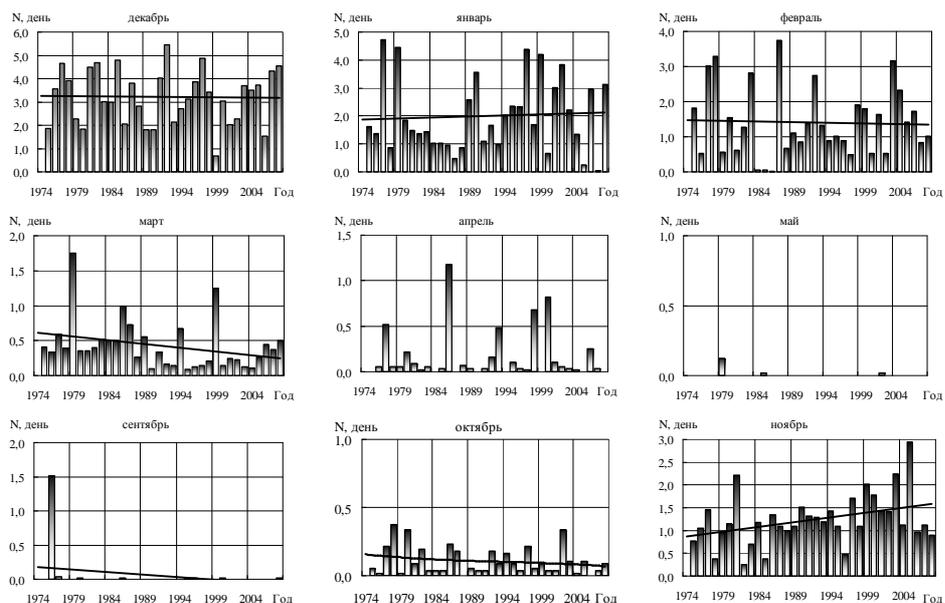


Рис. 4. Многолетние изменения количества дней с гололедом в отдельные месяцы на территории Беларуси.

Какого-либо четкого соответствия в изменении гололедных явлений и температуры воздуха в указанные месяцы нет, хотя некоторая тенденция к синхронному характеру изменений указанных процессов за последние тридцать лет в отдельные месяцы года просматриваются.

Количество дней с гололедом незначительно, максимум пришелся на 1977 год, минимумы – на 1984, 1993 года. Ежегодно гололед на территории республики отмечается с ноября по февраль. В ноябре в среднем отмечается 1,2 дня с гололедом, в декабре – 3,1, январе – 2,2, феврале –

1,4, реже – в марте (0,4 дня), апреле (0,2 дня), сентябре (0,1), октябре (0,1 дня). В отдельные годы гололед отмечается в мае месяце.

Изморозь может быть опасным метеорологическим явлением. С 7 по 11 января 2006 г. в республике при умеренно морозной погоде, на большей части территории, наблюдалась изморозь, местами слабые гололеды, в отдельных районах отмечались гололедно-изморозевые отложения. Сложные отложения достигли значений опасного гидрометеорологического явления 10 января в период с 03:38 до 16:30 на М Докшицы (39 мм) и 12...13 января на М Новогрудок с 19:20 до 13:20 – 62 мм [2].

На северо-востоке в районе Оршанско-Могилевской равнины, Смоленской и Оршанской возвышенностей данное явление отмечается чаще всего – около 20 дней за год, реже на юго-востоке (Мозырское и Гомельское Полесье), западе (Гродненская возвышенность) и востоке (Новогрудская возвышенность) Гродненской области – около 8...10 дней.

Как отмечают многие авторы, начиная с 1988 г. наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха, как в теплый, так и в холодный период, и не только в Беларуси [3]. Что бы оценить влияние потепления климата на повторяемость изморози, исходный временной ряд был разбит на два периода: 1975...1987 гг. и 1988...2008 гг. Для этих периодов определялись средние значения числа дней в году с изморозью и сравнивались с помощью t-критерия Стьюдента. Пространственное распределение среднего годового количества дней с изморозью представлено на рис. 5.

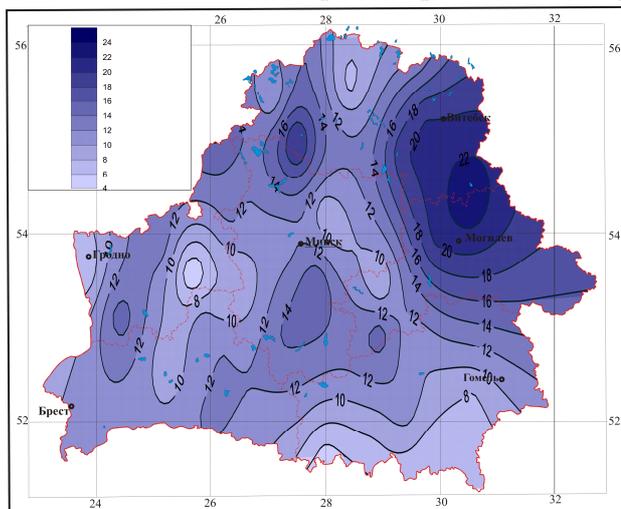


Рис. 5. Пространственное распределение среднего годового количества дней с изморозью на территории Беларуси.

Анализ изменчивости числа дней с изморозью за 30-летний период наблюдений показал уменьшение количества дней с изморозью по всей территории республики (табл. 7, рис. 6а). В больших городах среднее количество дней с изморозью в подавляющем числе рассмотренных лет выше, чем в малых городах и других населенных пунктах (рис. 6б). Такая тенденция отмечалась раньше для числа дней с туманами, что говорит об общей причине изменений.

Таблица 7

Основные статистические параметры числа дней с изморозью в Беларуси

Метеостанция	Среднее за период			C_v	Обеспеченность, %				
	1975...2008	1975...1987	1988...2008		1	5	10	20	50
Верхнедвинск	12,9	13,9	11,9	0,4	24,9	21,4	19,5	17,2	12,9
Езерище	11,7	14,8	8,5	0,6	27,9	23,1	20,6	17,5	11,7
Полоцк	19,1	17,8	20,4	0,5	41,4	34,8	31,3	27,1	19,1
Шарковщина	10,1	10,6	9,6	0,6	24,2	20,0	17,9	15,2	10,1
Витебск	20,7	25,4	16,0	0,5	44,8	37,7	33,9	29,4	20,7
Лынтупы	17,7	21,8	13,6	0,4	34,2	29,3	26,8	23,6	17,7
Лепель	13,8	17,8	9,7	0,5	29,8	25,0	22,6	19,5	13,8
Докшицы	21,9	24,5	19,2	0,4	42,2	36,2	33,0	29,2	21,9
Сенно	10,7	14,6	6,8	0,6	25,7	21,2	18,9	16,1	10,7
Березинский заповедник	27,2	30,6	23,8	0,5	58,9	49,5	44,6	38,6	27,2
Орша	12,7	15,1	10,3	0,6	30,5	25,2	22,5	19,1	12,7
Вилейка	13,0	17,3	8,6	0,6	31,1	25,7	22,9	19,5	13,0
Борисов	9,1	13,4	4,8	0,8	26,1	21,0	18,4	15,2	9,1
Воложин	13,1	16,3	9,9	0,5	28,4	23,8	21,5	18,6	13,1
Минск	11,2	14,7	7,7	0,6	26,9	22,2	19,8	16,8	11,2
Колодищи	15,5	15,5	15,4	0,6	37,0	30,7	27,3	23,2	15,5
Березино	10,9	16,5	5,2	0,8	31,1	25,1	22,0	18,1	10,9
Марьино Горка	17,4	21,8	12,9	0,5	37,6	31,6	28,5	24,6	17,4
Столбцы	7,9	8,2	7,6	0,7	20,8	17,0	15,0	12,5	7,9
Слуцк	14,9	16,6	13,1	0,5	32,2	27,0	24,4	21,1	14,9
Ошмяны	11,2	13,7	8,7	0,7	29,5	24,1	21,2	17,8	11,2
Лида	13,3	13,8	12,8	0,6	31,9	26,4	23,5	20,0	13,3
Гродно	6,0	4,4	7,6	0,8	17,2	13,9	12,1	10,0	6,0
Новогрудок	21,2	22,7	19,7	0,5	45,9	38,6	34,8	30,1	21,2
Волковыск	15,3	15,2	15,3	0,6	36,6	30,3	27,0	22,9	15,3
Горки	25,3	32,8	17,7	0,4	48,8	41,8	38,2	33,7	25,3
Могилев	21,2	26,6	15,7	0,5	45,8	38,5	34,7	30,0	21,2
Кличев	8,2	10,3	6,1	0,6	19,7	16,3	14,5	12,3	8,2
Славгород	12,4	16,8	8,0	1,0	41,3	32,7	28,3	22,8	12,4
Костюковичи	16,5	19,1	13,9	0,5	35,7	30,0	27,1	23,4	16,5
Бобруйск	16,1	21,8	10,4	0,6	38,6	31,9	28,5	24,2	16,1

Метеостанция	Среднее за период			C_v	Обеспеченность, %				
	1975...2008	1975...1987	1988...2008		1	5	10	20	50
	Барановичи	11,9	15,1		8,6	0,6	28,4	23,5	21,0
Ганцевичи	13,1	18,4	7,7	0,7	34,3	28,0	24,7	20,7	13,1
Ивацевичи	8,4	9,0	7,8	0,5	18,2	15,3	13,8	11,9	8,4
Пружаны	13,1	12,9	13,3	0,5	28,4	23,8	21,5	18,6	13,1
Высокое	15,5	15,3	15,7	0,5	33,6	28,2	25,4	22,0	15,5
Полесская	12,7	11,8	13,6	0,6	30,5	25,2	22,5	19,1	12,7
Пинск	7,8	11,2	4,3	0,8	22,2	17,9	15,7	13,0	7,8
Брест	11,1	13,4	8,8	0,6	26,6	22,0	19,6	16,7	11,1
Жлобин	11,4	16,5	6,3	0,7	30,0	24,5	21,6	18,1	11,4
Октябрь	8,6	10,4	6,7	0,6	20,5	17,0	15,1	12,9	8,6
Гомель	8,1	10,1	6,0	0,6	19,3	16,0	14,2	12,1	8,1
Василевичи	12,2	15,4	9,0	0,6	29,3	24,2	21,6	18,3	12,2
Житковичи	10,9	13,6	8,2	0,7	28,7	23,4	20,7	17,3	10,9
Мозырь	9,1	12,6	5,6	0,7	23,9	19,5	17,3	14,5	9,1
Лельчицы	5,1	7,1	3,1	0,8	14,6	11,8	10,3	8,5	5,1
Брагин	6,5	6,6	6,4	0,7	17,1	14,0	12,3	10,3	6,5
Среднее	13,3	15,8	10,7	0,6	30,9	25,7	22,9	19,6	13,3

Примечание. Выделены статистически различимые величины среднего количества дней с изморозью для соседних временных периодов.

Если до 1987 г. отмечалось около 16 дней с изморозью, то в период современного потепления климата оно уменьшилось до 11. В отдельные годы число дней с изморозью отклоняется от средней величины. Так, в 1980 г. на М Березинский заповедник отмечалось 49 дней с изморозью, Докшицы – 37, Витебск – 36, Высокое – 32, Житковичи - 32 дня с явлением. С 1988 г. в среднем отмечалось около 9 дней (2000 г.: Березинский заповедник – 22 дня, Докшины – 16, Витебск – 15, Высокое – 11, Житковичи – 9).

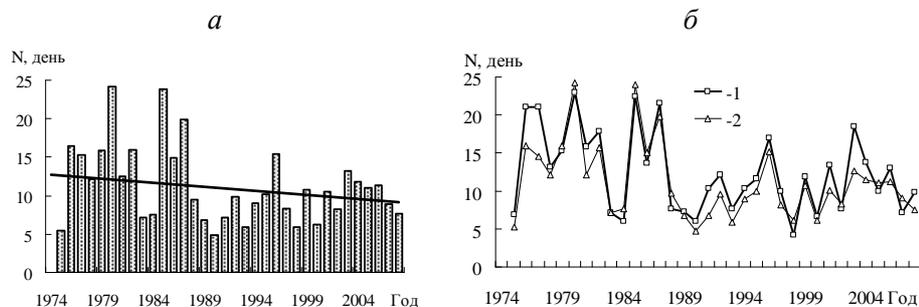


Рис. 6. Многолетние изменения среднего количества дней с изморозью. а – по всей Беларуси, б – по большим городам (1) и малым городам и другим населенным пунктам (2).

Об изменении числа дней с изморозью в различные месяцы года дает представление рис. 7. С ноября по март изморозь отмечается практически ежегодно. В последние годы отмечается тенденция в сторону уменьшения количества дней с изморозью. В зимние месяцы наблюдаются отрицательные тренды количества дней с изморозью, в ноябре – положительные. В ноябре в среднем отмечается около 0,9 дней с изморозью, в декабре – 3,4, январе – 3,2, феврале – 2,9 дня с явлением. В теплый период изморозь значительно реже регистрируется на территории республики: в марте – 1,1 дня, апреле – 0,05, мае – 0,1. В сентябре-октябре в отдельные годы изморозь отмечается, в среднем около 0,1 дня.

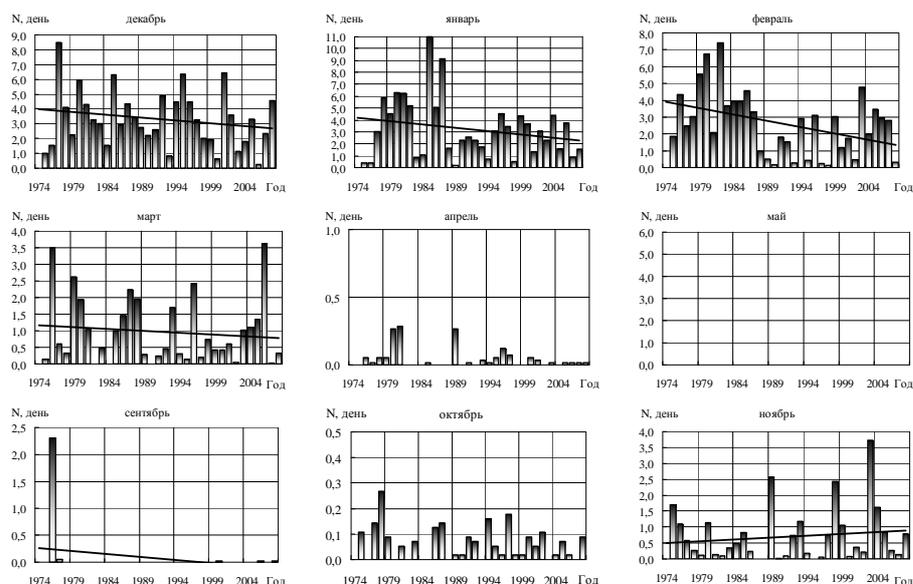


Рис. 7. Многолетние изменения количества дней с изморозью в различные месяцы года.

Уменьшение числа дней с изморозью согласуется с ростом температуры в холодное время года в последние два десятилетия. Среднегодовой ход изморозевых отложений по областям представлен в табл. 8.

Чаще всего изморозевые отложения наблюдаются в Могилевской и Витебской областях (в среднем 1,7 и 1,8 дней в году соответственно). В январе отмечается в среднем 3,7 дня с изморозевыми отложениями, чаще в Могилевской, Гродненской и Витебской областях (4,7; 4,3 и 4,2 дня соответственно). В феврале изморозь отмечается в среднем 2,9 дня, чаще всего изморозевые отложения регистрируются в Витебской области около 4,1 дня, Могилевской – 3,8, реже в Гомельской области – 1,8. В марте в среднем отмечается около 1,0 дня с изморозью, в Могилевской и Витебской облас-

тях это явление наблюдают чаще всего (1,6 и 1,5 дня соответственно), реже в Гомельской области – 0,6 дня. В апреле и мае изморозевые отложения достаточно редкое явление, в среднем отмечается 0,05 и 0,1 дня соответственно. В Минской и Гомельской областях в апреле наблюдается 0,02 дня с изморозью, чаще в Витебской области – 0,1 дня. В мае в Витебской и Брестской областях отмечается 0,2 и 0,1 дня с изморозью соответственно. В летние месяцы изморозевые отложения отсутствуют. В сентябре – ноябре изморозь отмечается достаточно редко - менее 0,1 дня с данным явлением. В сентябре чаще отмечается в Минской области – 0,1 дней, это несколько больше, чем в других областях республики; в октябре – в Могилевской области (0,1 дня), в ноябре – в Могилевской области (1,2 дня). В декабре в среднем отмечается 3,4 дня с изморозью. Как и в предыдущие месяцы чаще изморозевые отложения отмечаются в Могилевской и Витебской областях – 4,5 и 4,0 дня, реже в Гомельской области – 2,2 дня.

Таблица 8

Среднегодовой ход изморозевых отложений по областям

Область	Месяц										Год
	1	2	3	4	5	9	10	11	12		
Витебская	4,2	4,1	1,5	0,1	0,2	0,1	0,1	1,0	4,0	1,7	
Минская	2,9	2,2	0,7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,5	2,9	1,1	
Гродненская	4,3	2,9	0,8	0,0	0,1	0,1	0,0	0,8	3,9	1,4	
Брестская	3,3	2,6	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	2,8	1,2	
Могилевская	4,7	3,8	1,6	0,1	0,1	0,1	0,1	1,2	4,5	1,8	
Гомельская	2,7	1,8	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	2,2	0,9	
Среднее	3,7	2,9	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	3,4	1,3	

Количество дней с изморозью по всей территории республики уменьшилось. Если до 1987 г. отмечалось около 15 дней в году с изморозью, то с 1988 г. – 9,2 дня. С ноября по март изморозь отмечается практически ежегодно. В зимние месяцы наблюдаются отрицательные тренды количества дней с изморозью, в ноябре – положительный. В ноябре в среднем отмечается около 0,9 дней с изморозью, в декабре – 3,4, январе – 3,7, феврале – 2,9 дня. В теплый период изморозь значительно реже регистрируется на территории республики: в марте – 1,04 дня, апреле – 0,05, мае – 0,1. В сентябре – октябре в отдельные годы изморозь отмечается, в среднем около 0,1 дня. На северо-востоке в районе Оршанско-Могилевской равнины, Смоленской и Оршанской возвышенностей изморозь отмечается чаще всего – около 20 дней в году, реже на юго-востоке (Мозырское и Гомельское Полесье), западе (Гродненская возвышенность) и востоке (Новогрудская возвышенность) Гродненской области – 8...10 дней.

Таким образом, выполненный комплексный анализ гололедно-изморозевых отложений на территории Республики Беларусь позволил установить пространственно-временные закономерности распределения числа дней с гололедом и изморозью, зависимость их повторяемости от высоты местности над уровнем моря, связи повторяемости гололедно-изморозевых отложений от потеплением климата. За последние годы увеличилось число дней с гололедными явлениями, но уменьшилось число дней с изморозью.

Чаще всего гололедно-изморозевые отложения отмечается на территории Новогрудской и Оршанской возвышенностях, Припятского, Мозырского и Гомельского Полесья, реже на равнинной территории республики. Повторяемость гололедно-изморозевых отложений хотя бы в одном из пунктов области – 15 % лет. Сильные гололедно-изморозевые отложения регистрируются в Минской области 1 раз в 17 лет, в Брестской, Витебской, Могилевской 1 раз в 11 лет, в Гомельской 1 раз в 5 лет, в Гродненской 1 раз в 4 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метеорологический ежемесячник/ Мин-во природ. ресурсов и охраны окруж. среды Респ. Бел. Республ. гидрометеорол. центр. Климатич. Кадастр Респ. Бел. – Ч. 2, № 1-13. – Минск. – 1975...2008 гг..
2. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2006 году / Государственный климатический кадастр. – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Департамент по гидрометеорологии, Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр»; ред. Д.А. Рябов. – Минск, 2007. – 40 с.
3. Попова В.В., Шмакин А.Б. Циркуляционные механизмы крупномасштабных аномалий температуры воздуха зимой в Северной Евразии в конце XX столетия // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 12. – С. 15 - 25.
4. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 492 с.
5. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: справочник / Мин-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь / Под ред. М.А. Гольберга – Минск : Белорусский научно-исследовательский центр Экология, 2002. – 132 с.
6. Технический обзор особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1984 году / Гос. комитет

