

УДК 551.509.51

ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

М. В. Лукша

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, maril2020@mail.ru*

Исследована проблема развития опасных гидрометеорологических явлений: очень сильного ветра, очень сильных осадков в холодный период года. Выявлены основные аэросиноптические условия формирования очень сильного ветра и очень сильного снега с ноября по март на примере Минской области за период 1989-2022 гг., с целью определения их пространственно-временного распределения и разработки основных синоптических рекомендаций к прогнозу.

Ключевые слова: очень сильный ветер; очень сильный снег; приземные синоптические условия; высотные аэрологические условия; изменяющийся климат; Минская область.

HAZARDOUS HYDROMETEOROLOGICAL PHENOMENA OF THE COLD SEASON IN THE TERRITORY OF THE MINSK REGION IN A CHANGING CLIMATE

M. V. Luksha

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,
220030, Minsk, Belarus, maril2020@mail.ru*

The article is devoted to the study of the problem of the development of hazardous hydrometeorological phenomena: very strong wind, very heavy precipitation in the cold season. The main aerosynoptic conditions of formation of very strong wind and very heavy snow from November to March have been identified on the example of the Minsk region for the period 1989-2022 in order to determine their spatial and temporal distribution and develop basic synoptic recommendations for the forecast.

Keywords: very strong wind; very heavy snow; surface synoptic conditions; high-altitude aerological conditions; changing climate; Minsk region.

Случаи выпадения очень сильного дождя/дождя со снегом (количество атмосферных осадков не менее 50 мм за период не более 12 ч) или очень сильного снега (количество атмосферных осадков не менее 20 мм за период не более 12 ч) и очень сильного ветра (мгновенная скорость ветра (порывы) более 25 м/с в течение не менее 1 мин) согласно ТКП 17.10-06-

2008 (02120) относятся к опасным гидрометеорологическим явлениям (ОЯ) [1].

Повторяемость ОЯ холодного периода года определяется не только синоптической ситуацией, а также свойствами подстилающей поверхности. В связи с этим, целью данного исследования стал анализ повторяемости очень сильных осадков и очень сильного ветра с ноября по март на территории Минской области Республики Беларусь (РБ) за последние 34 года (1989-2022 гг.), а также определение их связей с приземными метеорологическими и высотными аэрологическими условиями, которые в дальнейшем могут рассматриваться в качестве основных синоптических рекомендаций по прогнозированию опасных гидрометеорологических явлений в холодный период года.

Отбор исходных данных производился на основе архивных данных Белгидромета [2] и данных реанализа ERA 5 с помощью бесплатной интернет-платформы thunder [3]. За начало выборки взят 1989 г., так как именно с этого года на территории Беларуси начался самый продолжительный период потепления за всю историю инструментальных наблюдений на протяжении последних 130 лет (среднегодовая температура в стране выросла на 1,2 °С за последние 30 лет) [4,5]. Стоит сказать, что отмечается особенно резкое повышение зимних температур. Так, согласно данным Белгидромета средняя температура воздуха в период декабрь 2021 г. – февраль 2022 г. составила -1,8 °С, что на 1,6 °С выше климатической нормы.

На основании анализа архивных данных метеорологических станций (МС) Минской области РБ за период с 1989 по 2022 гг. на территории области зафиксировано 10 случаев очень сильного ветра порывами 25-30 м/с (таблица). Как видно из данных таблицы, в последние годы наблюдается тенденция увеличения числа случаев данного ОЯ. При этом наибольшее число случаев приходится на январь, что связано с преобладанием северных, северо-западных воздушных потоков. Распределение очень сильного ветра по территории Минской области объясняется морфологическими особенностями рельефа (МС Воложин располагается в пределах Ошмянской возвышенности, а МС Слуцк на открытой незалесенной местности).

Возникновение очень сильного ветра определялось не только плотным барическим градиентом, но и развитием кучево-дождевой облачности, усилением динамического фактора при прохождении фронтальных разделов, а именно основного холодного фронта (5 случаев), холодного фронта с волнами (2 случая) и вторичных холодных фронтов (3 случая), которые были связаны с ложбинами активных и глубоких циклонов различных траекторий: северных (5 случаев), западных (3 случая), ныряющих (2 случая). Циклоны смещались, как правило, в стадии молодого циклона или максимального развития (давление в центре от 965 до 985 гПа).

**Случаи очень сильного ветра и очень сильных осадков, зафиксированные
МС Минской области с ноября по март 1989-2022 гг.**

МС	Очень сильный ветер	Очень сильный снег
Березино	-	15.03.2013 г. - 22 мм
Борисов	-	15.03.2013 г. - 20 мм, 12.01.2016 г. - 21,4 мм
Вилейка	-	11.12.2022 г. - 20,1 мм
Воложин	14.01, 15.01 и 22.01.1993 г. - 28 м/с, 14.01.2022 г. -25-26 м/с (в т. ч. шквал)	-
М. Горка	-	10.01.1996 г. - 21,1 мм
Минск	-	-
Нарочь	-	11.12.2022 г. - 20 мм
Слуцк	26.03.1994 г. - 29 м/с, 30.01.2002 г. - 25 м/с, 18.11.2004 г. - 30 м/с, 15.01.2007 г. - 26 м/с, 19.02.2022 г. - 26 м/с	10.01.1996 г. - 20,8 мм
Солигорск	19.02.2022 г. - 27 м/с	-
Столбцы	-	06.02.2003 г. - 26 мм, 15.03.2013 г. - 23 мм, 04.02.2021 г. - 22 мм

Кучево-дождевая облачность, с которой было связано усиление ветра порывами 25 м/с и более, имела нижнюю и верхнюю границу около 500 м и 3000 м соответственно. В связи с этим, в атмосфере отмечалась слабая неустойчивость, о чем также свидетельствуют показатели индексов CAPE (0-8 Дж/кг) и CIN (-33 – -5 Дж/кг) (за исключением значений индекса Li – 0-15, указывающих на стабильность атмосферы).

Вместе с тем, у земли температура воздуха до подхода холодных атмосферных фронтов составляла -0,6-+7,2 °С. На уровне изобарической поверхности АТ-850 значения температуры воздуха колебались от +1,4 °С до -7,2 °С, дефициты точки росы — от 0 °С до 6 °С. Наличие теплой и влажной воздушной массы приводило к тому, что практически все случаи очень сильного ветра сопровождались ливневыми осадками в виде дождя или дождя со снегом/снежной крупой.

При этом у земли и по высотам в основном наблюдались ветры западного и северо-западного направлений. На уровне АТ-700 преобладали ветры со скоростями 50-80 км/ч, на уровне АТ-500 — 80-120 км/ч, на уровне АТ-300 — 100-140 км/ч. Это свидетельствует о наличии струйных течений на уровнях АТ-500 и АТ-300, усиливающих конвективные процессы.

В период с ноября по март 1989-2022 гг. на территории Минской области также было зафиксировано 10 случаев очень сильных осадков. Осадки выпадали при отрицательных температурах воздуха в виде очень сильного снега (20-26 мм) и, как правило, сопровождались метелью. При этом видимость в осадках в основном составляла менее 1 км. Согласно

данным таблицы, наблюдается небольшое увеличение числа случаев ОЯ в последнее десятилетие и достаточно равномерное распределение по территории области, что объясняется широкой полосой фронтальной облачности и зоны осадков, которая может достигать 400 км.

Очень сильные осадки были связаны с близостью центров циклонов, где располагаются вершины теплых волн и точки окклюзии (6 случаев). 3 случая данного ОЯ отмечались в результате прохождения холодных фронтов и 1 случай — холодного фронта с волнами. При этом данное ОЯ фиксировались МС при выходе циклонов преимущественно южных (6 случаев) и западных (2 случая) траекторий, лишь 2 случая наблюдались на западной периферии обширного антициклона. Циклоны смещались в основном в стадии молодого циклона или максимального развития (давление в центре от 985 до 996 гПа), постепенно заполняясь на территории нашей страны.

Нижняя граница облачности (преимущественно слоисто-дождевые формы), с которой были связаны случаи выпадения очень сильного снега, располагалась, как правило, на высотах около 100–200 м, а верхняя граница — выше 3000 м. При этом атмосфера находилась преимущественно в устойчивом состоянии (CAPE — 0 Дж/кг, CIN — 0 Дж/кг и Li — 2–27).

У земли наблюдались температуры воздуха от -8,9 °С до -0,7 °С (исключение случай 04.02.2021, когда до прохождения фронта температура воздуха составила +15,8 °С). На уровне изобарической поверхности АТ-850 также отмечалось наличие теплой и влажной воздушной массы с температурами -2,0 - -6,7 °С и дефицитами точки росы 0–0,7 °С.

При очень сильном снеге у земли наблюдались слабые ветры восточного и северо-восточного направлений, а на высотах преобладали воздушные потоки юго-восточных, южных направлений со средними скоростями на уровне АТ-700 — 20–40 км/ч, на уровне АТ-500 — 50–70 км/ч, на уровне АТ-300 — 80–120 км/ч. Вместе с тем, в случае выпадения очень сильного снега наблюдались более медленное смещение циклонических образований и более продолжительное влияние на погоду Беларуси.

Таким образом, были определены следующие синоптические ситуации, благоприятные для прогноза в холодный период года:

1) очень сильного ветра: прохождение основных и вторичных холодных фронтов, холодных фронтов с волнами, связанных с выходом глубоких северных, западных и ныряющих циклонов в стадии молодого циклона или максимального развития; наличие теплой и влажной массы у земли и на уровне АТ-850; существование слоя конвективной неустойчивости в атмосфере; наличие струйных течений западного, северо-западного направления на уровнях АТ-500 и АТ-300;

2) для очень сильного снега: вершины теплых волн и точек окклюзии, а также прохождение холодных фронтов (с волнами), связанных с выходом циклонов преимущественно южных и западных траекторий в стадии молодого циклона, максимального развития или заполнения; наличие теплой и влажной массы у земли и на уровне АТ-850; наличие слабых воздушных потоков на АТ-700 и АТ-500 и струйного течения на уровне АТ-300.

Библиографические ссылки

1. ТКП 17.10-06-2008 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения» – Минск: Минприроды, 2008. 34 с.
2. Архив карт и ТМС Белгидромета за 1989-2022 гг. Ф.1 Оп.1 Д. Подлинник.
3. ThundeR - ERA5 sigma levels browser [Electronic resource] – Mode of access: http://www.rawinsonde.com/ERA5_Europe. Date of access: 29.08.2023.
4. *Подгорная, Е. В.* Особенности изменения климата Республики Беларусь за последние десятилетия / Е. В. Подгорная, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская. Минск: Белгидромет, 2015. 120 с.
5. *Логинов, В. Ф. Бровка Ю. А., Микуцкий В. С.* Изменение климата, экстремальных погодных и климатических явлений и их связь с типами циркуляции атмосферы Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка, В. С. Микуцкий // Природопользование. 2013. № 24. С. 5-11.