

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Институт природопользования

В. Ф. ЛОГИНОВ, А. А. ВОЛЧЕК, И. Н. ШПОКА

ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ



Минск
«Беларуская навука»
2010

УДК 551.583+504.7
ББК 26.237+20.1
Л69

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор В. В. Тур,
доктор географических наук, профессор В. Н. Киселев

*Выпуск издания осуществлен при финансовой поддержке
Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований*

Л69 **Логинов, В. Ф.** Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 129 с.
ISBN 978-985-08-1137-0.

В монографии представлена наиболее полная информация об опасных гидрометеорологических явлениях на территории Беларуси за период с 1975 по 2008 г. Основными источниками данных об этих явлениях гидрометеорологической сети послужили материалы, приведенные в справочниках по климату СССР, справочниках по климату Беларуси, метеорологических ежемесячниках и технических обзорах об опасных гидрометеорологических явлениях, наблюдавшихся на территории Беларуси.

На основании созданной базы данных опасных метеорологических явлений проведено их картографирование, позволившее установить пространственные закономерности опасных метеорологических явлений и зависимость их повторяемости от высоты над уровнем моря и лесистости территории. Выполнен анализ географических особенностей распределения гроз и шквалов в связи с аномалиями гравитационного и магнитного поля. Установлена связь повторяемости опасных метеорологических явлений от потепления и степени урбанизации и мелиорации территорий.

Монография адресована широкому кругу метеорологов и климатологов, геоэкологов, а также специалистам в других областях знаний, интересующихся вопросами изменения климата.

УДК 551.583+504.7
ББК 26.237+20.1

ISBN 978-985-08-1137-0

© Логинов В. Ф., Волчек А. А., Шпока И. Н., 2010
© Оформление. РУП «Издательский дом
«Беларуская навука», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Глава 1. Материалы, физико-географические условия формирования и методы исследования опасных метеорологических явлений на территории Беларуси	5
1.1. Состояние вопроса	5
1.2. Физико-географические условия формирования опасных гидрометеорологических явлений (ОМЯ)	8
1.3. Методы анализа статистической структуры полей опасных гидрометеорологических явлений	16
Глава 2. Опасные метеорологические явления	21
2.1. Определение опасных метеорологических явлений	21
2.2. Ливневые дожди	22
2.3. Грозы	34
2.4. Шквалы	42
2.5. Град	51
2.6. Сильная жара	59
2.7. Засухи и засушливые явления	61
2.8. Заморозки	67
Глава 3. Наземные гидрометеоры	75
3.1. Туман	75
3.2. Сильные гололедно-изморозевые отложения	86
3.3. Иней	96
3.4. Метели	99
3.5. Сильный мороз	106
3.6. Сильный снегопад	108
Глава 4. Опасные климатические явления на территории Беларуси	111
4.1. Холодные зимы	111
4.2. Теплые зимы	114
Заключение	117
Литература	122

ПРЕДИСЛОВИЕ

Опасные метеорологические явления в последние годы наносят, если судить по абсолютным потерям, все больший экономический ущерб обществу. Они нарушают бесперебойную работу большинства отраслей хозяйственной деятельности. Запросы практики требуют решения вопроса об идентификации и повторяемости опасных метеорологических явлений, выяснения физических причин и пространственно-временных закономерностей их формирования, разработки методов прогноза этих явлений.

С учетом кратковременности, внезапности и высокой доли стохастической составляющей в изменении опасных метеорологических явлений успешность их прогноза не очень высока. Процессы формирования ряда опасных метеорологических явлений носят мезомасштабный характер, и поэтому плотность существующей метеорологической сети оказывается недостаточной, чтобы проследить условия формирования и развития таких явлений.

По данным ВМО, природные крупномасштабные катастрофы более чем в 90% случаев связаны с гидрометеорологический режимом конкретной территории. Ущерб в мире от стихийных бедствий в период с 1985 по 2005 г. возрос почти в 10 раз. Ряд исследователей увеличение числа опасных метеорологических и климатических явлений связывают с современным потеплением климата. Однако не для всех таких явлений обнаружен статистически значимый рост повторяемости. Это свидетельствует о том, что необходимы дальнейшие исследования этого крайне дискуссионного вопроса. Увеличение ущерба от опасных явлений погоды требует разработки и совершенствования известных методов снижения риска опасных метеорологических явлений. Его нельзя достичь без улучшения системы мониторинга, а также разработки и совершенствования методов прогнозирования опасных метеорологических явлений. Следующими этапами должны стать оценка средних потерь потребителя и метеорологических потерь, а также принятие метеорологически оптимального решения и определение экономического эффекта от использования метеорологической информации.

В представленной работе основное внимание уделено исследованию повторяемости опасных метеорологических явлений, выявлению причин и условий их формирования и анализу пространственно-временного распределения. В работе широко применялись методы картографирования опасных метеорологических явлений и современные методы статистического анализа. Существенное внимание уделено исследованию зависимости повторяемости опасных метеорологических явлений от состояния климата. Для этой цели их повторяемость вычислялась отдельно для разных фаз современного изменения климата.

Авторы воспользовались результатами по данному вопросу, изложенными в коллективной монографии «Климат Беларуси» (Минск, 1996), и в большей степени данными, помещенными в справочнике «Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси» (Минск, 2002). В указанных работах приведено описание этих явлений и дана их обширная фактография. Меньшее внимание в них уделено оценке статических моментов этих явлений и пространственно-временным закономерностям их изменений, изучению различных причин формирования опасных явлений погоды.

Для того чтобы читатель имел исчерпывающие представления об опасных явлениях погоды, авторы посчитали необходимым позаимствовать некоторые важные сведения об этих явлениях из названных выше публикаций. Это сделано для того, чтобы настоящее издание было более полным. Оно содержит не только определения опасных явлений и их факторизацию, но и общие представления о формировании и изменении, а также оценки связи этих важнейших для функционирования хозяйственной деятельности опасных метеорологических явлений с региональными изменениями климата и климатом городов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создана база данных опасных метеорологических явлений (ОМЯ) на территории Беларуси и проведено их картирование, позволившее установить пространственные закономерности ОМЯ и зависимость их повторяемости от высоты над уровнем моря и лесистости территории. Выявлены пространственные особенности распределения шквалов и гроз в связи с аномалиями гравитационного и магнитного полей и получены первые феноменологические результаты, которые могут стать предметом дальнейших исследований этого крайне важного дискуссионного вопроса.

Установлена связь повторяемости ОМЯ от потепления климата. Оценена роль урбанизации в формировании ряда ОМЯ (туманы, иней, ливневые осадки).

Весь период наблюдений за опасными метеорологическими явлениями разбит на пятилетние временные отрезки. Число опасных метеорологических явлений в разные пятилетние периоды приведено в таблице. Из таблицы следует, что за последние годы увеличилось число гололедных явлений, ливневых дождей, дней со шквалами и инеем, но зато уменьшилось число дней с изморозью, градом, метелями и туманами. Количество дней с грозами было максимальным в конце 80-х и конце 90-х годов прошлого столетия, а также в начале текущего столетия. Отмеченные особенности изменения ряда опасных метеорологических явлений связаны с потеплением климата в последние десятилетия.

Среднее число опасных метеорологических явлений по пятилетним периодам

Явление	Годы							
	1975–1979	1980–1984	1985–1989	1990–1994	1995–1999	2000–2004	2005–2008	1975–2008
Гололед	9,8	7,1	8,7	9,6	10,6	10,7	10,0	9,5
Изморозь	13,9	15,0	16,6	8,9	12,5	12,1	11	13,0
Град	0,8	0,7	0,7	0,4	0,7	0,8	0,7	0,7
Грозы	22,7	24,5	25,7	20,7	25,4	24,9	22,5	23,8
Ливневые дожди	75,3	80	80,5	95	84,1	88,7	90,1	84,8
Иней	68,4	64	83,2	72,7	72,9	74,6	63,9	71,4
Метели	11,7	11,4	7,2	2,7	3,5	4,3	2,8	6,2
Туман	54,3	51,4	51,3	42,2	36,2	42,4	44,3	46,0
Шквал	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2

Примечание.  – ниже нормы;  – около нормы;  – выше нормы.

Генеральные временные и пространственные особенности изменений повторяемости ОМЯ в Беларуси за период времени с 1975 по 2008 г. приведены ниже.

1. Генеральные временные особенности изменения ОМЯ

Грозы. С декабря по февраль грозы – достаточно редкое явление, их повторяемость в январе–феврале не превышает 1–2 дней за пятилетие, а в декабре грозы наблюдались крайне редко – один случай за десять лет. Повторяемость зимних гроз, начиная с середины 80-х годов XX в. до начала XXI в., существенно возросла. Эпоха активной грозовой деятельности зимой совпала с потеплением климата в эту эпоху. В марте–апреле повторяемость гроз возрастает в среднем до 3–5 дней за пятилетний период, исключение составляют 1996–2000 гг., когда наблюдалось более 10 гроз (в 1998 г. 8 гроз). С мая по август число гроз существенно увеличивается и в отдельные годы достигает 22 дней. В ноябре отмечается в среднем 1–2 дня с грозой, генеральные особенности изменения гроз в этом месяце напоминают особенности изменения гроз в январе и феврале. На большей части территории количество гроз было максимальным в 1985 и 1988 гг. и во второй половине 90-х годов XX в. (1999–2000 гг.), а в текущем столетии количество гроз уменьшилось. Выраженных трендов грозовой деятельности не отмечается.

Шквалы. Шквалы наблюдаются преимущественно в теплое время года (в период с апреля по август), на юге республики отдельные шквалы отмечаются в марте и сентябре. В целом по республике за теплый период времени наблюдается около 4 дней с разрушительными шквалами. Минимальные значения числа дней со шквалами отмечались во второй половине 70-х, начале 80-х и 90-х годов XX в. Они совпали с уменьшением облачности, меньшим количеством осадков, а также низкой температурой в это время. Наибольший рост числа шквалов пришелся на период второй половины 80-х XX в. и начало XXI в. С октября по февраль шквалы – явление очень редкое (1–2 дня в год в 15–20 лет). В январе и декабре за 30-летний период шквалы регистрировались трижды (1975, 1993, 2007 и 1974, 1983, 1995 гг. соответственно), в феврале – 5 раз (1974, 1979, 1993, 1997, 2002 гг.). С марта по сентябрь повторяемость шквалов возрастает в среднем до 4–6 дней в год по республике. В отдельные годы в июне–июле количество дней со шквалами доходит до 10. Можно отметить низкую шквалистую деятельность зимой, весной и осенью в последние 10–12 лет. Среднегодовое количество дней со шквалами возрастает.

Ливневые и сильные дожди. В период с ноября по февраль ливневые дожди – явление редкое, их повторяемость не превышает 1–2 дней в месяц. Повторяемость зимних ливневых дождей, как и гроз, с середины 80-х годов XX в. возросла. В марте–апреле их повторяемость возрастает в среднем до 5–8 дней, в 1985–1990 гг. в марте регистрировалось в среднем около 9 дней. С 1990 по 1995 г. отмечается увеличение количества ливневых дождей по всем метеостанциям в республике (10–19 дней, в 1995 г. – 19 дней). В теплое время года (май–август) число ливневых дождей увеличивается до 11–15 дней, а в отдельные годы достигает 22 и более дней в месяц. В сентябре–октябре их количество уменьшается и составляет в среднем 7–9 дней на одну метеостанцию, но в отдельные годы достигает 17 дней. В июле отмечается слабый отрицательный тренд, в остальные месяцы, особенно весной и осенью, имеют место положительные тренды. Среднегодовое количество дней с ливневыми дождями возросло на 10–12 дней.

Сильные дожди как опасное метеорологическое явление отсутствуют более чем в 99% дней в году. Они отмечаются в теплый период (с апреля по сентябрь). Чаще всего сильные дожди наблюдаются в июле и августе – 39,7 и 32,8% дней от общего числа дней с явлением. В мае данное явление отмечается практически во всех областях, но чаще в Витебской, Гродненской и Минской (12, 10, 9%), реже – в Брестской и Гомельской (6 и 2% дней от общего числа дней с явлением), в Могилевской области сильные дожди не отмечались. Очень редко данное опасное метеорологическое явление наблюдалось в сентябре в Брестской, Гомельской и Витебской областях.

Град. Среднее число дней с градом за год на территории Беларуси составляет 0,7 дня и колеблется от 0,1 до 1,9, возрастая от низин к возвышенностям. За последние 30 лет в целом по республике отмечается уменьшение количества дней с градом. С ноября по февраль град – явление крайне редкое (1–3 дня за более чем 30-летний период наблюдений). Наибольшее количество дней с градом регистрируется в период с апреля по август. В последние годы отмечается умень-

шение количества дней с градом. Это связано с увеличением температуры воздуха. На фоне трендовой составляющей отмечаются циклические колебания числа дней с градом. Минимальные значения числа дней с градом отмечались в начале 80-х (1980–1982) и начале 90-х (1992–1994) годов.

Заморозки. Регистрируются ежегодно. Наблюдаются, как правило, с мая по сентябрь. Наибольшая повторяемость (53% дней) приходится на май и резко уменьшается (до 5%), что составляет среднюю их повторяемость один раз в 5–6 лет. В отличие от средней повторяемости заморозки на обширных территориях в июне не возникают десятилетиями (1968–1981 гг.) или могут повторяться несколько лет подряд (1982, 1983, 1984 гг.). Как правило, в июле заморозков практически не бывает, но при резком похолодании они могут возникать на осушенных торфяно-болотных почвах, как в 1968 г. В августе вероятность заморозков на обширных площадях составляет всего лишь 2%, что соответствует их средней повторяемости один раз в 13–14 лет (в 1984 г. в Брестской области). В сентябре по сравнению с августом и по мере понижения средней суточной температуры воздуха отмечается значительный рост вероятности появления заморозков (до 39%), что составляет среднюю повторяемость 1–2 раза в год. Однако отмечались годы, когда заморозков в сентябре не было (1961, 1964, 1988, 1989, 1991, 1994). Продолжительность периода заморозков варьируется от 1 до 4 ночей, что соответствует продолжительности волн холода в Беларуси. В последние два десятилетия (1987–2006 гг.) повторяемость поздних весенних заморозков (май) возросла во всех областях Беларуси. В 1997–2006 гг. по сравнению с предшествующими десятилетиями выявлено наибольшее повышение частоты заморозков в июне в Брестской, Гродненской, Минской и Могилевской областях. В среднем число заморозков в конце весны и начале осени возросло.

Засухи и засушливые явления. Засуха может возникать в любое время с апреля по август. Строгой цикличности в возникновении засух не отмечается. Они могут возникать ежегодно (1968, 1969; 1985, 1986; 1992, 1993, 1994; 1999, 2000), через 2 года (1969, 1971; 1979, 1981; 1990, 1992), через 3 года (1976, 1979), через 4 года (1981, 1985; 1986, 1990), через 5 лет (1971, 1976). Особенно часто (один раз в 2 года или даже каждый год) засухи отмечались в период с 1992 по 2003 г. Засушливые явления носят, как правило, локальный характер: в 14% лет засушливые явления охватывают менее 10% площади, в 11 – 11–25% площади, в 9 – 26–40% площади, в 6 – 41–55% площади, в 3% лет – более 62% площади.

В среднем за рассмотренный период на территории с наибольшей повторяемостью данного явления засушливым может быть любой из месяцев теплого периода (в среднем один раз в 4–5 лет), а один раз в 8–10 лет засушливыми бывают два месяца подряд. На остальной территории засухи повторяются несколько реже, месяц бывает засушливым один раз в 5–10 лет, а двухмесячный период – один раз в 10–15 лет.

Сильная жара. Сильная жара достаточно редко наблюдается на территории республики (примерно в 12% лет). В июне данное явление отмечалось только в Гомельской области (7% от общего числа дней с явлением). В июле в Гродненской области жара наблюдается чаще (43%), чем в Витебской (25%) и Могилевской (29%). В августе высокие температуры поднимаются в северные широты, а на юге и западе, наоборот, сильная жара отступает. За последние годы количество дней с сильной жарой в летние месяцы несколько возросло.

Туман. Среднее число дней с туманом за год на территории Беларуси составляет приблизительно 40 и колеблется от 30 до 75, возрастая от низин к возвышенностям. В последнее время имело место уменьшение количества дней с туманами в году вплоть до середины 90-х годов прошлого века с последующей стабилизацией повторяемости туманов в последнее десятилетие. В конце 70-х годов наблюдалось в среднем более 70 дней с туманами, в конце 90-х – начале XXI в. – около 37 дней в году. Среднее количество дней с туманами, приходящихся на одну метеостанцию до 1988 г., составляло 51,3, после 1988 г. – 41,7. Максимум туманов наблюдается в осенне-зимние месяцы (в основном в ноябре–декабре) и составляет в среднем 4–6 дней. Минимум дней с туманами приходится на весну–лето, особенно на май, где этот показатель составляет около 1 дня. Наибольшие различия в месячном ходе числа дней с туманами приходятся на февраль и ноябрь, в летние месяцы различия не существенны.

Иней. За год в среднем отмечается около 69,5 дня с инеем. Чаще иней регистрировали в 1986 г. – 87,4 дня, в 1985 г. – 80,7, в 1987 – 76,9; реже – в 1984 – 38,1 дня, 1990 – 57,7, 2008 – 52,1 дня с инеем. Иней отмечается, как правило, в осенне-зимний период. С декабря по март регистрируется около 9–11 дней с инеем, в апреле – 7,0, мае – 2,3 дня с инеем. В летние месяцы иней наблюдается крайне редко, он составляет около 0,004–0,200 дня, осенью – в среднем от 1,9 до 7,6 дня. Отрицательные тренды числа дней с инеем отмечаются практически во все месяцы года, за исключением марта и мая. Среднегодовое число дней с инеем возросло в последние два десятилетия на западе страны и уменьшилось на востоке. В целом по стране число дней с инеем не изменилось.

Гололедно-изморозевые отложения. Количество дней с гололедом незначительно, максимум пришелся на 1977 г., минимум – на 1984 и 1993 гг. Ежегодно с ноября по февраль отмечается гололед на территории республики: в ноябре в среднем около 1,2 дня, в декабре – 3,1, январе – 2,2, феврале – 1,4 дня; реже – в марте (0,4 дня), апреле (0,2), сентябре (0,1), октябре (0,1 дня). В отдельные годы гололед отмечается в мае. Повторяемость гололедно-изморозевых отложений хотя бы в одном из пунктов области – 15% лет. Число дней с гололедом в период высоких зимних температур (1988–2008 гг.) возросло незначительно (1,5 дня). Небольшой рост числа дней с гололедом пришелся только на январь и ноябрь.

Количество дней с изморозью по всей территории республики уменьшилось. Если до 1987 г. отмечалось около 15 дней 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 – положительные. В ноябре в среднем отмечается около 0,9 дня с изморозью, в декабре – 3,4, январе – 3,7, феврале – 2,9. 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 составляет в среднем около 0,1 дня.

Сильный снегопад. Сильные снегопады отмечаются с ноября по март, в отдельные годы наблюдались в апреле и октябре. В октябре сильный снегопад за последние 35 лет отмечался в Могилевской области, в ноябре – в Могилевской, Гомельской и Витебской областях (50, 33, 14% от общего числа дней с явлением соответственно), в декабре – в Гомельской и Витебской областях. Интенсивное выпадение сильного снега наблюдалось в январе: в среднем 45,6% от общего числа дней со снегопадом. В январе сильный снегопад наблюдался в Минской, Брестской и Гродненской областях. В феврале только в Витебской области отмечаются сильные снегопады. В Гродненской, Гомельской и Витебской областях зарегистрированы сильные снегопады в марте. В апреле на юге республики они не наблюдались.

Метель. В основном метели отмечаются с декабря по февраль. На январь–февраль приходится около 80% всех явлений. В декабре регистрируется около 1,6 дня с метелями, наибольшее количество отмечалось в 1981 г. – 5,6 дня, в 1984 г. – 4,2, в 1975 – 4,1 дня. В январе было в среднем около 2,1 дня с метелью, однако в отдельные годы (1976, 1982) – 7,3 и 7,1 дня соответственно, в феврале – около 1,6, в марте – около 0,8, в апреле – 0,2 дня. Очень редко метели бывают в мае – 0,002 дня. В осенние месяцы они встречаются редко, в ноябре – около 0,5 дня, в сентябре и октябре – 0,03 дня. Число дней с метелями с 1988 г. уменьшилось более чем в 3 раза по сравнению с предыдущим периодом (1975–1987 гг.).

Сильный мороз. Повторяемость дней с сильным морозом в холодный период следующая: в Витебской области наблюдались сильные морозы в декабре – 13% от общего числа дней с явлением. Самый холодный месяц – январь. В феврале реже всего они были в Гомельской области (16% от общего числа дней с явлением), в марте – в Могилевской, Гомельской, Минской и Витебской областях. В Гродненской и Брестской областях в марте не было сильных морозов. За более чем 50-летний период наблюдений сильный мороз отмечался в 3% случаев. Число таких случаев больше на северо-востоке страны. Повторяемость числа дней с сильными морозами в последние два десятилетия уменьшилась.

2. Генеральные пространственные особенности изменения ОМЯ

Грозы. Число гроз увеличивается с севера на юг, поскольку для их образования требуются не только большая неустойчивая стратификация атмосферы и сильная конвекция, но и большая водность облаков. Последняя убывает с ростом широты вследствие понижения температуры. Вторичный максимум повторяемости гроз отмечается увеличением повторяемости их на западе страны. Минимальное количество гроз приходится на районы, где суммарные амплитуды вертикальных неотектонических явлений минимальные (значительная часть Витебской и Гродненской областей). Максимальное число гроз приурочено к территории с отрицательной степенью интенсивности гравитационных аномалий. Последние феноменологические особенности пространственного распределения гроз требуют дальнейших исследований и осмысления.

Шквалы. Выделяются несколько районов интенсивной шквалистой деятельности: северо-восточный район, западная и центральная части севера Беларуси. Активная шквалистая деятельность отмечается в Предполесском регионе по линии Волковыск – Слуцк – Бобруйск. Высокая повторяемость шквалов приурочена к аномальным зонам разломов и особенно к электропроводящим зонам в земной коре.

Ливневые и сильные дожди. Пространственное распространение имеет следующую закономерность: на наветренной части возвышенностей (Новогрудской, Минской, Городокской), а также в западной и центральной части Белорусского Полесья количество ливневых дождей наибольшее. Произошло смещение оси максимального среднегодового значения числа дней с ливневыми дождями: в период 1975–1987 гг. максимальное среднегодовое значение числа дней с ливневыми дождями отмечается на востоке Брестской и западе Гомельской областей, а в период 1988–2008 гг. – на севере и западе Беларуси.

Количество сильных дождей наблюдается на возвышенных участках северо-востока (Городокская и Витебская возвышенности) и северо-запада (Свинцянская гряда), а также на наветренных возвышенностях центральной территории республики (Гродненская, Новогрудская и Минская возвышенности), а также по территории Белорусского Полесья. Сильные дожди чаще всего отмечаются в Витебской и Гомельской областях – каждые 1,3 года, в Брестской области – каждые 1,6 года, в Минской и Гродненской областях – каждые 2 года, в Могилевской области – каждые 3 года.

Град. На возвышенных участках Полесья, на Волковысской, Минской и Витебской возвышенностях, на Мозырской гряде град выпадает значительно чаще, чем на равнинной территории. На севере, юге и в центральной части республики отмечается увеличение количества дней с градом, а на западе – уменьшение. Число дней с градом в крупных городах больше на 40%.

Заморозки. Число заморозков на юге страны, где осуществлена интенсивная мелиорация земель, возросло и стало соизмеримым с числом заморозков в северной части страны. В последние двадцать лет существенно увеличилась повторяемость ранних осенних заморозков в Брестской области и в меньшей степени – в Минской. Во многих регионах Беларуси частота заморозков в сентябре повысилась главным образом в последнее десятилетие. Исключение составляет Витебская область, в которой данная тенденция выражена слабо.

Засухи и засушливые явления. Засухам наиболее часто подвержены западная, центральная и юго-восточная части территории республики. Засушливые явления значительно реже отмечаются на территории вдоль водных объектов.

Сильная жара. Чаще всего сильная жара наблюдается на юге республики в пределах территории Белорусского Полесья в Гомельской области (один раз в 4 года), реже – в Минской и Брестской (один раз в 7–8 лет), в Гродненской и Могилевской (один раз в 13 лет) и совсем редко в Витебской области (один раз в 17 лет).

Туман. Влияние широты на распределение туманов незначительно, более заметны долготные особенности в их распространении. Как правило, они простираются вдоль возвышенных форм рельефа: на западе – Ошмянская, Новогрудская возвышенности, в центре – Минская

возвышенность, а на востоке – Оршанская, Витебская, Горецко-Мстиславская. Минимальное количество дней с туманами отмечается на юго-западе (Брестское Полесье) и на северо-востоке (Полоцкая низменность) и колеблется от 30 до 40 дней. Наибольшее количество дней с туманами наблюдается на северо-западе страны на Ошмянской, Новогрудской и Минской возвышенностях (от 60 до 75 дней). Отмечается увеличение количества дней с туманами вблизи водных объектов. Количество туманов в крупных городах выше, чем в малых городах и сельской местности.

Иней. Количество дней с инеем увеличивается вдоль возвышенных форм рельефа с севера на юг (Свенцянские гряды, Ошмянская, Минская, Новогрудская возвышенности с западной стороны и Городокская, Витебская, Оршанская возвышенности на востоке), а также вдоль водных объектов (Браславская и Нарачанская группа озер, водохранилища Предполесья и Полесья).

Гололедно-изморозевые отложения. Чаще всего гололедно-изморозевые отложения отмечаются на территории Новогрудской и Оршанской возвышенностях, Припятского, Мозырского и Гомельского Полесья, реже на равнинной территории республики. Сильные гололедно-изморозевые отложения регистрируются в Минской области один раз в 17 лет, в Брестской, Витебской, Могилевской областях – один раз в 11 лет, один раз в 5 лет в Гомельской области, один раз в 4 года в Гродненской области.

На северо-востоке в районе Оршанско-Могилевской равнины, Смоленской и Оршанской возвышенностей изморозь 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. Изморозь, особенно в последние два десятилетия, отмечалась чаще в крупных городах.

Сильный снегопад. Чаще всего сильные снегопады проходят по западной части территории республики.

Метель. Пространственное распределение метелей носит долготный характер. Чаще всего они проходят по северу и северо-востоку республики (около 13 дней), несколько реже – по югу республики (около 3 дней).

Сильный мороз. На северо-востоке и в центральной части данное явление отмечается чаще всего. Меридиональное расположение изотерм зимой отвечает меридиональному распределению поверхности дней с сильным морозом.

Таким образом, число ряда опасных метеорологических явлений с потеплением климата растет (шквалы, ливневые дожди, заморозки в южной части страны на мелиорированных территориях, гололед, иней (запад страны), засухи, сильная жара), других – падает (град, туман, иней (восток страны), изморозь, сильный снегопад, метели, сильный мороз), а для повторяемости отдельных ОМЯ какие-либо заметные положительные или отрицательные тренды отсутствуют (грозы). Для всех ОМЯ характерно наличие циклических колебаний с доминирующими частотами 2–3, 5–7 и 11–15 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Абдуллаев, С. М.** Эволюционная классификация мезомасштабных линий шквалов / С. М. Абдуллаев, О. Ю. Ленская // Метеорология и гидрология. – 1998. – № 3. – С. 24–32.
2. **Абдуллаев, С. М.** Жизненный цикл мезомасштабных конвективных систем / С. М. Абдуллаев, А. А. Желнин, О. Ю. Ленская // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 5. – С. 34–44.
3. **Абдушелишвили, К. Л.** Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе / К. Л. Абдушелишвили [и др.]; под ред. Г. Г. Сванидзе, Я. А. Цуцкиридзе. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1983. – 264 с.
4. **Алексеев, Г. В.** Закономерности годовой ритмики и межгодовой изменчивости температуры воздуха в умеренных и высоких широтах северного полушария / Г. В. Алексеев, Н. Е. Иванов, В. А. Рожков // Изв. РГО. – 1998. – Т. 3, вып. 130. – С. 34–41.
5. **Андреева, Е. С.** Опасные явления погоды юга России / под ред. Л. Н. Карлина. – СПб.: РГТМУ, ВВМ, 2006. – 216 с.
6. **Арабаджи, В. И.** Гроза и грозовые процессы / В. И. Арабаджи. – Минск: Изд-во Белгосуниверситета, 1960. – 242 с.
7. **Атабиев, М. Д.** Влияние орографии на развитие конвекции в Ставропольском крае / М. Д. Атабиев, Р. Г. Закинян, Е. М. Янюк // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 4. – С. 46–52.
8. **Бардин, М. Ю.** Антициклоническая квазистационарная циркуляция и ее влияние на аномалии и экстремумы температуры воздуха в западных областях России / М. Ю. Бардин // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 2. – С. 5–18.
9. **Белоусова, Л. Ю.** Сдвиг ветра – скрытая опасность / Л. Ю. Белоусова // Человек и стихия: Науч.-попул. гидрометеоролог. сб. за 1982 г. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – С. 52–53.
10. **Бокс, Дж.** Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Дженкинс Г. – М.: Мир, 1974. – Вып. 1. – 406 с.
11. **Болгов, Ю. В.** Новый подход к оценке физической эффективности активных воздействий на мощные градовые процессы / Ю. В. Болгов [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 3. – С. 35–42.
12. **Борисенко, М. М.** Уточненное распределение максимальных скоростей и порывов ветра на территории СССР / М. М. Борисенко, И. К. Кравченко // Изв. ВГО. – Т. 120, вып. 4. – 1988. – С. 359–365.
13. **Борисенков, Е. П.** Климатические аномалии, их диагностика и прогнозирование / Е. П. Борисенков, В. Ф. Логинов // Обзор ВНИИГМИ-МЦД, сер. Метеорология. – Обнинск, 1998. Вып. 6. – 62 с.
14. **Васильев, Е. В.** Условия возникновения и краткосрочный прогноз сильных шквалов / Е. В. Васильев, А. А. Алексеева, Б. Е. Песков // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 1. – С. 5–15.
15. **Веремей, Н. Е.** О параметризации микрофизических процессов в численных моделях грозовых облаков / Н. Е. Веремей, Ю. А. Довгалоук, В. Н. Морозов // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 11. – С. 5–18.
16. **Веселов, Е. П.** К расчету скорости ветра в смерче / Е. П. Веселов // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 2. – С. 58–63.
17. **Волчек, А. А.** Изменчивость количества гроз на территории Беларуси / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф., г. Гомель, октябрь 2003 г. – Гомель, 2003. – С. 35–37.
18. **Волчек, А. А.** Влияние погоды на здоровье человека (на примере Брестского района Беларуси) // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология 2006): материалы III Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 т. – Уфа: НИИ БЖД РБ, 2006. – Т. 2. – С. 149–152.
19. **Волчек, А. А.** Изменчивость метелей на территории Беларуси / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI века: материалы 9-й междунар. науч. конф., г. Минск, 21–22 мая 2009 г. / под ред. С. П. Кундаса, С. Б. Мельнова, С. С. Позняка. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2009. – С. 262–263.
20. **Волчек, А. А.** Колебания и изменения суммарного испарения на территории Белорусского Полесья / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестн. БГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – 2003. – № 2 (20). – С. 13–18.

21. **Волчек, А. А.** Метели на территории бассейна реки Ясельда / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природное асяроддзе Палесся : асаблівасці і перспектывы развіцця : тэз. дакл. IV Міжнар. канф. г. Брэст, 10–12 верас. 2008 г. / рэд.кал. : М. В. Міхальчук (адк. рэд.), А. А. Волчек, Н. М. Шпендзік. – Брэст : Альтэрнатыва, 2008. – 237 с.
22. **Волчек, А. А.** Повторяемость метелей на территории Беларуси / А. А. Волчек, И. Н. Шпока, Н. Н. Шешко // Вуч. зап. Сер. геаграф. Навукі аб зямлі. – 2009. – Т. 5, ч. 2. – С. 97–107.
23. **Волчек, А. А.** Стихийные гидрометеорологические явления в бассейне реки Ясельды / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Наука, образование и культура : состояние и перспективы инновационного развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Мозырь, 27–28 марта 2008 г. : в 2 ч. / редкол. : В. В. Валетов (гл. ред.) [и др.]. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2008. – Ч. 2. – С. 28–30.
24. **Волчек, А. А.** Стихийные метеорологические явления на территории бассейна реки Ясельды в Белорусском Полесье / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Система управления экологической безопасностью : сб. тр. Второй заочной междунар. науч.-практ. конф., г. Екатеринбург, 22–25 мая 2008 г. – Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2008. – Т. 2. – С. 225–230.
25. **Волчек, А. А.** Туманы на территории бассейна реки Ясельды / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // География в XXI веке : проблемы и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Брест, 17–18 апр. 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина; редкол. : К. К. Красовский (гл. ред.), Е. П. Климец, Ю. Ф. Рой, О. И. Грядунова. – Брест : Изд-во БрГУ, 2008. – С. 19–20.
26. **Волчек, А. А.** Туманы на территории Беларуси и их изменчивость / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Сахаровские чтения 2008 ч. : экол. проблемы XXI века : материалы 8-й междунар. науч. конф., г. Минск, 22–23 мая 2008 г. / под ред. С. П. Кундаса, С. Б. Мелехнова, С. С. Позняка. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008. – С. 269–270.
27. **Волчек, А. А.** Шквалы на территории Беларуси и их изменчивость / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Чрезвычайные ситуации : теория, практика, инновация : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. – Гомель : ГИИ, 2008. – Ч. 1. – С. 169–177.
28. **Волчек, А. А.** Чрезвычайные ситуации, наблюдаемые на территории Брестской области / А. А. Волчек, И. Н. Шпока, Е. В. Ханцевич // Чрезвычайные ситуации : предупреждение и ликвидация : тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. : в 3 т. / ред. кол. : Э. Р. Бариев и др. – Минск, 2005. – Т. 2. – С. 203–205.
29. **Высоцкий, Э. А.** Геология и полезные ископаемые Республики Беларусь : учеб. пособие / Э. А. Высоцкий, Л. А. Демидович, Ю. А. Деревянкин. – Минск : Універсітэцкае, 1996. – 184 с.
30. **Галай, Е. И.** Воздействие техногенных рассолов на сорбционные и электрофизические свойства почв / Е. И. Галай // Вестн. Бел. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2000. – № 1. – С. 71–74.
31. **Геаграфія Беларусі** : энцыкл. давед. / рэд.кал. М. М. Курловіч і інш. – Мінск : БелЭН, 1992. – 382 с.
32. **Геология Беларуси** / А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев [и др.]. – Минск : Ин-т геолог. наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
33. **Геоморфология Беларуси** : учеб. пособие / О. Ф. Якушко, Л. В. Марьина, Ю. Н. Емельянов; под ред. О. Ф. Якушко. – Минск : БГУ, 2000. – 345 с.
34. **Гольберг, М. А.** Опасные явления погоды и урожай / М. А. Гольберг, Г. В. Волобуева, А. А. Фалей. – Минск : Ураджай, 1988. – 119 с.
35. **Горохольская, В. З.** Сильные ветры и метели на территории Республики Башкортостан / В. З. Горохольская, О. В. Волобуева // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 7. – С. 49–55.
36. **Гуляева, Н. В.** Климат г. Барабинска в XX веке / Н. В. Гуляева, В. В. Костюков, Н. И. Костюкова // Изв. РАН. Сер. географ. – 2006. – № 6. – С. 106–113.
37. **Давыденко, О. В.** Анализ пространственно-временной динамики опасных для авиации атмосферных явлений в центральной части Беларуси на основе радиолокационных наблюдений / О. В. Давыденко, П. А. Ковриго // Вестн. БГУ. Сер. 2 : Химия. Биология. География. – 2007. – № 1. – С. 96–99.
38. **Денисенко, Е. А.** Влияние изменений климата на экосистемы Европейской России / Е. А. Денисенко, Д. В. Турков // Изв. РАН. Сер. географ. – 2004. – № 1. – С. 46–52.
39. **Деркач, Д. В.** Исследование изменения и прогноз режима осадков и температуры воздуха в приземном слое атмосферы прибрежной и степной зон Краснодарского края : автореф. дис. .. канд. физ.-матем. наук : 25.00.30 / Д. В. Деркач; Высокотурбинный геофизический институт – Нальчик, 2008. – 23 с.
40. **Дорошенко, Ф. Т.** О причинах возникновения шквалов / Ф. Т. Дорошенко // Статьи и сообщения. – 1960. – № 4. – С. 28–31.
41. **Дробышев, А. А.** Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала / А. Д. Дробышев [и др.]; под ред. С. Д. Кошинского. – Ч. 1 : Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская обл. – Л. : Гидрометеиздат. – 1979. – 383 с.
42. **Жекамухов, М. К.** Электризация и пространственное разделение зарядов при выделении пузырьков воздуха в процессе коагуляционного роста градин в облаке. Ч. II. Генерирование грозового электричества за счет выделения заряженных пузырьков при замерзании переохлажденных облачных капель на поверхности градин / М. К. Жекамухов, Б. Г. Каров, Т. С. Кумыков // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 12. – С. 15–24.
43. **Золотокрылин, А. Н.** Климат и опустынивание засушливых земель России / А. Н. Золотокрылин // Изв. РАН. Сер. географ. – 2008. – № 2. – С. 27–35.
44. **Иванов, В. А.** Оценка грозопожароопасности в лесах левобережья Енисея / В. А. Иванов, Г. А. Иванова // География. Природные ресурсы. – 1997. – № 1. – С. 165–168.

45. **Изменения климата Беларуси и их последствия** / В. Ф. Логинов [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Логинова; Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Минск : Тонпик, 2003. – 330 с.
46. **Исмаилов, Г. Х.** Анализ многолетних колебаний годового стока Волги / Г. Х. Исмаилов, В. М. Федоров // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28, № 5. – С. 517–525.
47. **Киселев, В. Н.** Метеоциклы в гидрологическом летосчислении (по наблюдениям на метеостанциях Минск и Василевичи) / В. Н. Киселев, Е. В. Киселева // Вестн. БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2001. – № 2. – С. 56–62.
48. **Кислов, А. В.** Пространственно-детализированный климатический прогноз температуры воздуха и осадков в Восточной Сибири на основе учета локальных особенностей подстилающей поверхности / А. В. Кислов, Г. В. Суркова // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 3. – С. 43–51.
49. **Китаев, Л. М.** Особенности распределения снежного покрова на городских территориях / Л. М. Китаев // Изв. РАН. Сер. географ. – 2001. – № 1. – С. 78–81.
50. **Климат Беларуси** / под ред. В. Ф. Логинова – Минск : Ин-т геолог. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
51. **Климат Бреста** / под ред. Ц. А. Швер, И. А. Савиковского. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 159 с.
52. **Климат Витебска** / под ред. И. А. Савиковского, Ц. А. Швер – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – 143 с.
53. **Климат Гомеля** / под ред. И. А. Савиковского, Ц. А. Швер – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 150 с.
54. **Климат Гродно** / под ред. И. А. Савиковского. – Л. : Гидрометеиздат, 1982. – 159 с.
55. **Климат Минска** / под ред. М. А. Гольберга. – Минск : Вышэйш. шк., 1976. – 288 с.
56. **Климат Могилева** / под ред. Савиковского И. А. – Л. : Гидрометеиздат, 1982. – 150 с.
57. **Кожухметова, Э. П.** Влияние глобального потепления климата на повторяемость опасных атмосферных явлений в Казахстане / Э. П. Кожухметова // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 1. – С. 42–49.
58. **Кочуров, Б. И.** Карта риска возникновения чрезвычайных экологических ситуаций на территории России : принципы и методы составления / Б. И. Кочуров [и др.] // Изв. РГО. – Т. 125, вып. 5. – СПб., 1993. – С. 66–72.
59. **Краусс, Т. В.** Оценка результатов воздействий на кучво-дождевое облако с целью ослабления града в провинции Альберта (Канада) по данным радиолокатора и численного моделирования / Т. В. Краусс [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 4. – С. 39–53.
60. **Кренке, А. Н.** Районирование территории России по сочетанию климатических экстремумов – условий возникновения чрезвычайных ситуаций / А. Н. Кренке, М. М. Чернавская // Изв. РАН. Сер. географ. – 2003. – № 2. – С. 17–25.
61. **Лаврова, И. В.** Классификация полей индекса атмосферной засушливости в связи с проблемой современных изменений климата / И. В. Лаврова, А. И. Угрюмов // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 12. – С. 25–32.
62. **Логинов, В. Ф.** Анализ и моделирование климатических процессов в Беларуси / В. Ф. Логинов, Г. П. Кузнецов, В. С. Микуцкий // Докл. НАН Беларуси. – 2003. – Т. 47, № 3. – С. 112–116.
63. **Логинов, В. Ф.** Географические особенности распределения гроз и шквалов на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования НАН Беларуси; гл. ред. А. К. Карабанов. – Минск : Издатель А. Н. Вараксин. – 2009. – Вып. 15. – С. 42–49.
64. **Логинов, В. Ф.** Глобальные и региональные изменения климата : причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
65. **Логинов, В. Ф.** Изменение ветрового режима на территории Беларуси в XX в. / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Г. В. Волобуева // Природные ресурсы. – 2005. – № 4. – С. 5–12.
66. **Логинов, В. Ф.** Изменения климата Беларуси и последствия в различных отраслях экономики / В. Ф. Логинов, В. С. Микуцкий // Прогнозирование и адаптация общества к экстремальным климатическим изменениям : Материалы Междунар. конф. по проблемам гидрометеоролог. безопасности. – М., 2007. – С. 260–270.
67. **Логинов, В. Ф.** Изменчивость числа дней с грозами на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии; под ред. И. И. Лиштвана, В. Ф. Логинова. – Минск : Тонпик, 2006. – Вып. 12. – С. 33–39.
68. **Логинов, В. Ф.** Изменчивость числа дней со шквалами в Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии; под ред. И. И. Лиштвана, В. Ф. Логинова. – Минск : Тонпик, 2008. – Вып. 14. – С. 51–56.
69. **Логинов, В. Ф.** Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, П. В. Шведовский. – Брест : Изд-во БГТУ, 2004. – 316 с.
70. **Логинов, В. Ф.** Спектрально-временной анализ уровня режима озер и колебаний расходов воды крупных рек Беларуси / В. Ф. Логинов, В. Ф. Иконников // Природопользование. – Минск : Тонпик. – 2003. – Вып. 9. – С. 25–33.
71. **Логинов, В. Ф.** Пространственно-временные изменения повторяемости туманов на территории Беларуси и их причины / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования НАН Беларуси; гл. ред. А. К. Карабанов. – Минск : Издатель А. Н. Вараксин. – 2009. – Вып. 16. – С. 13–23.
72. **Логинов, В. Ф.** Тектоническая природа шквальных вихрей в Беларуси / В. Ф. Логинов, Г. И. Каратаев // Докл. НАН Беларуси. – 2009. – Т. 53, № 6. – С. 92–96.

73. **Логинов, В. Ф.** Современные тенденции изменения основных агроклиматических показателей теплового периода / В. Ф. Логинов, В. И. Мельник // Научные и прикладные аспекты оценки изменения климата и использования климатических ресурсов : тр. Междунар. конф. – Минск, 2000. – С. 112–113.
74. **Логинов, В. Ф.** Статистико-вероятностный анализ заморозков в Беларуси / В. Ф. Логинов, В. С. Микуцкий, Г. П. Кузнецов // Метеорология и гидрология. – М. : Науч.-исслед. центр косм. гидрометеорологии «Планета». – 2007. № 10. – С. 66–74.
75. **Максимов, И. В.** Геофизические силы и воды оксана / И. В. Максимов. – Л. : Гидрометеоиздат, 1970. – 302 с.
76. **Матвеев, А. В.** Рельеф Белоруссии / А. В. Матвеев, Б. Н. Гурский, Р. И. Левицкая. – Минск : Вышэйш. шк., 1988. – 319 с.
77. **Мезенцева, Л. И.** Расчет скорости ветра по пункту со сложными орографическими эффектами / Л. И. Мезенцева // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 9. – С. 66–77.
78. **Мельник, В. И.** Влияние изменений климата на агроклиматические ресурсы Полесья / В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Материалы Междунар. семинара, г. Минск, 19–21 июня 2007 г. – Минск : Минскинпресс. – 2007. – С. 221–225.
79. **Метеорологический** ежесеместник / М-во природ. ресурсов и охраны окруж. среды Респ. Бел., Республ. гидрометеорол. центр, Климатич. кадастр Респ. Беларусь. – Минск, 1975–2008. – Ч. 2, № 1–13.
80. **Мещерская, А. В.** Повторяемость метелей в 1960–1980 гг. на водосборе Волги и Урала / А. В. Мещерская, Э. И. Шевкунова, И. Ф. Гетман // Изв. РАН. Сер. географ. 2007. – № 1. – С. 35–44.
81. **Мещерская, А. В.** Снижение антициклоничности (рост циклоничности) на севере Евразии в связи с глобальным потеплением климата / А. В. Мещерская [и др.] // Изв. РАН. Сер. географ. – 2001. – № 6. – С. 15–24.
82. **Муллаяров, В. А.** 29,5-суточные вариации грозовой активности / В. А. Муллаяров, Р. Р. Каримов, В. И. Козлов // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 1. – С. 27–32.
83. **Надежина, Е. Д.** О методике вычисления скорости ветра на высотах в районах городской застройки / Е. Д. Надежина, О. Б. Шкляревич // Метеорология и гидрология. – 1990. – № 7. – С. 64–70.
84. **Нацыянальны атлас Беларусі / Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь; пад рэд. М. У. Мясніковіча.** – Мінск : Мінская друкарская фабрыка, 2002. – 292 с.
85. **Нестерук, В. Н.** Проблемы заморозков и методы борьбы с ними / В. Н. Нестерук, А. А. Муравьев // Географія : праблемы выкладання. – 2001. – № 1(22). – С. 18–24.
86. **Носова, А. М.** Мезоклиматические особенности распределения грозовой активности в районе Ладожского и Онежского озер / А. М. Носова // Изв. Рус. географ. о-ва, сентябрь–октябрь. – СПб. : Наука, 2005. – Т. 137, вып. 5. – С. 63–69.
87. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей 1997 года на территории Республики Беларусь / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь, Республ. гидрометеоролог. центр, Гос. кадастр по климату; ред. Т. Г. Терещенко. – Минск, 1998. – 36 с.
88. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей 1999 года на территории Беларуси / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь, Республ. гидрометеоролог. центр, Гос. кадастр по климату; ред. Т. Г. Терещенко. – Минск, 2000. – 42 с.
89. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2000 году / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь, Республ. гидрометеоролог. центр, Гос. кадастр по климату; ред. Т. Г. Терещенко. – Минск, 2001. – 33 с.
90. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2005 году / Гос. кадастр по климату, М-во природ. ресурсов и охраны окруж. среды Респ. Беларусь, Департамент по гидрометеорологии. Республ. гидрометеоролог. центр. – г. Минск, 2006. – 52 с.
91. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2006 году / Гос. климат. кадастр, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Департамент по гидрометеорологии, Республ. гидрометеоролог. центр; ред. Д. А. Рябов. – Минск, 2007. – 40 с.
92. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2007 году / Гос. климат. кадастр, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Департамент по гидрометеорологии, Республ. гидрометеоролог. центр; ред. Д. А. Рябов. – Минск, 2008. – 55 с.
93. **Обзор** стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Республики Беларусь в 1996 г. / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь, Республ. гидрометеоролог. центр; ред. Т. Г. Терещенко. – Минск, 1997. – 32 с.
94. **Облака** и облачная атмосфера : справ.; под ред. И. П. Мазина, А. Х. Хргиан. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 648 с.
95. **Орлов, А. И.** Математика случая : Вероятность и статистика – основные факты [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа : http://www.aup.ru/books/m155/4_15.htm. – Дата доступа : 24.06.2009.
96. **Осокин, А. А.** О механизме образования крупного града / А. А. Осокин // География в школе. – 2001. – № 8. – С. 34–35.
97. **Переведенцев, Ю. П.** Региональные проявления современного потепления климата в тропосфере Северного полушария / Ю. П. Переведенцев [и др.] // Изв. РАН. Сер. географ. – 2005. – № 6. – С. 6–16.

98. **Песков, Б. Е.** Усовершенствование метода прогноза летних осадков / Б. Е. Песков, А. А. Алексеева, А. Е. Никифорова // *Метеорология и гидрология*. – 2008. – № 10. – С. 52–60.
99. **Покровская Т. В.** Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 254 с.
100. **Попова, В. В.** Колебания осадков на Русской равнине за последнее тысячелетие / В. В. Попова // *Изв. РАН. Сер. географическая*. – 2001. – №1. – С. 42–49.
101. **Попова, В. В.** Структура многолетних колебаний атмосферных осадков на Русской равнине / В. В. Попова // *Изв. РАН. Сер. географ.* – 1999. – № 3. – С. 40–50.
102. **Попова, В. В.** Циркуляционные механизмы крупномасштабных аномалий температуры воздуха зимой в Северной Евразии в конце XX столетия / В. В. Попова, А. Б. Шамакин // *Метеорология и гидрология*. – 2006. – № 12. – С. 15–25.
103. **Попова, Р. К.** Некоторые особенности туманообразования на юго-востоке европейской территории СССР / Р. К. Попова // *Статьи и сообщения*. – 1960. – № 11. – С. 29–31.
104. **Почвоведение с основами геологии** : учеб. пособие / А. И. Горбылева [и др.]; под ред. А. И. Горбылевой. – Минск : Новое знание, 2002. – 480 с.
105. **Почвы Белорусской ССР** / под ред. Т. П. Кураковской, П. П. Рогового, Н. И. Смяна. – Минск : Ураджай, 1974. – 296 с.
106. **Природная среда Беларуси** / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : БИП-С, 2002. – 424 с.
107. **Радаев, Н. Н.** Районирование территории Российской Федерации по природной и техногенной опасности / Н. Н. Радаев, М. В. Сахаров // *Изв. РАН. Сер. географ.* – 2004. – № 3. – С. 76–83.
108. **Ревич, Б. А.** Потепление климата : есть ли угроза здоровью населения? / Б. А. Ревич // *Использование и охрана природных ресурсов в России: бюл.* – 2004. – № 1. – С. 113–118.
109. **Рельеф Белорусского Полесья** / А. В. Матеев, В. Ф. Моисеенко, Г. И. Илькевич и др. – Минск : Наука и техника, 1982. – 265 с.
110. **Репинская, Р. П.** Судано-сахельские засухи / Р. П. Репинская // *Изв. РАН. Сер. географ.* – 2002. – № 1. – С. 42–48.
111. **Республика Беларусь** : энцикл. : в 6 т. / Редкол. : Г. П. Пашков и др. – Минск : БелЭн, 2005. – Т. 1. – 1040 с.
112. **Руководство по краткосрочным прогнозам погоды**. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л. : Гидрометеоролог. изд-во, 1965. – Ч. 2. – 492 с.
113. **Руководство по краткосрочным прогнозам погоды: европейская часть СССР и Закавказье**. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – Ч. II, вып. 1. – 299 с.
114. **Сазонов, Б. И.** Суровые зимы и засухи / Б. И. Сазонов. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
115. **Сильный снег 6–7 марта 2005 года** // Технический отчет о сильных снегопадах, наблюдавшихся 6–7 марта 2005 года [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=42>. – Дата доступа : 19.02.2009.
116. **Сильный ветер 23 февраля 2008 года** // Отчет об сильном ветре 23 февраля 2008 года [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=23>. – Дата доступа : 24.02.2009.
117. **Сиротенко, О. Д.** Оценки влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство Российской Федерации / О. Д. Сиротенко, И. Г. Грингоф // *Метеорология и гидрология*. – 2006. – № 8.
118. **Сиротенко, О. Д.** Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агроферы России / О. Д. Сиротенко [и др.] // *Метеорология и гидрология*. – 2007. – № 8. – С. 90–103.
119. **Смолич, А. А.** Геаграфія Беларусі / А. А. Смолич / Паслясл. Л. Ліса. – Мінск : Беларусь, 1993. – 382 с.
120. **Справочник по климату СССР. Вып. 7. Белорусская ССР. Ч. V. Облачность и атмосферные явления** / отв. ред. Н. А. Малишевская. – Л. : Гидрометеорологич. изд-во, 1968. – 212 с.
121. **Справочник по климату Беларуси. Ч. 1. Температура воздуха и почвы** / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь. Государственный кадастр по климату; ред. М. А. Гольберг. – Минск : Главгидромет, 1998. – 84 с.
122. **Справочник по климату Беларуси. Ч. 2. Осадки** / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь, Государственный кадастр по климату. – Минск, 1999. – 74 с.
123. **Справочник по климату Беларуси. Ч. 4. Ветер. Атмосферное давление** / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; под общ. ред. М. А. Гольберг. – Минск : БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2003. – 124 с.
124. **Стасенко, В. Н.** Радиолокационное исследование электроактивных зон в конвективных облаках / В. Н. Стасенко // *Метеорология и гидрология*. – 2006. – № 1. – С. 34–40.
125. **Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси** : справ. / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; под общ. ред. М. А. Гольберга – Минск : Белорус. науч.-исслед. центр «Экология», 2002. – 132 с.
126. **Стихийные гидрометеорологические явления, наблюдавшиеся на территории Беларуси за последние 27 лет (засуха, заморозки, высокие уровни воды)** ; под ред. Т. Г. Терещенко / Гос. комитет по гидрометеорологии, Республ. гидрометеоролог. центр. – Минск, 1997. – 29 с.
127. **Таратунин, А. А.** Наводнения на территории Российской Федерации / А. А. Таратунин. – Екатеринбург, 2008. – 409 с.

128. **Технический** обзор особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1969 году / Бюро гидрометеоролог. прогнозов, Белорус. территориал. гидрометеоролог. центра; под ред. Е. С. Куликова. – Минск, 1970. – 70 с.
129. **Технический** обзор особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1982 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природой среды, Белорус. республ. управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, Бюро погоды; отв. ред. В. А. Аввакумов – Минск, 1983. – 38 с.
130. **Технический** обзор особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1984 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Белорус. республ. управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, Гидрометеоролог. центр; отв. ред. В. А. Аввакумов. – Минск, 1985. – 38 с.
131. **Технический** обзор стихийных (особо опасных) гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1987 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии, Белорус. республ. управление по гидрометеорологии, Гидрометеоролог. центр; ред. В. А. Аввакумов. – Минск, 1986. – 30 с.
132. **Технический** обзор стихийных гидрометеорологических явлений (СГЯ), наблюдавшихся на территории БССР в 1989 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии, Белорус. республ. управление по гидрометеорологии, Гидрометеорологический центр; ред. В. А. Аввакумов. – Минск, 1990. – 28 с.
133. **Технический** обзор стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Беларуси в 1994 году / М-во по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Республ. Беларусь, Комитет по гидрометеорологии, Гидрометцентр; ред. Т. Г. Терещенко. – Минск, 1995. – 38 с.
134. **Технический** обзор стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1988 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии, Белорус. республ. управление по гидрометеорологии, Гидрометеоролог. центр; ред. В. А. Аввакумов. – Минск, 1986. – 34 с.
135. **Технический** обзор стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1993 году / Главное управление по гидрометеорологии при СМ Респ. Беларусь; ред. Т. Г. Терещенко – Минск, 1994. – 38 с.
136. **Технический** обзор стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Республики Беларусь в 1995 году / Комитет по гидрометеорологии, Гидрометеорологический центр; ред. Т. Г. Терещенко. – Минск, 1996. – 29 с.
137. **Технический** обзор стихийных особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1986 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Белорус. республ. управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, Гидрометеоролог. центр; ред. В. А. Аввакумов. – Минск, 1987. – 34 с.
138. **Технический** отчет о сложных гололедных отложениях 14–17 ноября 2003 года [Электронный ресурс]. – Минск, 2003. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=11>. – Дата доступа – 19.02.2009.
139. **Титкова, Т. Б.** Связь аномалий накопления снега и общей циркуляции атмосферы / Т. Б. Титкова, Н. К. Кононова // Изв. РАН. Сер. географ. – 2006. – № 1. – С. 35–46.
140. **Тлисов, М. И.** Оценка эффективности активных воздействий на градовые процессы путем сравнения фактических спектров градин с результатами прогнозирования на основе линейно-регрессионной модели / М. И. Тлисов, М. Х. Шапсигов, И. М. Тлисова // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 6. – С. 38–43.
141. **Тлисов, М. И.** Аппроксимация спектров градин распределением Вейбулла / М. И. Тлисов, А. Х. Шапсигов, И. М. Тлисова // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 5. – С. 21–26.
142. **Тумгоева, Х. А.** Исследование формирования грозозарядных процессов на Северном Кавказе и их экстраполяция на основе временных рядов : автореф. дис. ... канд. физ.-матем. наук / Х. А. Тумгоева, Высокотгорный геофиз. ин-т Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) М-ва природ. ресурсов и экологии РФ. – Нальчик, 2008. – 15 с.
143. **Федченко, Л. М.** Опасные конвективные явления и их прогноз в условиях сложного рельефа / Л. М. Федченко [и др.]; Высокотгорный геофиз. ин-т. – М. : Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.
144. **Фізічная** геаграфія Беларусі : вучэб. дапам. / Б. М. Гурскі [і інш.]; пад рэд. Б. М. Гурскага, К. К. Кудло. – Мінск : Універсітэцкае, 1995. – 181 с.
145. **Флоринский, И. В.** Узлы пересечения разломов и зоны аккумуляции потоков : анализ соотношений // Изв. РАН. Сер. географ. – 2001. – № 6. – С. 83–95.
146. **Хромов, С. П.** Метеорологический словарь / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.
147. **Хромов, С. П.** Метеорология и климатология для географических факультетов. – 3 изд., перераб. / С. П. Хромов. – Л. : Гидрометеиздат. – 1983. – 456 с.
148. **Чанышева, С. Г.** Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии / С. Г. Чанышева [и др.]; под ред. А. Д. Джураева [и др.]; Среднеазиат. регион. науч.-исслед. гидрометеоролог. ин-т им. В. А. Бугаева. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 336 с.
149. **Черенкова, Е. А.** Динамика опасно атмосферной засухи в европейской России / Е. А. Черенкова // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 11. – С. 14–25.

150. Черенкова, Е. А. Связь опасных атмосферных засух в европейской России в XX веке с макроциркуляционными процессами / Е. А. Черенкова, Н. К. Кононова // Изв. РАН. Сер. географ. – 2009. – № 1. – С. 73–82.
151. Читанава, Р. Б. Региональные проявления современного изменения климата в Грузии / Р. Б. Читанава, Г. И. Кордзахия, Р. Ш. Месхия // Изв. РАН. Сер. географ. – 2008. – № 4. – С. 105–108.
152. Шкляр, А. Х. Климат Белоруссии и сельское хозяйство / А. Х. Шкляр. – Минск : Изд-во М-ва высшего, среднего специального и профессионального образования БССР, 1962. – 423 с.
153. Шкляр, А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве / А. Х. Шкляр. – Минск : Вышэйш. шк., 1973. – 302 с.
154. Шпока, И. Н. Закономерности формирования ливневых дождей в современных условиях на территории Беларуси / И. Н. Шпока // Молодежь в науке – 2007 : прил. к журн. «Весці НАН Беларусі» : в 4 ч. Ч. 3. Сер. физ.-мат. наук; Сер. физ.-техн. наук; Сер. химич. наук / редкол. сер. физ.-мат. наук : С. В. Абламейко (гл. ред.), Н. М. Олехнович [и др.]; редкол. сер. хим. наук : Н. П. Крутько (гл. ред.), Ф. А. Лахвич [и др.]. – Минск : Беларус. наука, 2008. – С. 436–440.
155. Шпока, И. Н. Изменчивость количества гроз на территории Беларуси / И. Н. Шпока // VII Межвуз. науч.-метод. конф. молодых ученых, посвященная 60-летию университета : сб. материалов, г. Брест, 20 мая 2005 г. – Брест, 2005. – С. 109–110.
156. Шпока, И. Н. Климат и здоровье / И. Н. Шпока // Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов : тез. докл. Междунар. науч. конф., г. Минск, 31 окт. – 3 нояб. 2000 г.: под ред. В. Ф. Логинова, П. А. Ковриго. – Минск : БГУ, 2000. – С. 82–84.
157. Шпока, И. Н. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Белорусского Полесья (на примере 2004 г.) / И. Н. Шпока // Природнае асяроддзе Палесся : асаблівасці і перспектывы развіцця : тез. дакл. III Міжнар. навук. канф., г. Брэст, 7–9 чэрв. 2006 г. / рэдкал. : М. В. Міхальчук (адк. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Акадэмія, 2006. – С. 246.
158. Элизбарашвили, Э. Ш. Изменения климата Западного Закавказья / Э. Ш. Элизбарашвили, Р. Ш. Месхия, М. Э. Элизбарашвили // Изв. РАН. Сер. географ. – 2005. – № 4. – С. 35–38.
159. Элизбарашвили, Э. Ш. Региональные географические проблемы туманов в Восточной Грузии / Э. Ш. Элизбарашвили, Т. К. Зубиташвили // Изв. РАН. Сер. географ., 2007. – № 5. – С. 112–115.
160. Элизбарашвили, Э. Ш. Туманы в Восточной Грузии / Э. Ш. Элизбарашвили, Т. К. Зубиташвили // Изв. РАН. Сер. географ. – 2007. – № 5. – С. 112–115.
161. Энциклопедия: Республика Беларусь / редкол. : И. П. Шамякин [и др.]. – Минск : БелЭн, 2004.
162. Энциклопедия природы Беларуси : у 5 т. / редкол. : И. П. Шамякин [и др.]. – Минск : БСЭ, 1983–1986.
163. Climate change 2007. The Physical science basis // Working Group I Contribution to the Fourth Assessment : Report of the IPCC WMO, UNEP. 2007.
164. CLIVAR Initial Implementation Plan // WMO. – June 1998. – TDN 869.

Научное издание

Логинов Владимир Федорович
Волчек Александр Александрович
Шпока Ирина Николаевна

**ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Редактор *Г. В. Малахова*
Художественные редакторы *И. Т. Мохнач, Т. Д. Царева*
Технический редактор *М. В. Савицкая*
Компьютерная верстка *Л. В. Харитонова*

Подписано в печать 01.03.2010. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 15,1+1,4 вкл. Уч.-изд. л. 13,0. Тираж 240 экз. Заказ 120.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».
ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141. г. Минск.