

ISSN 1810-9810

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

NATURAL RESOURCES

**№ 1
2017**



ГОД НАУКИ
2017

Научное издание
SCIENTIFIC EDITION

Национальная академия наук Беларуси
Министерство природных ресурсов и охраны
окружающей среды Республики Беларусь
National Academy of Sciences of Belarus
Ministry of Natural Resources and Environmental
Protection of the Republic of Belarus

Дзяржаўная ўстанова
«Рэспубліканскі цэнтр па гідраметэарэалягічным
кантролі радыёактыўнага забруджвання і
маніторынгу навакольнага асяроддзя»
Даведачна-інфармацыйны фонд

ІНВ. №

«ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ»

Научный журнал
Издается с 1996 года
Выходит 2 раза в год
Май 2017 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Беларуси

Министерство природных ресурсов
и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Главный редактор

Олег Игоревич Бородин – кандидат биологических наук, доцент

Редколлегия:

И. И. Лиштван – доктор технических наук, профессор, академик – заместитель главного редактора,
М. Е. Никифоров – д-р биологических наук, профессор, академик – заместитель главного редактора,
В. Ф. Винокуров – ответственный секретарь, В. Н. Астапенко – д-р г.-м.н., В. М. Байчоров – д-р б.н., доц.,
С. В. Буга – д-р б.н., проф., Е. И. Бычкова – д-р б.н., проф., О. В. Васнёва – к-т г.-м.н.,
И. В. Войтов – д-р тех.н., проф., М. Г. Герменчук – к-т тех.н., доц., С. Е. Головатый – д-р с.х.н., проф.,
В. В. Гричик – д-р б.н., проф., С. А. Дубенок – к-т тех.н., Н. И. Жаркина, Д. Л. Иванов – д-р г.н., доц.,
А. К. Карабанов – д-р г.-м.н., проф., акад., И. М. Качановский – к-т б.н., А. И. Ковалевич – к-т с.х.н., доц.,
Б. В. Курзо – д-р тех.н., В. В. Лапа – д-р с.х.н., проф., чл.-корр., А. А. Махнач – д-р г.-м.н., проф., акад.,
С. Б. Мельнов – д-р б.н., проф., А. В. Неверов – д-р э.н., проф., М. П. Оношко – д-р г.-м.н.,
А. В. Пугачевский – к-т б.н., В. П. Семенченко – д-р б.н., чл.-корр., В. В. Титок – д-р б.н., чл.-корр.,
В. С. Хомич – д-р г.н., В. А. Цинкевич – к-т б.н., доц., О. С. Шимова – д-р э.н., проф.

Адрес редакции:

Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая 27,
Тел.: +375 /017/ 284-05-23, 284-15-85, Факс: +375 /017/ 284-15-93
E-mail: 430vinok@gmail.com, tsinkevichva@mail.ru

Подписные индексы:

ведомственный – **012762**, индивидуальный – **01276**

Редактура и компьютерная верстка В. Ф. Винокуров

Подписано в печать 04.05.2017. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 16,47. Уч.-изд. л. 15,68. Тираж 84 экз. Заказ 67.

Цена: индивидуальная подписка – 20,32 руб., ведомственная подписка – 20,55 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука»
Свидетельства о ГРИИРПИ № 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017. ЛП № 02330/455 от 30.12.2013.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск

з іх – за апошнія 50 гадоў. Рэзкае павелічэнне колькасці відаў рыб у натуральных вадаёмах Беларусі адбылося ў 70-х гадах мінулага стагоддзя за кошт засялення відаў-інтрадуцэнтаў, завезеных чалавекам на тэрыторыю краіны з розных геаграфічных рэгіёнаў; наступнае, якое адзначаецца пасля 80-х гадоў мінулага стагоддзя – за кошт самастойнага пранікнення па Дняпры понтэ-каспійскіх відаў рыб.

У найбольшай ступені змена складу фаўны рыб Беларусі праявілася ў рэках басэйна Чорнага мора. У цяперашні час каэфіцыент цэласнасці іхтыяфаўны (стаўленне ліку абарыгенных відаў рыб да агульнай колькасці відаў) вагаецца ад 0,84 для басэйна р. Нёман да 0,68 – для басэйна р. Днепр. У бліжэйшы час прагназуецца далейшае павелічэнне колькасці відаў рыб у складзе фаўны Беларусі за кошт укаранення ў абарыгенныя экасістэмы як самастойна пашыраючых арэал понтэ-каспійскіх відаў, так і завезеных чалавекам відаў рыб.

V. K. Rizevsky

FORMATION OF THE ICHTHYOFAUNA OF BELARUS AT THE PRESENT STAGE

Of five native fish species that have been extinct in Belarus during the analyzed period (XV century BC to the present), four species have been extinct in the first half of the XX century. All extinct species have been migratory species performing extended spawning migrations through the watercourses that put into the territory of Belarus for spawning.

Nowadays 18 of 65 (25 % of all) certainly dwelling in the water objects of Belarus fish species are not native and have been appeared on the territory of Belarus in the surveyed historical period, with 13 of them appeared during the last 50 years. Upsurge of fish species number in the natural water objects of Belarus happened in 1970s because of species native to other regions introduction performed by human through its transfer into the territory of Belarus. The next increase of fish species number registered after 1980s linked to the self-penetration of Ponto-Caspian immigrant species through the Dnieper River.

There is the specific composition of Belarusian fish fauna change expressed the most in the watercourses of the Black Sea basin. Nowadays the coefficient of ichthyofauna integrity, that is the ratio of the native fish species number to the total fish species number, varies from 0,84 (the Neman River basin) to 0,68 (the Dnieper River basin).

There is expected further increase of fish species number in the near future because of introduction both the area-expanding immigrants from the Ponto-Caspian region and the individual species introduced by human into the native ecosystems.

УДК 551.5 (476)

И. С. Партасенок, С. В. Поважная, Е. В. Комаровская, П. Я. Гройсман
**ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ ОСАДКОВ
И ФОРМИРОВАНИЯ ГОЛОЛЕДНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

В работе выполнен анализ выпадения осадков в жидком виде, которые наблюдаются при температуре приземного воздуха около $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0\text{...}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$), которые приводят к появлению ледяной корки на земле и других поверхностях. Для анализа были использованы данные Гидрометфонда по атмосферным явлениям (гололед), а также синоптические данные (морось и дождь, приводящие к образованию гололеда). Изучение особенностей формирования гололедных явлений было выполнено по данным синоптических наблюдений по 47 метеорологическим станциям. Период обобщения охватывает временной интервал с 1977 по 2015 годы. Для оценки изменений гололедных явлений за последние четыре десятилетия были рассчитаны их статистики для периода 1977–2015 годы, а также определена величина изменения продолжительности рассматриваемых явлений в сутках, часах и их процентное соотношение за два периода (1977–2003 и 2004–2015 годы). Выполненные расчеты показали, что в последние десятилетия на половине станций Беларуси гололед стал отмечаться раньше осенью и на четверти станций позже весной; отмечается увеличение продолжительности гололеда в течение суток, и наибольшие изменения характерны для южных, центральных и отдельных северных районов страны. Анализ продолжительности и пространственного распределения мороси и дождя, приводящих к гололеду показал, что для большинства станций отсутствует значимая тенденция изменения данных явлений, однако отмечается значимое увеличение продолжительности мороси слабой интенсивности на половине станций.

Введение

Атмосферные осадки, выпадающие при температуре приземного слоя воздуха около $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в холодный и переходные (осень, весна) сезоны характерны для многих регионов. Выпадение атмосферных осадков обычно слабой или умеренной интенсивности при нулевой температуре воздуха приводят к образованию гололеда, который может создавать неблагоприятные условия для наземного транспорта и авиации, коммуникаций, сельского хозяйства и способствует повышению травматизма населения.

Трансформация глобального климата, региональные аномалии температуры, изменение интенсивности и траекторий циклонов, согласно ряду исследований [10] оказывают влияние на повторяемость осадков, выпадающих при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ослабление атмосферной циркуляции в умеренных широтах [12, 13] привело к смещению потоков циклонов в северном направлении [11], что способствует учащению нулевых температур, при которых образуются гололедные явления. Исследования выпадения осадков в регионе Балтийского моря [7], показали отсутствие значимых трендов годовых сумм осадков на большей части региона, однако отмечается перераспределение их интенсивности: участились экстремальные явления и увеличилась продолжительность выпадения слабых обложных осадков. Детальная оценка изменений климатических аномалий [9, 14] позволяет заключить, что выпадение ледяных осадков слабо изучено в контексте формирования неблагоприятных явлений.

В настоящее время изучение выпадения переохлажденных осадков, приводящих к гололеду, в глобальном контексте выполняется посредством международного сотрудничества в проекте «Cold/shoulder season precipitation near $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ » [8], реализуемого в рамках «Глобального эксперимента изучения круговорота воды и энергии» Всемирной климатической программы ВМО и в рамках соглашения по теме «Внетропический гидрологический цикл в современном и будущем климате: неопределенности и предсказуемость» (грант 14.В25.31.0026 министерства науки и образования Российской Федерации). Настоящее исследование является частью этих проектов.

Изучение повторяемости и обобщение опасных метеорологических явлений, в том числе гололеда, на территории Беларуси проводится в ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» в рамках ведения Государственного климатического кадастра [5]. Исследование пространственно-временных изменений числа дней с гололедными явлениями на территории Беларуси проводили В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока [1]. Авторами было установлено, что в стране в последние десятилетия произошло изменение числа дней с гололедом, но они были незначительными (пределах 1–2 дней).

Целью данного исследования являлась оценка изменений сроков и продолжительности гололедных явлений в пределах территории Беларуси, а также формирующих их осадков при отрицательных температурах, их интенсивность и изменения в последние десятилетия.

Исходные данные

В настоящей работе выполнен анализ выпадения осадков в жидком виде, которые наблюдаются при температуре приземного воздуха около $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0\text{...}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$), которые приводят к появлению ледяной корки на земле и других поверхностях (деревьях, зданиях, линиях электропередач, воздушных и речных судах) при контакте или в ближайшее время после выпадения осадков. В метеорологической практике стран бывшего Советского союза такое явление обозначается как гололед.

В настоящей работе для анализа гололедных явлений были использованы данные синоптических наблюдений по 47 метеорологическим станциям (МС) гидрометеорологической сети наблюдений Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Период обобщения охватывает временной интервал с 1977 по 2015 годы, выбор периода обобщения связан с наличием сведений об атмосферных явлениях и синоптических данных в электронном виде. В национальной базе климатических данных отсутствуют сведения за период 1990–1998 годы в связи с техническими проблемами формирования архива данных Гидрометфонда. Этот пропуск был восполнен посредством архивных данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (г. Обнинск, РФ).

Исходная информация для исследования представлена в виде [4]:

1. Массив данных по атмосферным явлениям на метеорологических станциях Беларуси. Из этого массива выделялись сроки с явлением «гололед», под которым понимается слой плотного стекловидного льда (гладкого или слегка бугристого), образующегося на растениях, проводах, предметах, поверхности земли в результате намерзания частиц осадков при соприкосновении с поверхностью, имеющей отрицательную температуру. Чаще всего гололед наблюдается при температуре воздуха у земной поверхности от $+3$ до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

2. Массив срочных данных об основных метеорологических параметрах на МС Беларуси, из которого выделялись следующие явления:

- «морось, образующая гололед», т. е. жидкие осадки в виде очень мелких капель (диаметром менее 0,5 мм), парящих в воздухе;
- «дождь, приводящий к гололеду» который определяется как осадки, представляющие собой мелкие, твердые, прозрачные ледяные шарики 1–3 мм.

При анализе информации о наличии атмосферных явлений расчеты по повторяемости гололеда были выполнены для холодного времени года (с начала осеннего сезона предыдущего года до конца весеннего сезона следующего года). При этом определялось число случаев образования гололеда в течение года (сезона), его продолжительность (в сутках и часах), а также оценивались изменения характеристик данного явления в течение последних четырех десятилетий. Для настоящей работы по каждой из 47 МС были определены следующие характеристики:

- Среднее число дней с гололедом за период 1977–2015 годы;
- Абсолютная и средняя ранняя дата появления гололеда (осенью) за период 1977–2015 годы;
- Абсолютная и средняя поздняя дата образования гололеда (весной) за период 1977–2015 годы;
- Среднее годовое значение продолжительности гололеда (в сутках и часах) за период 1977–2015 годы;
- Среднее число случаев и среднее значение продолжительности гололеда (в сутках и часах) за базовый период (1977–2003 годы) и последнее десятилетие (2004–2015 годы);
- Разность продолжительности гололеда (определяемая как изменение в сутках и часах) за последнее десятилетие, а также процентное соотношение к базовому периоду;
- Величина изменения (линейные тренды) продолжительности гололеда (в часах), определенная при помощи метода наименьших квадратов и их статистическая значимость.
- Суммарное и среднее значение продолжительности мороси и дождя (в сутках и часах) за периоды 1977–2015, 1977–2003, 2004–2015 годы, изменение продолжительности этих явлений вычислялось аналогично п. 6.

Статистическая значимость изменений характеристик гололеда оценивалась при помощи t-критерия Стьюдента.

Расчеты, выполненные по данным 47 МС, были представлены в виде карт пространственного распределения продолжительности гололеда, мороси и дождя (в часах) и ее изменений, которые показали наличие нескольких однородных областей.

Результаты

Начало сезона образования гололеда в Беларуси начинается, когда в сезонном цикле приземная температура воздуха понижается ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5]. Наиболее ранние случаи понижения температуры

воздуха ниже нулевой отметки и соответственно случаи образования гололеда на отдельных МС Беларуси наблюдались в течение рассматриваемого периода (1977–2015 годы) в третьей декаде сентября. Обобщенная для территории страны **ранняя** дата появления первых в осеннем сезоне гололедных явлений приходится на 16 октября, **средняя** за многолетний период дата образования гололеда приходится на 23 ноября. В течение рассматриваемого периода средняя дата появления гололеда по станциям существенно не изменилась. В течение базового периода (1977–2003 годы) средняя дата появления первого сезонного гололеда приходилась на 25 ноября и в последнее десятилетие (2004–2015 годы) изменилась на 6 дней в сторону более ранних сроков (по отношению к среднему значению, подсчитанному по всем станциям). Принимая во внимание разброс ранней даты появления гололеда (сентябрь – январь) и механизм его образования, изменение средней даты на 6 дней не является статистически значимым.

Завершение сезона с гололедными явлениями происходит на территории Беларуси в марте – апреле, наиболее поздние случаи гололеда отмечены в третьей декаде апреля на ряде северных и крайних южных станциях. Но обычно появление дней с гололедом в **среднем** завершается во второй декаде февраля (средняя дата по всей территории Беларуси 17 февраля). В течение периода 1977–2015 годы в пределах территории страны поздняя дата гололеда не изменилась и разница между двумя периодами (1977–2003 и 2004–2015 годы) составляет только 2 дня.

Несмотря на малую изменчивость средних показателей ранних и поздних дат образования гололеда, расчеты показали, что на 20 МС (из 47) появление первых случаев гололеда осенью сместилось на более ранние сроки на 10–23 дня и на 8 МС образование поздних явлений гололеда весной также изменилось на более ранние на 10–25 дней. Диаграммы, представленные на рисунке 1 демонстрируют, что поздние гололедные явления весной наблюдаются позже обычного на 10 и

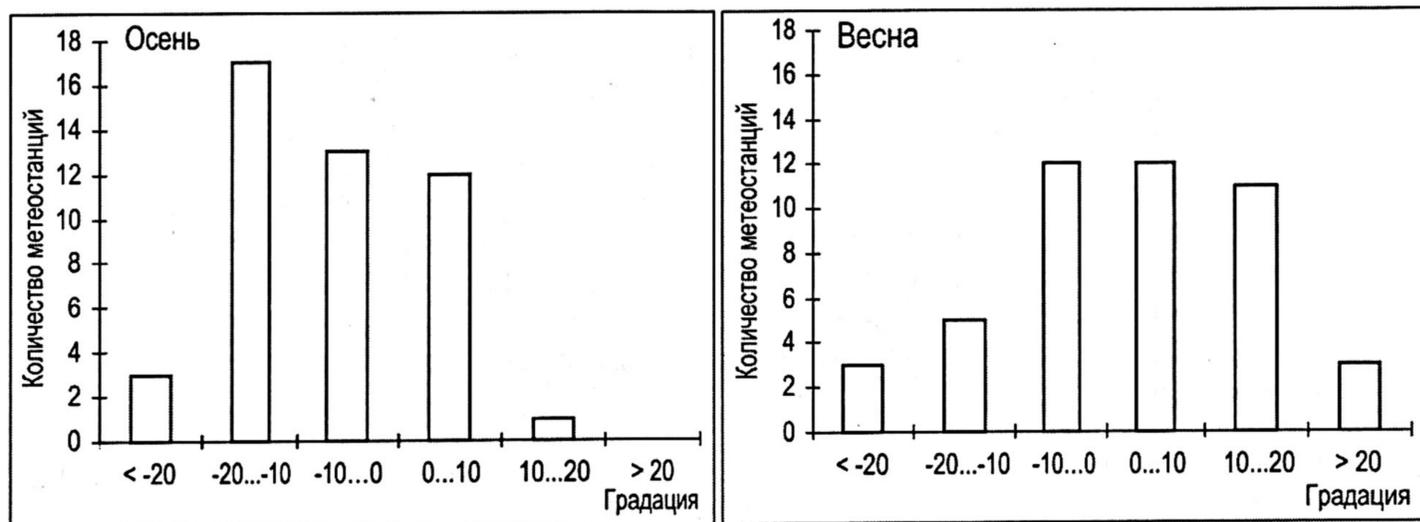


Рисунок 1 – Разность средних дат образования гололеда осенью и весной между периодами 2004–2015 и 1977–2003 (дни), ранжированная по величине их изменения по 47 станциям.

более дней на большинстве МС (36 из 47). Такая тенденция особенно неблагоприятна для ряда погодозависимых отраслей экономики страны [2], т. к. на фоне стабильного повышения температуры воздуха весной учащаются случаи обледенения, приводящие к негативным последствиям.

Среднее число случаев с гололедными явлениями составляет в среднем по стране 10 дней. Наибольшие значения продолжительности гололеда колеблются в пределах 18–24 дней для станций, расположенных на возвышенных местах, что согласуется с ранее сделанными выводами [3, 6] и наименьшая продолжительность составляет 3–5 дней за сезон, и зафиксирована на нескольких станциях в центральных районах страны.

Подсчет продолжительности гололедных явлений в днях показал отсутствие значимых изменений этой характеристики в последнее десятилетие. Однако, продолжительность гололеда, выраженная в часах существенно изменилась. Сравнение продолжительности гололеда (в часах) за базовый период (1977–2003 годы) и исследуемый период (2004–2015 годы) показало значимое увеличение продолжительности гололедов. В течение последних 12 лет продолжительность гололеда была выше по сравнению с базовым периодом на 19 часов. В среднем для всей территории Беларуси средняя продолжительность за базовый период составила 82 часа, а за последнее десятилетие общая продолжительность возросла до 101 часа. Изменились значения наибольшей и наименьшей продолжительности гололеда, однако наиболее существенное изменение было отмечено для станций с наименьшими значениями продолжительности гололеда за базовый период.

Увеличение количества часов с гололедом было отмечено на большинстве станций (41 из 47), увеличение для всех МС оказалось статистически значимым согласно критерию Стьюдента. На восьми станциях зафиксировано уменьшение продолжительности гололедов (в часах), на семи из них уменьшение является статистически значимым. Разность продолжительности гололеда за базовый период и последнее десятилетие варьирует по станциям от 36 до 212 %.

И. С. Паргасенок и др. – Особенности режима переохлажденных осадков и формирования гололедных явлений на территории Беларуси

На рисунке 2 представлено распределение величины изменений продолжительности гололеда в зависимости от географической долготы. Из рисунка 2А следует, что большинство станций с

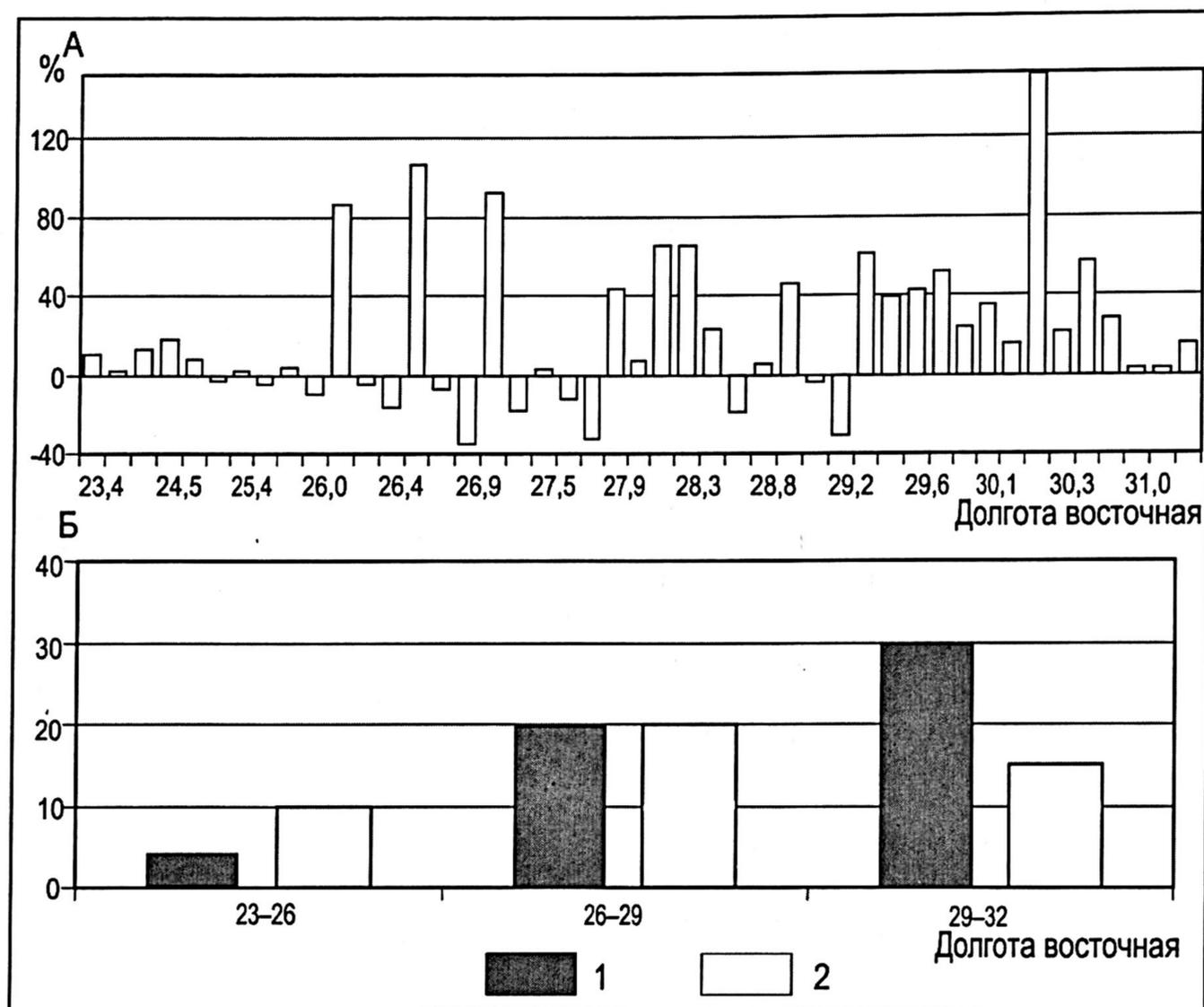


Рисунок 2 – Ранжированные по величине изменения продолжительности гололеда (%) метеорологические станции Беларуси в зависимости от географической долготы.
1 – изменение, %; 2 – количество станций.

наибольшим изменением продолжительности гололеда расположены в восточной половине страны, в центре концентрируются станции с определенным уменьшением продолжительности, и к западу тяготеют станции с наименьшими изменениями. На рисунке 2Б представлена обобщенная информация по распределению в долготном направлении. Очевидно, что наибольшие изменения, характерные для восточной части страны, зафиксированы всего на 15 станциях. В центральной части находится наибольшее количество станций, но и здесь величина изменения сохранялась в пределах 20 %. В западных районах страны отмечены наименьшие изменения продолжительности гололеда. Они зафиксированы на 10 станциях (или на четверти от общего количества станций).

Для оценки динамики гололедных явлений был выполнен анализ рядов продолжительности гололеда, выраженной в днях и часах. Анализ продолжительности в почасовом разрезе выполнялся с помощью метода наименьших квадратов для каждой станции, метод был применен для оценки направленности и величины изменения этой характеристики. Расчеты показали, что продолжительность гололеда на 11 станциях характеризуются статистически значимыми отрицательными трендами. Для остальных 36 станций тренды продолжительности гололеда оказались положительными и величина их изменения за период 1977–2015 годы в среднем составила от 1 до 77 часов. При этом для 16 из этих станций величина изменения являлась статистически значимой.

Анализ пространственного распределения изменений продолжительности гололеда в часах показал значимое увеличение на большинстве станций от 22 до 212 %. Пространственное распределение величины изменения продолжительности гололеда (в %) представлено на рисунке 3, а мороси и дождя, приводящего к гололеду, – на рисунках 4 и 5. Это распределение уточняет результаты ранжирования станций по долготе в зависимости от величины изменения продолжительности гололеда, представленные на рисунке 2.

В основном, наибольшие изменения произошли в южных, центральных и ряде северных районов страны. Менее заметные изменения (меньше 22 %) отмечены в основном на западе Беларуси. Уменьшение продолжительности гололеда (от 1 до 36 %) отмечено на северо-западе страны.

Причиной гололеда является замерзание переохлажденных капель воды, выпадающих при мороси и дожде. Поэтому дополнительно была рассмотрена повторяемость этих явлений. Методика определения и краткая характеристика этих явлений приведена выше.

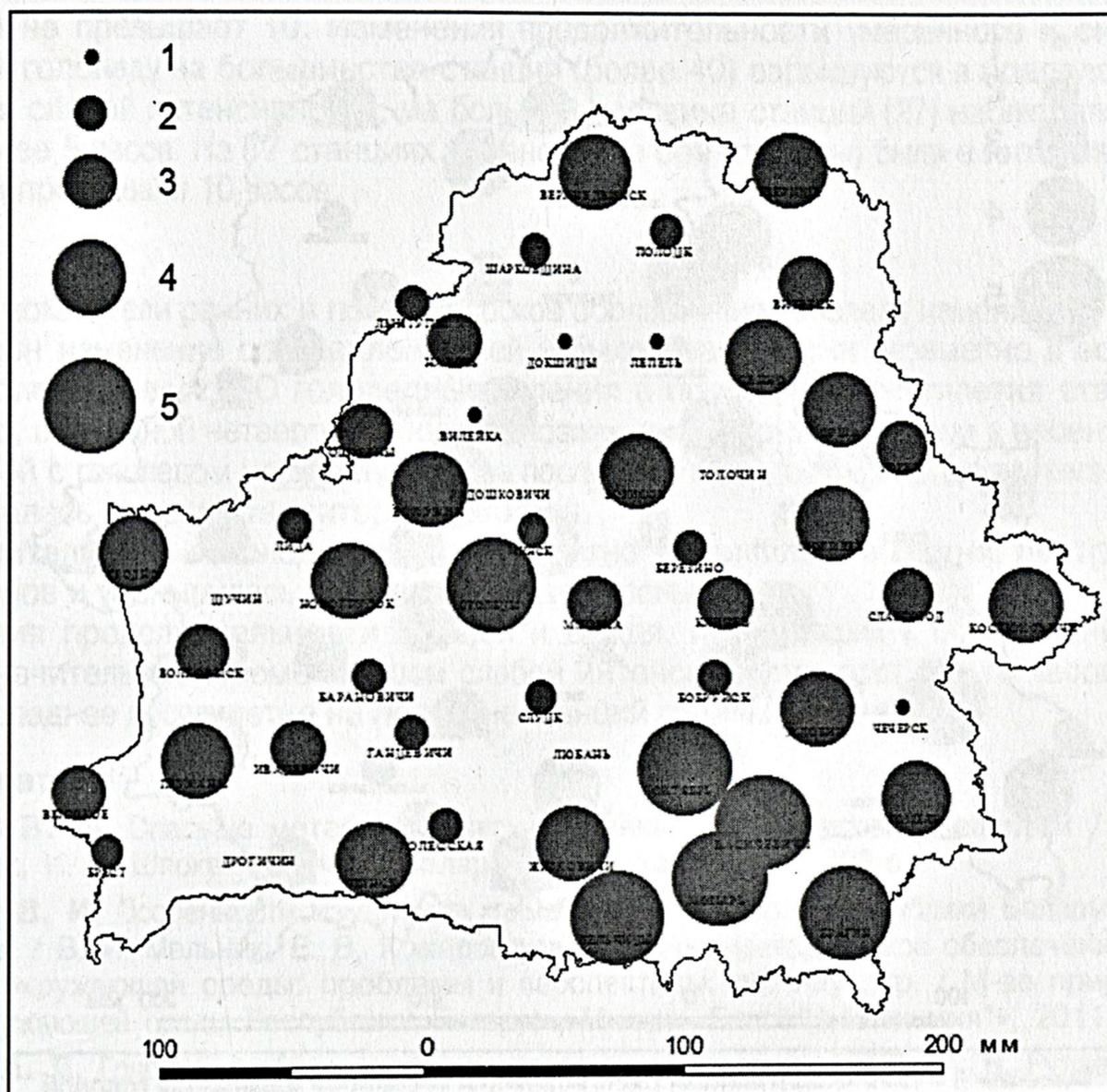


Рисунок 3 – Пространственное распределение величины изменения (%) продолжительности гололеда за последнее десятилетие. 1 – [-50% - -14%]; 2 – [-14% - 8%]; 3 – [8% - 21%]; 4 – [21% - 42%]; 5 – [42% - 80%].

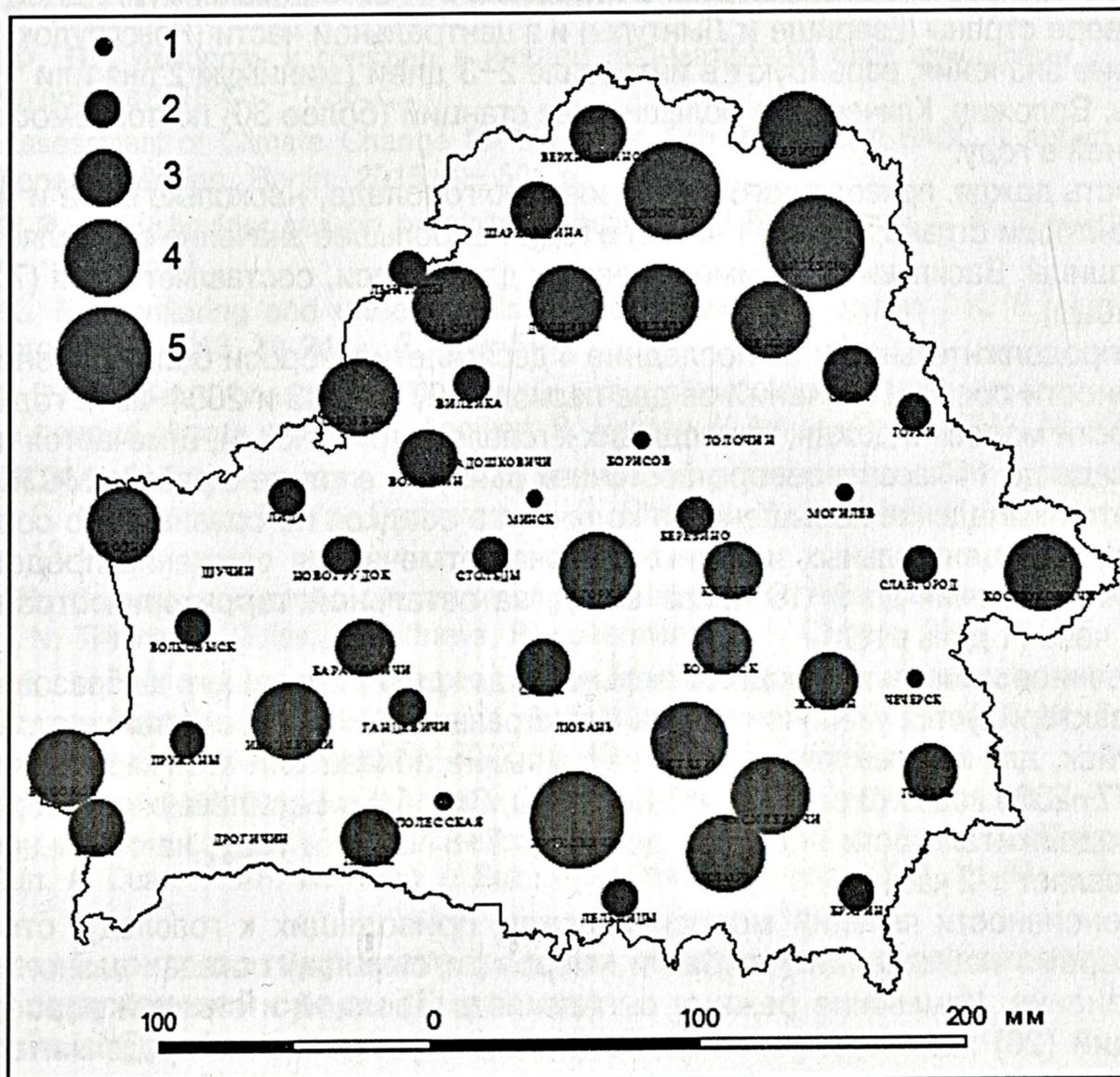


Рисунок 4 – Пространственное распределение величины изменения продолжительности мороси (часы). 1 – [-11,8 - -7,1]; 2 – [-7,1 - -1,2]; 3 – [-1,2 - 1,7]; 4 – [1,7 - 4,4]; 5 – [4,4 - 12,9].

И. С. Паргасенюк и др. – Особенности режима переохлажденных осадков и формирования гололедных явлений на территории Беларуси

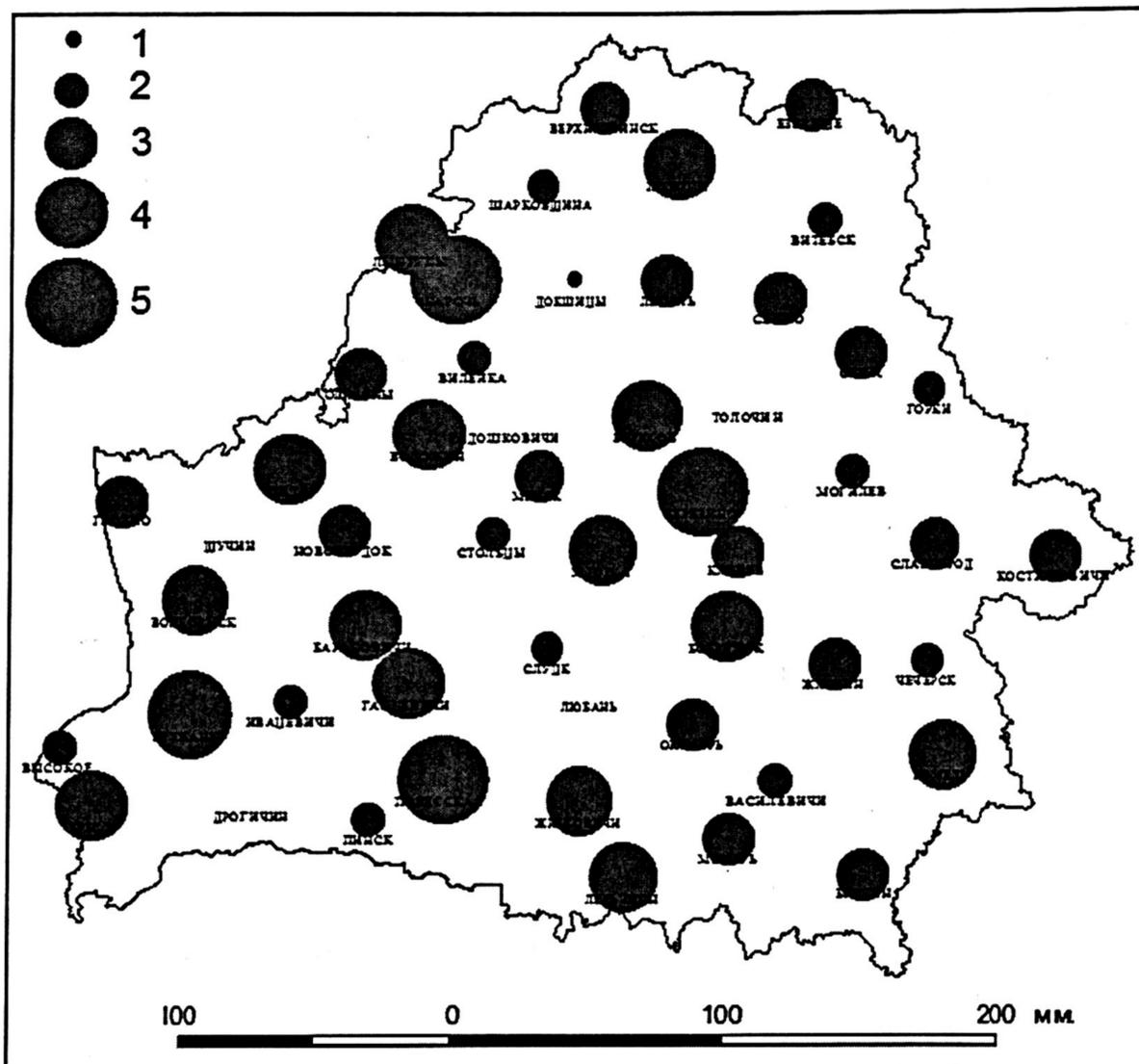


Рисунок 5 – Пространственное распределение величины изменения годовой суммы часов с дождем, приводящему к гололеду (часы). 1 – $[-7,9;]$; 2 – $[-7,9 - -2,2]$; 3 – $[-2,2 - 0]$; 4 – $[0 - 2]$; 5 – $[2 - 5]$.

Повторяемость мороси в среднем за год по территории Беларуси составляет 4 дня или 17 часов, при этом наибольшие значения колеблются в интервале 6–7 дней (максимум 7 дней или 31 час) и отмечены на севере страны (Езерище и Лынтупы) и в центральной части (Новогрудок, Минск, Могилев). Наименьшие значения, варьируют в интервале 2–3 дней (минимум 2 дня или 7 часов) в году (Брагин, Нарочь, Воложин, Кличев). На большинстве станций (более 30) повторяемость варьирует в пределах 3–5 дней в году.

Повторяемость дождя, приводящего к образованию гололеда, несколько ниже и наблюдается в среднем по территории страны 3 дня (11 часов) в году. Наибольшее значение составляет 4 дня (17 часов) в году (Докшицы, Василевичи), наименьшее, как для мороси, составляет 2 дня (7,4 часа) в году (Бобруйск, Столбцы).

Изменение продолжительности за последние 4 десятилетия мороси было оценено посредством вычисления разности средних значений за два периода 1977–2003 и 2004–2015 годы. Увеличение продолжительности мороси и дождя, приводящих к гололеду (рисунок 4), отмечается на севере – от 5 на северо-западе до 11 часов в северо-восточных районах, а также в районе МС Житковичи (где часто наблюдается выпадение повышенного количества осадков по сравнению с соседними станциями). В отдельных центральных и южных районах отмечается снижение продолжительности рассматриваемого явления до 9–16 часов в год, на остальной территории страны изменения составляют 2–3 часа (1 день в год).

Пространственное изменение продолжительности дождя, приводящего к образованию гололеда (рисунок 5), характеризуется увеличением на юге страны на 3–7 часов, а также в районе станций Нарочь и Бобруйск, для которых характерны наименьшие показатели этой характеристики в базовый период 1977–2003 годов. В районе МС Докшицы, Столбцы, Василевичи и Чечерск отмечается уменьшение продолжительности ледяного дождя до 7–8 часов в году, на остальной территории изменение составляет ± 2 часа.

Анализ интенсивности явлений мороси и дождя, приводящих к гололеду, степень которых отмечается во время наблюдений (слабая и умеренная/сильная) показал разнонаправленность процессов изменения. Изменение режима выпадения умеренной и сильной мороси на большей половине станций (26) характеризуется незначительным увеличением продолжительности этого явления (до 5 часов), на 10 станциях отмечается увеличение до 10 часов, на 3 станциях – уменьшение до 10 часов. Анализ изменения слабой мороси показал заметное увеличение (до 10 часов в год) на 22 станциях, изменение в пределах 5 часов в обе стороны отмечено на 16 станциях, на остальных станциях отмечено более значительное разнонаправленное изменение, но количество

таких станций не превышает 10. Изменения продолжительности умеренного и сильного дождя, приводящего к гололеду на большинстве станций (более 40) варьируются в пределах от 0 до 5 часов. Для дождя слабой интенсивности, на большей половине станций (27) наблюдались небольшие изменения менее 5 часов. На 17 станциях изменения (в обе стороны) были в интервале 5–10 часов, и на остальных превышали 10 часов.

Выводы

- Средние показатели ранних и поздних сроков образования гололеда изменились незначительно: в осенний сезон изменение составило 6 дней и было практически незаметно в весенний сезон. Однако для половины всех МС гололедные явления в последнее десятилетия стали отмечаться раньше осенью, а на одной четверти станций – позже на полторы-три недели в весенний сезон.

- Число дней с гололедом не изменилась за последние годы, однако продолжительность гололеда в часах увеличилась для всей территории Беларуси.

- Продолжительность гололеда наиболее заметно увеличилась в южных, центральных и ряде северных районов и уменьшилась на северо-западе страны.

- Изменения продолжительности мороси и дождя, приводящих к образованию гололеда в основном незначительные, кроме мороси слабой интенсивности, рост (до 10 часов) которой был отмечен за последнее десятилетие на половине станций страны.

• Список литературы

- [1] **ЛОГИНОВ В. Ф.** Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 129 с.
- [2] **МЕЛЬНИК В. И.** Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Научно-методическое обеспечение деятельности по охране окружающей среды: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Минск: «БелНИЦ "Экология"», 2011. – С. 77–84.
- [3] **РУДНЕВА А. В.** Гололед и обледенитель проводов на территории СССР / А. В. Руднева // – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 172 с.
- [4] **СТБ 17.10.01–01–2012** «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Термины и определения» / Минприроды. – Минск: Госстандарт, 2012. – 84 с.
- [5] **СТИХИЙНЫЕ** гидрометеорологические явления на территории Беларуси: справочник / Г. С. Чекан и др; под ред. М. А. Гольберга. – Минск: «БелНИЦ "Экология"», 2002. – 132 с.
- [6] **КЛИНОВ Ф. Я.** Изморозь и гололед в нижнем 500-метровом слое атмосферы / Ф. Я. Клинов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 138 с.
- [7] **SECOND** Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. The BACC II Author Team. – Springer International Publishing, Berlin, 2015. – 501 p.
- [8] **GROISMAN P.** Cold/shoulder season precipitation near 0 °C / P. Groisman, R. E. Stewart // GEWEX News, 2014, № 24. – P. 27–29.
- [9] **KUNKEL K. E.** Monitoring and understanding trends in extreme storms / K. E. Kunkel et al. // Bull. Amer. Meteorol. Soc., 2013, № 94. – P. 499–514.
- [10] **LAMBERT S.** Simulated changes in the freezing rain climatology of North America under global warming using a coupled climate model / S. Lambert, B. Hansen // Atmos.-Ocean, 2011, № 49. – P. 289–295.
- [11] **PARTASENOK I. S.** Winter cyclone frequency and following freshet streamflow formation on the rivers in Belarus / I. S. Partasenok, P. Ya. Groisman, R. S. Chekan, V. I. Melnik // Environ. Res. Lett., 2014, № 09005. – 13 p.
- [12] **TILININA N.** Comparing cyclone life cycle characteristics and their interannual variability in different reanalyses / N. Tilinina, S. Gulev, I. Rudneva, P. Koltermann // J. Climate, 2013, № 26. – P. 6419–6438.
- [13] **WANG X. L.** Trends and low frequency variability of extra-tropical cyclone activity in the ensemble of Twentieth Century Reanalysis / X. L. Wang, Y. Feng, G. P. Compo, V. R. Swail, F. W. Zwiers, R. J. Allan, P. D. Sardeshmukh // Climate Dynamics, 2012, № 40. – P. 2775–2800.
- [14] **ZHOU B.** The great 2008 Chinese ice storm: its socioeconomic-ecological impact and sustainability lessons learned / B. Zhou, L. Gu, Yu. Ding, L. Shao, Zh. Wu, X. Yang, C. Li, Zh. Li, X. Wang, Y. Cao, B. Zeng, M. Yu, H. Sun, A. Duan, Y. An, W. Kong // Bull. Amer. Meteorol. Soc., 2011, № 92. – P. 47–60.

Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Гидромет)

(E-mail: irina-danilovich@yandex.ru, master@pogoda.by, clim@hmc.by)

NOAA National Climatic Data Center, Asheville, North Carolina, USA

(E-mail: Pasha.Groisman@noaa.gov)

Рецензент **В. Ф. Логинов**

Поступила 11.11.2016