

УДК 551.515.3

ЦИКЛОНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ПОВТОРЯЕМОСТЬ  
ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ БЕЛАРУСИЕ. Н. СУМАК<sup>1)</sup>, И. Г. СЕМЁНОВА<sup>2)</sup><sup>1)</sup>Белгидромет, пр. Независимости, 110, 220114, г. Минск, Беларусь<sup>2)</sup>Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская, 15, 65016, г. Одесса, Украина

В последние десятилетия во всем мире и в Республике Беларусь в частности остро встал вопрос о влиянии погоды на развитие отраслей народного хозяйства и жизнедеятельность населения. Резкие изменения погодных условий могут приводить к возникновению неблагоприятных и опасных метеорологических явлений, наносящих значительный ущерб экономике страны. В статье рассмотрена повторяемость опасных явлений погоды в циклонах различных траекторий, которые перемещались через территорию Республики Беларусь в 1995–2015 гг. Установлено, что опасные явления погоды вызваны южными и западными барическими образованиями. Проанализирована межгодовая и сезонная повторяемость этих циклонов и показано, что максимальное их количество было характерно в основном для летнего периода, а также переходных сезонов года. Следовательно, опасные явления погоды прежде всего обуславливались развитием интенсивной конвекции на атмосферных фронтах. Наибольшую повторяемость в циклонах как южных, так и западных траекторий имели очень сильные дожди, снегопады и ветры. На долю крупного града и сильного налипания мокрого снега пришлось единичные случаи, которые фиксировались локально по территории страны.

**Ключевые слова:** циклоническая циркуляция; траектории циклонов; опасные явления погоды.

THE CYCLONIC ACTIVITY AND FREQUENCY  
OF DANGEROUS WEATHER PHENOMENA  
OVER THE TERRITORY OF BELARUSK. M. SUMAK<sup>a</sup>, I. G. SEMENOVA<sup>b</sup><sup>a</sup>Belhydromet, 110 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220114, Belarus<sup>b</sup>Odessa State Environmental University, 15 Lvivska Street, Odessa 65016, Ukraine

Corresponding author: K. M. Sumak (katyasbelarus@gmail.com)

In recent decades in the world, and in the Republic of Belarus in particular, the question of the impact of weather conditions on the development of sectors of the economy and life of the population has become acute. The sudden changes in weather conditions can lead to adverse and dangerous weather phenomena that cause significant damage to the country's

**Образец цитирования:**

Сумак ЕН, Семёнова ИГ. Циклоническая активность и повторяемость опасных явлений погоды над территорией Беларуси. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2019;2:79–93.  
<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2019-2-79-93>

**For citation:**

Sumak KM, Semenova IG. The cyclonic activity and frequency of dangerous weather phenomena over the territory of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2019;2:79–93. Russian.  
<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2019-2-79-93>

**Авторы:**

**Екатерина Николаевна Сумак** – ведущий инженер-синоптик отдела краткосрочных прогнозов погоды, неблагоприятных и опасных явлений службы метеорологических прогнозов.

**Инна Георгиевна Семёнова** – доктор географических наук; профессор кафедры агрометеорологии и агроэкологии Гидрометеорологического института.

**Authors:**

**Katsiaryna M. Sumak**, leading weather forecaster at the department of short-term weather forecasts, adverse and dangerous phenomena, weather forecasting service.

[katyasbelarus@gmail.com](mailto:katyasbelarus@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-5762-5501>

**Inna G. Semenova**, doctor of science (geography); professor at the department of agrometeorology and agroecology, Hydrometeorological Institute.

[immas.od@gmail.com](mailto:immas.od@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-3383-4848>

economy. This paper examines the frequency of dangerous weather phenomena in cyclones of different trajectories that moved through the territory of the Republic of Belarus during the period of 1995–2015. It is identified that southern and western cyclones caused dangerous weather events over the territory of Belarus. The interannual and seasonal frequency of cyclones causing dangerous weather phenomena in Belarus was analyzed. It is shown that the largest number of southern and western cyclones was characteristic mainly for the summer period, as well as the transitional seasons of the year, therefore the dangerous weather phenomena were associated mainly with the development of severe convection on atmospheric fronts. Such phenomena as very heavy rain, snowfall and wind had the highest frequency in cyclones, as in southern as western trajectories. The share of strong sticking of wet snow and large hail were isolated cases and these phenomena were recorded locally over the territory of country.

**Keywords:** cyclonic circulation; trajectories of cyclones; dangerous weather phenomena.

## Введение

Практически вся хозяйственная деятельность и повседневная жизнь людей связаны с погодными условиями. Они могут быть благоприятными, а могут представлять определенные трудности, нанести ущерб, вызывать разрушения, создавать угрозу жизни и здоровью человечества. На территории Беларуси ежегодно регистрируются опасные явления погоды (ОЯП) – природные процессы и явления, возникающие под влиянием различных природных факторов или их сочетаний и оказывающие поражающее воздействие на людей, сельское хозяйство, объекты экономики и окружающую среду [1]. В среднем ОЯП ежегодно наносят Республике Беларусь ущерб в размере 2,18 млн долл. [2], наибольшая доля которого приходится на очень сильные дожди и ливни, а также очень сильные ветры (в том числе шквалы) – 67,3 и 27,5 % соответственно. Значительные последствия для экономики государства имели засухи 1992, 1994–1997, 1999, 2001 и 2002 гг., сильные наводнения и паводки в южных районах страны в 1974, 1979, 1993 и 1999 гг. [3]. В последние годы в связи с участвовавшими случаями ОЯП экономические потери страны возросли еще больше, выявлена полная зависимость объектов экономики от воздействия природных факторов. Так, в результате возникновения разрушительных шквалов на территориях сельхозпредприятий наблюдается полегание культур, в лесных хозяйствах гибнет лес, а в жилищно-коммунальных происходит обрушение кровель, повреждение линий электропередач и, как следствие, обесточивание населенных пунктов. Ввиду увеличения повторяемости оттепелей и заморозков ухудшаются условия эксплуатации зданий, уменьшается их долговечность. Рост количества дней с сильной жарой отрицательно сказывается на функционировании систем поглощения тепла на электростанциях, приводит к увеличению затрат на поддержание оптимальной температуры воздуха в помещениях. Изменения снеговых, ледовых, гололедных нагрузок отражаются на устойчивости электроснабжения. Поэтому установление пространственно-временных закономерностей формирования ОЯП приобретает особую актуальность и имеет большое практическое значение.

Как известно [4–6], большинство ОЯП, наносящих серьезный материальный ущерб, возникают в области циклонической циркуляции. В связи с этим необходимо проведение исследований по анализу циклонических образований, оказывающих влияние на территорию изучаемого региона. Интенсивность циклонической активности в Европе зависит от динамики центров действия атмосферы в Северной Атлантике и положения ведущего потока в тропосфере [7–9]. Поэтому текущие климатические изменения могут влиять на траектории и глубину циклонов, а следовательно, и на возникновение ОЯП.

В зарубежной литературе достаточно много работ посвящено воздействию разных типов циклонов на формирование ОЯП. Так, в одном из первых исследований [10] проведена классификация циклонов над северо-западной частью Атлантики, было выделено восемь типов в зависимости от районов зарождения, траекторий передвижения и влияния на возникновение штормовых явлений в прибрежной зоне. В работах [11; 12] анализируются смещающиеся из южных широт циклоны и вызываемые ими ОЯП над территорией Восточной Европы. Новую классификацию циклонических траекторий над Европой, включающую девять типов, предложили австрийские ученые [13]. Ими также был определен вклад разных типов циклонов в формирование экстремальных осадков над континентом. Выявлено, что риск выпадения интенсивных осадков над Центральной Европой в значительной степени зависит от траектории циклона. Так, в юго-западной части Польши, Чехии и на западе Словакии 7 из 10 случаев сильных осадков связаны с циклонами, передвигающимися с севера Италии в сторону Польши правее Альпийских гор.

Республика Беларусь расположена в центре Восточной Европы, поэтому большинство циклонов, смещающихся в эту часть континента, проходят через ее территорию. Для данного региона характерными являются следующие типы траекторий циклонов: западные, северо-западные (ныряющие) и южные [14].

Исследования циклонической деятельности и ее влияния на погодные условия Беларуси, в том числе на возникновение ОЯП, приходится в основном на 1950–80-е гг. Анализом траекторий циклонов различных направленностей занимались такие ученые, как В. Н. Лепешко, С. З. Барская, О. И. Юбочникова, Л. И. Матвеева, А. В. Амелеченко и др. Было выявлено [15; 16], что ныряющие циклоны несут значительные изменения в погоде страны. При этом при смещении циклона через республику осадки в виде дождя или снега ухудшают видимость на дорогах до 1 км и менее, т. е. являются достаточно интенсивными, особенно вблизи приземного центра циклона. А в случае передвижения циклона восточнее Беларуси, когда основное влияние на погоду оказывают его атмосферные фронты, при значительных изменениях атмосферного давления (8–10 гПа за 3 ч) ветер по стране может усиливаться до 25 м/с и более. Самые сильные ветры, скорость которых достигала 25–28 м/с, а иногда 32–34 м/с, отмечались при перемещении ныряющих циклонов с Норвежского моря через Ботнический залив на европейскую территорию России (ЕТР), когда через Беларусь проходили их холодные фронтальные разделы.

Южные циклоны, зарождаясь над теплой морской поверхностью, несут в теплых секторах тропический средиземноморский воздух, отличающийся повышенным влагосодержанием, что является одной из причин выпадения интенсивных осадков в системе таких циклонов. Количество осадков достигает своего пика к моменту максимального развития циклона и резко уменьшается в стадии его заполнения [17; 18]. В зимний период южные циклоны приносят обильные снегопады: суточное количество осадков может достигать до 15–19 мм, в отдельных случаях достигая критерия опасных – 20 мм и более [19]. В сочетании с сильным ветром это приводит к образованию метелей, снежных буранов, что вызывает обрывы линий электропередач и снежные заносы на дорогах. В теплый сезон с южными циклонами связаны интенсивные ливневые дожди, грозы, град, шквалы и ураганы.

По данным [20], очень сильные осадки в одном южном циклоне могут отмечаться на одной-двух станциях метеорологической сети Беларуси. В ночное время они обусловлены влиянием теплого фронта и выпадают вблизи центра циклона, а днем определяются воздействием холодного фронтального раздела с волнами и наблюдаются у вершин волновых возмущений. В теплый период года при развитии конвекции на фронтах количество осадков может достигать 30–60 мм за 1 ч. В 5 % случаев скорость ветра, обусловленная выходом южного циклона, составляет 25–29 м/с.

О. И. Юбочникова [21] анализировала осадки в Беларуси, вызванные влиянием южных циклонов. Результаты показали, что наиболее интенсивные осадки (50–120 мм) выпадали при смещении циклонов с севера Италии через Венгерскую низменность, Карпаты, северо-западные районы Украины на центральную часть Беларуси. При траектории южного циклона, проходящей через центр Украины на северо-восток ЕТР, сильные осадки отмечаются в основном на юго-востоке Беларуси, а при условии, что они сопровождаются грозами в теплое время года, их количество может достигать критерия ОЯП.

Черноморские циклоны, выходящие на республику, также вызывают интенсивные опасные осадки, особенно при развитии циклона по высоте и замедлении его хода над территорией Беларуси [22].

Западные атлантические циклоны в целом дают немного осадков по стране (11–17 % от годового количества) [23]. Наибольшая их часть выпадает в западных и северо-западных районах (до 22 мм в виде снега в холодный период года). Как углубляющиеся, так и заполняющиеся циклоны могут сопровождаться интенсивными осадками, в среднем они выпадают два-три раза в год, а на юге и местами по востоку Беларуси – раз в полугодие. В теплый период западные вихри в 80 % случаев вызывают значительные осадки. Чаще всего циклоны являются углубляющимися. Максимальное количество осадков в таких циклонах (40–50 мм) наблюдается два раза в полугодие.

На современном этапе можно отметить исследования В. Ф. Логинова, И. Н. Шпока и др. В работах [3; 24; 25] ими изучались пространственные закономерности ОЯП и зависимость их повторяемости от особенностей подстилающей поверхности и изменений климата. В [26] рассматривалась взаимосвязь между различными типами циркуляции по Б. Л. Дзердзеевскому и повторяемостью ОЯП. Проанализировав число дней с меридиональной северной и меридиональной южной циркуляциями атмосферы в разные сезоны и в течение года, авторы пришли к выводу, что наметившаяся тенденция сокращения количества дней с данными типами циркуляций может привести к уменьшению повторяемости ОЯП на большей части европейской территории СНГ, включая Беларусь.

Целью данного исследования является анализ повторяемости ОЯП в циклонах различных траекторий, которые перемещались через территорию Беларуси в 1995–2015 гг.

### Материалы и методы исследования

В предыдущей работе авторов [27] были рассмотрены особенности передвижения циклонов типовых траекторий через Беларусь в 1995–2015 гг. Исходными данными для анализа циклонической активности послужили приземные синоптические карты (00, 06, 12, 18 и 21 UTC) мировых прогностических

центров *Met Office* (UKMO) и *Deutscher Wetterdienst* (DWD), а также карты барической топографии АТ-500, обработанные программным комплексом «ГИС Метео» в Белгидромете.

Определение циклонических характеристик проводилось с использованием мануального метода, заключающегося в последовательном анализе 6-часовых приземных синоптических карт. Положение циклона выявлялось визуально по конфигурации первой замкнутой изобары и минимальному давлению в центре. В расчет брались только те циклоны, которые в любой момент времени попадали в пределы территории страны, и при этом период их существования был не менее трех суток от момента зарождения до стадии заполнения. Для того чтобы безошибочно определить путь барических образований и их эволюцию, на картах барической топографии АТ-500 устанавливалось направление ведущего потока.

В соответствии с существующими классификациями [14] к западным циклонам были отнесены зарождавшиеся в широтной полосе 48–60° с. ш. и перемещавшиеся с запада на восток через Беларусь; к южным – формировавшиеся над районами Средиземноморья, Балканского полуострова и Черного моря и впоследствии выходившие на территорию Беларуси; к ныряющим – циклонические образования, зарождавшиеся в высоких широтах и смещавшиеся через республику к югу и юго-востоку.

По результатам исследования была создана база данных основных характеристик циклонов, включая географические координаты начала и конца траекторий, положения приземного центра циклона над территорией Беларуси, дату и соответствующее значение минимального давления. Для визуализации траекторий циклонов применялся графический пакет *Generic Mapping Tools* (GMT).

В каждой стране, в зависимости от ее физико-географического положения, существуют свои критерии ОЯП. В Республике Беларусь согласно ТКП 17.10-06-2008 [28] приняты следующие значения, при которых метеорологические явления считаются опасными (табл. 1).

Таблица 1

Перечень ОЯП для территории Беларуси

Table 1

List of dangerous weather phenomena for the territory of Belarus

Название ОЯП	Характеристики и критерии или определения ОЯП
Очень сильный ветер (в том числе шквал и смерч)	Максимальная скорость ветра (включая порывы) 25 м/с и более
Очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом)	Количество атмосферных осадков не менее 50 мм за период не более 12 ч
Очень сильный ливень (очень сильный ливневый дождь)	Количество атмосферных осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч
Очень сильный снег	Количество атмосферных осадков не менее 20 мм за период не более 12 ч
Продолжительный очень сильный дождь	Количество атмосферных осадков не менее 100 мм за период более 12 ч, но менее 48 ч
Крупный град	Град диаметром не менее 20 мм
Сильная метель	Перенос снега при значениях средней скорости ветра 15 м/с и более продолжительностью не менее 12 ч при видимости менее 500 м
Сильный гололед	Диаметр отложения слоя льда на проводах гололедного станка 20 мм и более
Сильное налипание мокрого снега	Диаметр отложения мокрого снега на проводах гололедного станка 35 мм и более
Сильное сложное отложение (слой льда, изморози и мокрого снега)	Диаметр сложного отложения на проводах гололедного станка 35 мм и более
Сильный туман	Туман при значении видимости 50 м и менее продолжительностью не менее 12 ч
Очень сильный мороз	Значение минимальной температуры воздуха –35 °С и ниже
Очень сильная жара	Значение максимальной температуры воздуха +35 °С и выше

Источник: [28].

Исходными материалами при анализе повторяемости ОЯП в Беларуси послужили данные по метеостанциям государственного климатического кадастра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период с 1995 по 2015 г. [29].

В настоящем исследовании по каждому отобранному случаю ОЯП было определено, каким синоптическим процессом обусловлена погода в момент возникновения ОЯП в данном районе. В дальнейшем рассматривались только те случаи, в которых ОЯП было связано с циклонической циркуляцией. В результате выделена группа циклонов, вызвавших возникновение ОЯП на территории Беларуси.

Основные методы, использованные в исследовании, – статистический, картографический и синоптический. Пространственные особенности ОЯП визуализировались с помощью графического пакета GMT.

### Результаты исследования

**Циклоническая активность над Беларусью.** В ходе проведенного ранее авторами исследования [27] было выявлено, что через территорию Беларуси за рассматриваемый период переместилось 323 циклона разных типов траекторий, т. е. в среднем их было 15–16 в год. На долю южных циклонов пришлось 184 случая (57 % от общего количества), западные и ныряющие составили 70 и 69 случаев соответственно (около 20 % каждый тип). Наибольшее количество циклонов всех типов (21–23 случая в год) наблюдалось в 1998, 2004, 2008 и 2009 гг., при этом преобладающими были южные циклоны (в среднем 9 случаев в год). Минимальное количество циклонов всех типов (около 10 случаев) было отмечено в 2014–2015 гг., что косвенно может свидетельствовать об усилении антициклонического характера региональной циркуляции атмосферы в конце исследуемого периода.

Практически все западные циклоны, которые выходили на территорию Беларуси, образовались в полосе широт 50–60° с. ш. над Западной Атлантикой, Великобританией, Северным морем и югом Балтийского. Основной особенностью этих циклонов являлось изменение траекторий после пересечения Беларуси: большинство из них поворачивали к северо-востоку, некоторые – к югу. Южные циклоны перемещались на территорию страны из всех районов Средиземноморья, Балканского полуострова и Черного моря. Ныряющие циклоны чаще всего зарождались над Норвежским морем и проходили через Скандинавский полуостров, а над республикой поворачивали к северо-востоку.

За рассматриваемый период среднее давление в центрах циклонов над Беларусью составило 990–991 гПа для ныряющих и западных, 997 гПа для южных. Непосредственно на территорию страны южные циклоны выходили с давлением около 1001 гПа, западные – 997 гПа, ныряющие – 995 гПа. В большинстве случаев (58–64 %) циклоны всех траекторий углублялись над республикой.

**Циклоны, обусловившие ОЯП в Беларуси.** На долю циклонов, вызвавших ОЯП, пришлось 84 случая, т. е. 26 % от общего количества циклонов, вышедших на территорию Беларуси приземным центром. Из них южные составили 74 случая, западные – 10, ныряющие барические образования ОЯП не вызвали.

Наибольшее количество южных циклонов, обусловивших ОЯП, отмечалось в 1996–1998, 2008, 2009 и 2013 гг. (по 5–7 случаев), наименьшее – в 2001, 2003, 2011 и 2015 гг. (по 2 случая). При общем небольшом количестве западных циклонов, вызвавших ОЯП, в 1998 и 2004 гг. на их долю пришлось по 2 случая, а в остальные годы – по 1 случаю (рис. 1).

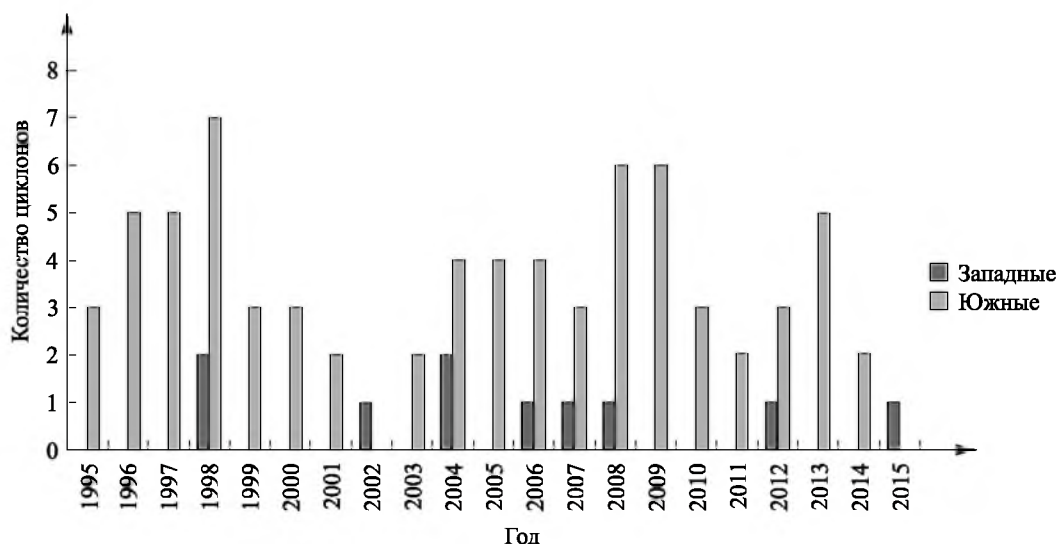


Рис. 1. Повторяемость циклонов, обусловивших ОЯП в Беларуси за период 1995–2015 гг.

Fig. 1. Frequency of cyclones, causing dangerous weather phenomena over Belarus during the period of 1995–2015

Большинство южных циклонов, под влиянием которых возникали ОЯП, образовались над Западным Средиземноморьем и Генуэзским заливом – 14 случаев, а также Венгерской и Дунайской низменностями – 12 случаев (рис. 2). Наименьшее количество циклонов, вызвавших ОЯП, пришло из районов Эгейского моря и о. Крит – лишь 2 случая. Южные циклонические образования, обусловившие наибольшее количество ОЯП в одном циклоне, зародились над Западным Средиземноморьем и Генуэзским заливом, а также Италией и Адриатическим морем. Циклоны западных траекторий, которые вызвали ОЯП в Беларуси за исследуемый период, возникли в основном над Атлантикой и Великобританией.

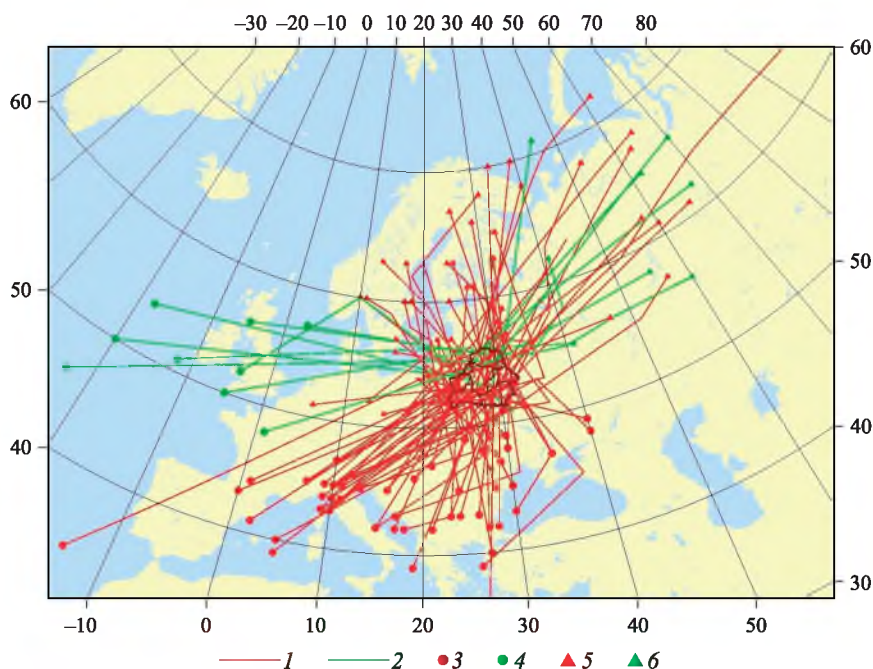


Рис. 2. Карта-схема траекторий перемещения циклонов, обусловивших ОЯП в Беларуси за период 1995–2015 гг.:  
1 – южные; 2 – западные; 3 – район зарождения южных;  
4 – район зарождения западных;

5 – район заполнения южных; 6 – район заполнения западных

Fig. 2. Schematic map of cyclone trajectories, causing dangerous weather phenomena over Belarus during the period of 1995–2015:

1 – southern; 2 – western; 3 – region of origin of southern;

4 – region of origin of western; 5 – region of filling of southern; 6 – region of filling of western

Максимальная повторяемость южных циклонов, с которыми связаны ОЯП, отмечалась в теплый период (с мая по август) – около 12–14 случаев, т. е. каждый второй год существует вероятность выхода «погодоопасных» южных циклонов. В остальные месяцы повторяемость южных циклонов с ОЯП была невелика и колебалась от 1 до 5 случаев, т. е. в среднем каждый пятый-шестой год. Это можно объяснить снижением интенсивности циклонов и уменьшением контрастности на атмосферных фронтах в результате влияния термического фактора, особенно в переходные периоды года.

Почти половина западных циклонов (40–50 %), обусловивших ОЯП, наблюдалась в июле и августе. В зимние месяцы циклоны западных траекторий ОЯП не вызывали, а в переходные сезоны года их повторяемость была невелика – по одному циклону в каждый месяц с ОЯП.

**Повторяемость ОЯП в южных циклонах.** Распределение по сезонам (табл. 2) за исследуемый период показало, что наибольшая повторяемость очень сильных дождей в южных циклонах была характерна для июля и августа – 72 и 46 случаев соответственно, что составляет в среднем от 2 до 4 случаев в месяц ежегодно. Наименьшее количество очень сильных дождей наблюдалось в сентябре и октябре, а также мае – по 5 случаев. Очень сильный снег чаще всего выпадал в марте – 22 случая, т. е. каждый год с выходом южного циклона в этом весеннем месяце был связан случай очень сильного снегопада. В остальные месяцы холодного периода года отмечалось от 1 до 7 очень сильных снегопадов, т. е. вероятность возникновения этого ОЯП небольшая. Шквалы в южных циклонах наблюдались в основном в теплое полугодие, максимальная повторяемость пришлась на июнь и июль – 15 и 14 случаев, а наименьшая отмечалась в переходный сезон – в апреле и октябре. В холодное время года вероятность возникновения очень сильных ветров, включая шквалы, в южных циклонах минимальна. Крупный град выпадал в конце мая, а также в июне и июле.

Таблица 2

 Повторяемость ОЯП в циклонах различных траекторий  
 над территорией Беларуси за период 1995–2015 гг.

Table 2

 Frequency of dangerous weather phenomena  
 for the territory of Belarus during the period of 1995–2015

Вид ОЯП	Южные циклоны					Западные циклоны				
	Осень	Зима	Весна	Лето	В целом за период	Осень	Зима	Весна	Лето	В целом за период
Очень сильный ветер, в том числе шквал	7	–	11	41	59	1	–	2	1	4
Очень сильный дождь, в том числе ливневый и продолжительный	7	–	11	150	168	–	–	–	6	6
Очень сильный снег	9	9	22	–	40	6	–	–	–	6
Крупный град	–	–	2	8	10	–	–	–	1	1
Сильное налипание мокрого снега	2	3	–	–	5	–	–	–	–	–
Всего	25	12	46	199	282	7	–	2	8	17

Анализ пространственного распределения ОЯП показал, что наибольшая повторяемость очень сильных дождей была характерна в основном для крайних южных районов Брестской области – от 10 до 16 случаев (рис. 3, *a*). Очень сильные ветры и снегопады наблюдались преимущественно в восточной части страны – от 4 до 9 и от 3 до 6 случаев соответственно (рис. 3, *b*, *в*). Сильное налипание мокрого снега и крупный град – достаточно редкие явления для Беларуси, однако они наносят значительный ущерб как населению, так и отраслям народного хозяйства. Среднее за год число дней с градом на территории Беларуси колеблется от 1 до 2, возрастая от низин к возвышенностям [25]. За период исследования с небольшой повторяемостью 1–2 случая сильное налипание мокрого снега и крупный град фиксировались локально по стране (рис. 3, *г*).

Основная доля ОЯП в южных циклонах за исследуемый период пришлась на очень сильные дожди ливневого и продолжительного характера (168 случаев, т. е. 60 % от общего количества ОЯП). Сумма выпавших осадков колебалась от 50 до 112 мм за 3–12 ч (154 случая) и от 120 до 199 мм за 2–3 сут (13 случаев). Был также отмечен 1 случай кратковременного очень сильного ливня на территории Гомельской области в ночь на 1 июля 2011 г., когда выпало 32 мм за 52 мин. Синоптическая ситуация во всех случаях определялась воздействием приземных центров циклонов или их атмосферных фронтов.

Очень сильные снегопады по республике составили 40 случаев (14 % от общего числа ОЯП). В основном они были вызваны влиянием активных южных циклонов или малоподвижных фронтальных разделов с волнами. Количество осадков колебалось от 20 до 29 мм за период 7–12 ч. Большинство циклонов, обусловивших максимальное число очень сильных снегопадов по стране, были глубокими барическими образованиями с давлением в центре от 976 до 986 гПа. Выходя на территорию Беларуси, они углублялись и существенно замедлялись. Здесь стоит отметить сложные погодные условия, которые наблюдались в республике 15 марта 2013 г. в связи с перемещением очень активного циклона (давление в центре 978 гПа) с Украины на юго-восточные районы Беларуси (рис. 4). На большей части страны прошли сильные осадки в основном в виде снега, по юго-востоку – дождя, переходящего в мокрый снег. В южных и центральных районах отмечались очень сильные снегопады – от 20 до 26 мм за 12 ч (рис. 5). Осадки сопровождалась сильным порывистым ветром (15–24 м/с), наблюдалась очень сильная метель, на дорогах ситуация осложнялась снежными заносами. По юго-востоку республики отмечались налипание мокрого снега, гололед, во второй половине дня на дорогах образовалась гололедица. За период влияния циклона, несмотря на сильный порывистый ветер и метель, во многих районах страны прирост снега составил 5–15 см, местами достигал 16–32 см [30].

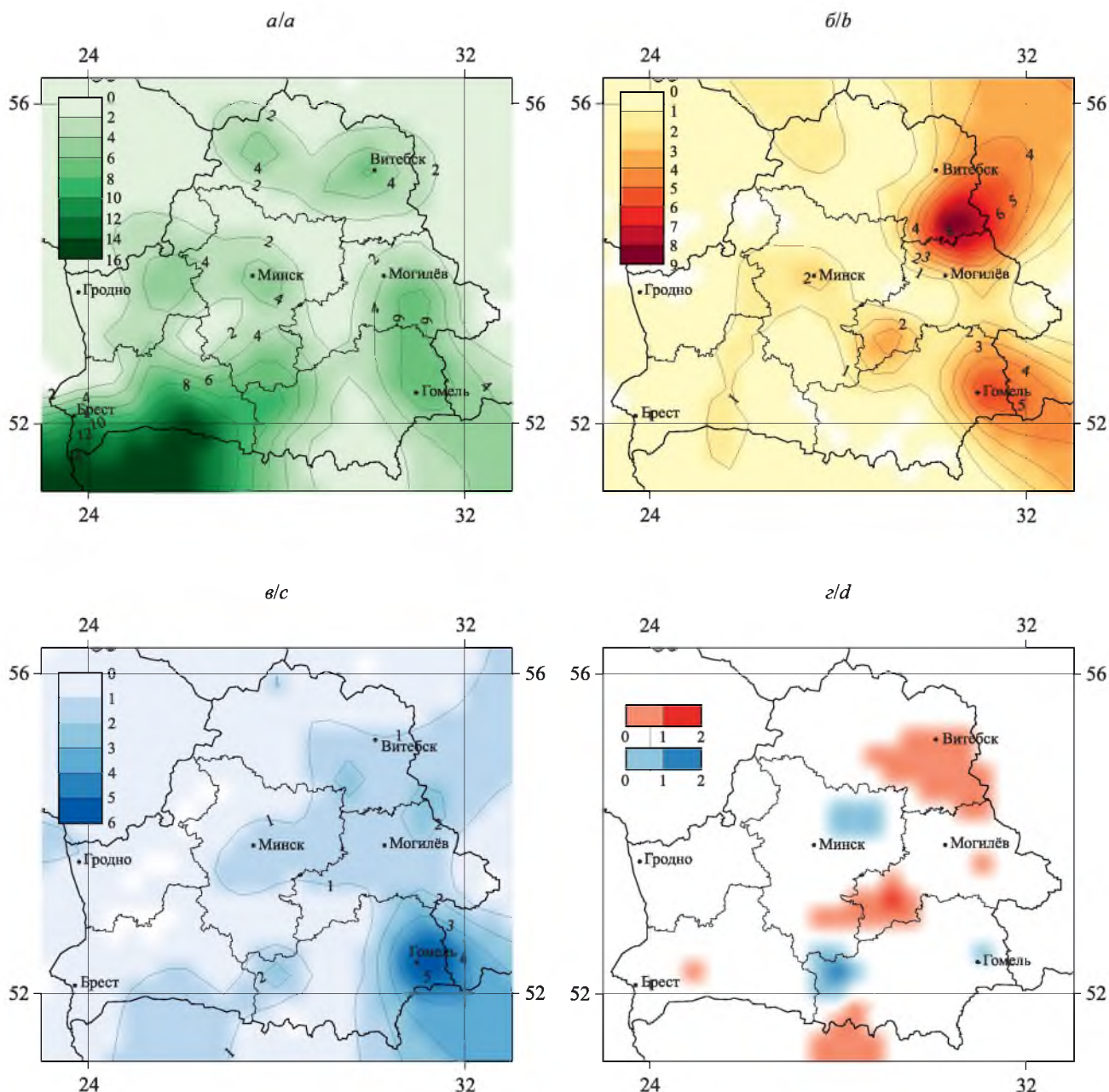


Рис. 3. Повторяемость ОЯП, вызванных южными циклонами за период 1995–2015 гг.:

*a* – очень сильный дождь; *б* – очень сильный ветер; *в* – очень сильный снегопад;

*г* – сильное налипание мокрого снега (синий цвет) и крупный град (красный цвет)

Fig. 3. Frequency of dangerous weather phenomena, caused by southern cyclones, period 1995–2015:

*a* – very heavy rain; *b* – very heavy wind; *c* – very heavy snowfall;

*d* – heavy sleet sticking (blue colour) and big hail (red colour)

Отметим, что 23–24 февраля 1999 г. погоду в стране определял активный циклон, который образовался над районами Апеннинского полуострова и под юго-западными потоками смещался на территорию Беларуси, углубившись над республикой до 976 гПа и замедлив свой ход. В результате на большей части страны прошли интенсивные снегопады (10–19 мм), а по восточной половине они достигли критерия опасных (20–23 мм). Местами наблюдалось сильное налипание мокрого снега (45 мм – на метеостанции Житковичи).

Очень сильное налипание мокрого снега (57 мм за 13 ч) отмечалось также 11 ноября 2007 г. по юго-востоку Беларуси, когда на территорию республики вышел активный южный циклон, смещавшийся с районов Черного моря через восточную часть Украины и Беларуси на страны Балтии. Интенсивные снегопады и сильное налипание мокрого снега наблюдались на северной периферии углубляющегося циклона.



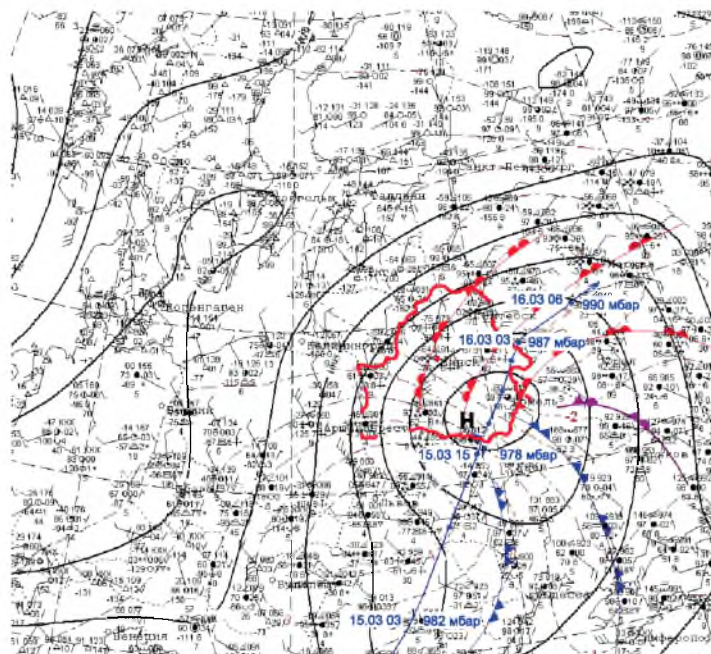


Рис. 4. Приземная карта за 15 марта 2013 г. (15 UTC) – выход южного циклона, сопровождавшегося сильными снегопадами (указана траектория циклона за период 15–16 марта 2013 г.)

Fig. 4. Surface pressure analysis, 15 March 2013 (15 UTC) – movement of southern cyclone, which was accompanied by heavy snowfall (it is shown the trajectory of cyclone for the period 15–16 March 2013)

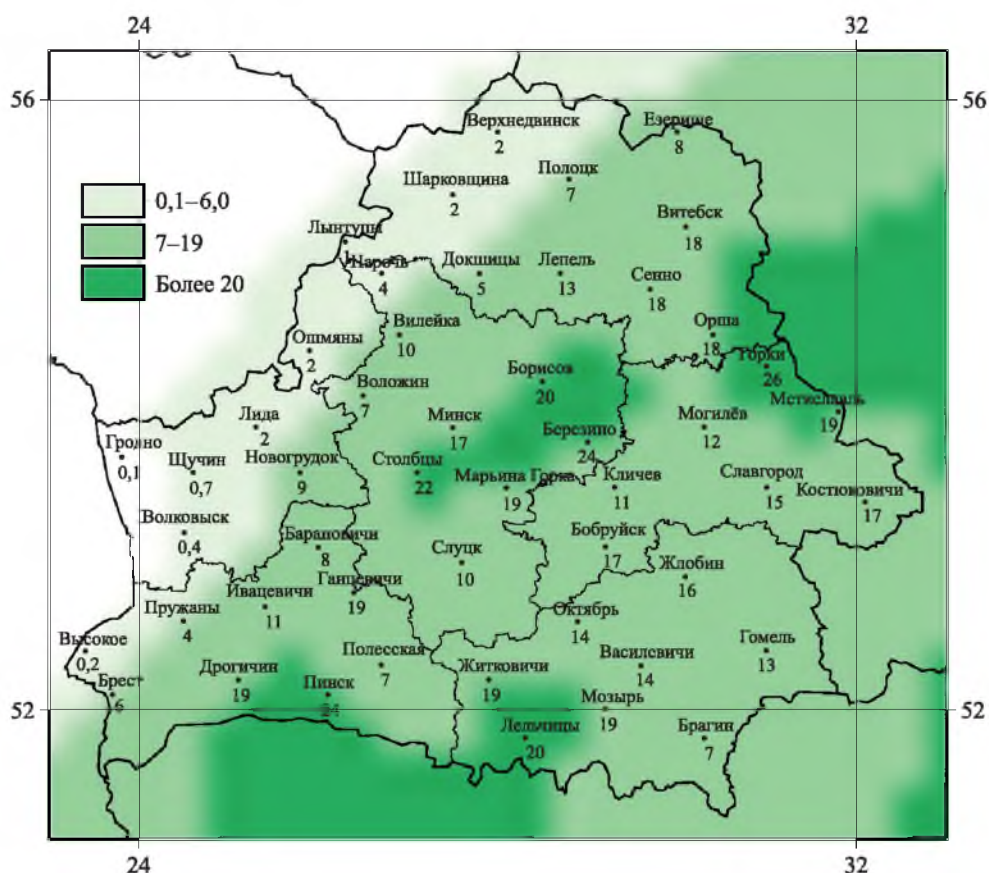


Рис. 5. Распределение количества осадков (мм) с 9:00 до 21:00 15 марта 2013 г.

Fig. 5. The distribution of precipitation (mm) for the period 9:00 a. m. – 9:00 p. m. (15 March 2013)

Очень сильные ветры (59 случаев, включая шквалы) в республике возникали в основном под влиянием медленно движущихся фронтальных разделов, вдоль которых образовывались волновые возмущения, преимущественно в дневное время при больших температурных контрастах по обе стороны атмосферного фронта. В ночные часы очень сильный ветер наблюдался редко (6 случаев) в тыловых частях циклонов при значительных барических градиентах, когда изменения атмосферного давления достигали 8–10 гПа за 3 ч. Максимальные порывы ветра составили 25–32 м/с.

За период исследования крупный град диаметром от 20 до 60 мм выпадал в дневное время в теплый период года, когда для этого создаются наиболее благоприятные условия – высокие температуры воздуха у земной поверхности, большая влажность облаков. Как и в случае со шквалами, синоптическая ситуация определялась влиянием контрастных фронтальных разделов с волнами. Так, 14 июля 2000 г. территория Беларуси находилась под воздействием южного циклона и его активных атмосферных фронтов (рис. 6). Во второй половине дня на холодном фронте начала развиваться мощная кучево-дождевая облачность, что свидетельствовало о сильной конвекции в системе циклона. Местами по республике прошли сильные ливни, сопровождавшиеся грозами, выпадением мелкого и крупного града. В результате были частично разрушены и повреждены производственные помещения и дома частного сектора, подтоплены сотни гектаров сельхозугодий, обесточены десятки населенных пунктов из-за обрывов линий электропередач. В лесах образовались завалы деревьев площадью до 10 га. Крупным градом повреждено большое количество автомобилей, разбиты стекла и кровля жилых домов и учреждений.

**Повторяемость ОЯП в западных циклонах.** Как уже упоминалось, лишь 10 атлантических циклонов (14 % от общего количества) вызвали ОЯП в Беларуси. Наибольшая повторяемость ОЯП пришлось на очень сильные снегопады и дожди – по 6 случаев (35 % от общего количества), а также очень сильные ветры, в том числе шквалы, – 4 случая. Крупный град выпал лишь один раз.

Очень сильные дожди и ливни, связанные в Беларуси с западными циклонами, наблюдались летом – с июня по август (1–3 случая в месяц) (см. табл. 2). Очень сильные снегопады – только в ноябре (6 случаев за весь период исследования). По 1 случаю очень сильных ветров фиксировалось в марте, мае, августе и октябре. Крупный град отмечался в июле.

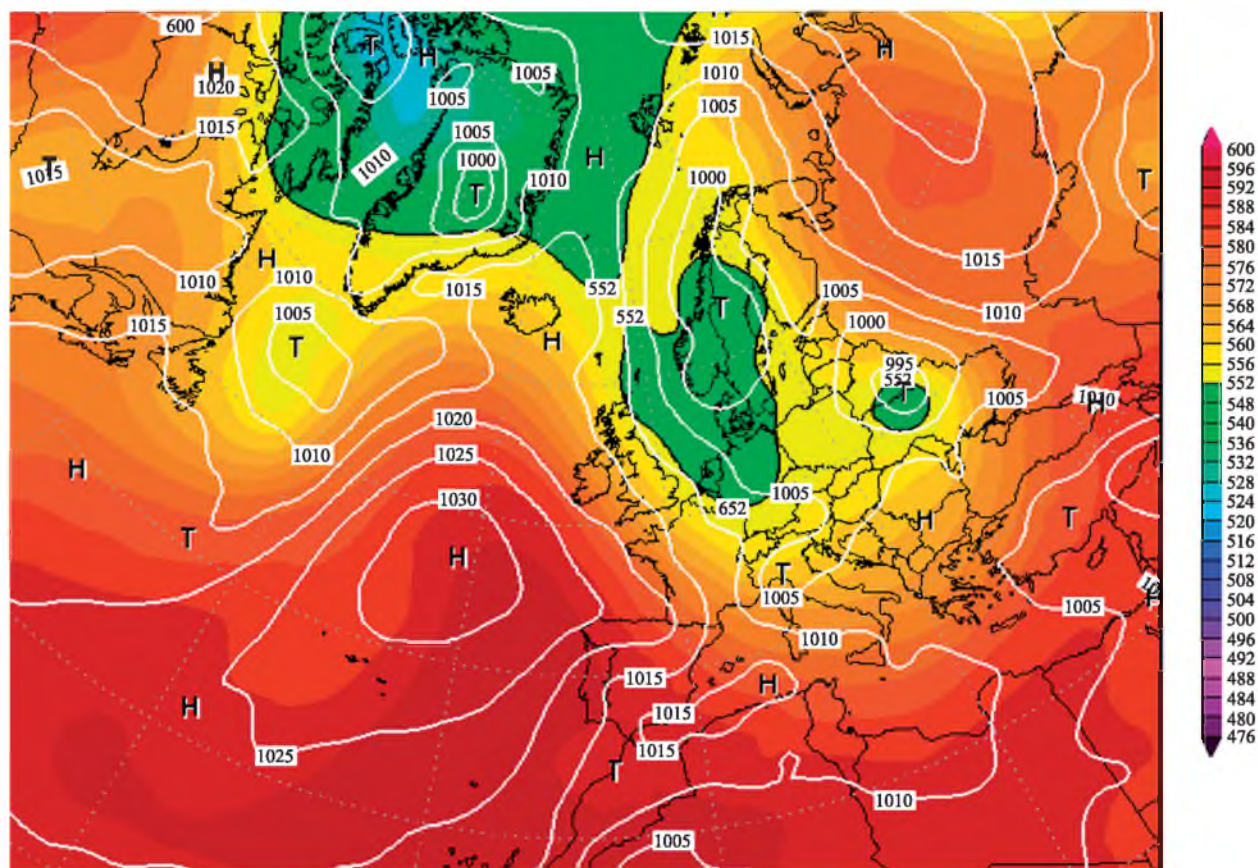


Рис. 6. Приземная карта (изобары белого цвета) и карта АТ-500 (цветная шкала) за 14 июля 2000 г. (18 UTC)  
Fig. 6. Surface pressure analysis (white isobars) and geopotential height at 500 (color scale), 14 July 2000 (18 UTC)

Анализ пространственного распределения показал, что ОЯП имели локальный характер (рис. 7). Очень сильные дожди прошли в северо-западных регионах страны, а также местами по югу. Очень сильные снегопады были свойственны Могилёвской, а также западу Гомельской области. Очень сильные ветры отмечались на метеостанциях Щучин, Полоцк и Октябрь, а крупный град – на метеостанции Орша.

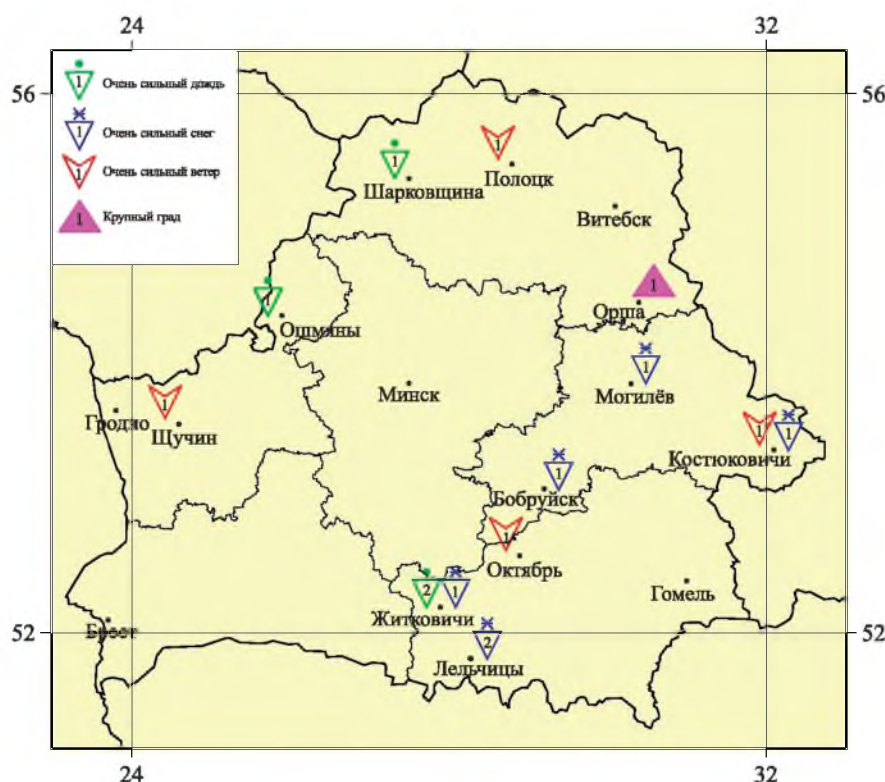


Рис. 7. Повторяемость ОЯП, вызванных западными циклонами за период 1995–2015 гг.  
Fig. 7. Frequency of dangerous weather phenomena, caused by western cyclones, period 1995–2015

Характерной особенностью атлантических циклонов, обусловивших очень сильные дожди как ливневого (в дневное время), так и обложного характера (в ночные часы), было их медленное перемещение через Беларусь. Минимальное давление в центре циклонов над республикой колебалось от 980 до 1005 гПа, при этом, выходя на территорию страны, западные циклоны продолжали углубляться. Количество выпавших опасных осадков составляло от 35 до 38 мм за период 35–45 мин и достигало 51–65 мм за полсуток.

Очень сильные снегопады с количеством осадков 21–30 мм, ветер порывами до 19–24 м/с, метели и снежные заносы на дорогах наблюдались по юго-востоку республики при смещении с Западной Европы активного волнового циклона 20–21 ноября 2004 г. (рис. 8). Циклонический вихрь проходил через южные районы страны, значительно уменьшив скорость, но продолжая углубляться до 982,5 гПа (падение давления над Беларусью составило 5 гПа за 3 ч). Переместившись за пределы страны на Смоленскую область России, циклон достиг максимальной стадии своего развития (975 гПа), интенсивность снегопадов над Беларусью ослабела.

Шквалистое усиление ветра до 26–28 м/с в западных циклонах в теплый период года, сопровождавшееся интенсивными ливнями и грозами, отмечалось в момент максимального прогрева воздуха при смещении вершин волновых возмущений на холодных атмосферных фронтах, разделяющих контрастные воздушные массы, через пункт наблюдений. В переходные сезоны года максимальные порывы ветра 28–30 м/с фиксировались в утренние и вечерние часы в тыловых частях уходящих глубоких циклонов (давление в центре 983–995 гПа), когда рост атмосферного давления за холодным фронтальным разделом составлял 9–11 гПа за 3 ч.

Крупный град диаметром 20 мм (1 случай) в западных циклонах выпал в дневные часы 1 июля 1998 г. на фронте окклюзии в неустойчивой воздушной массе, вблизи приземного центра циклона.

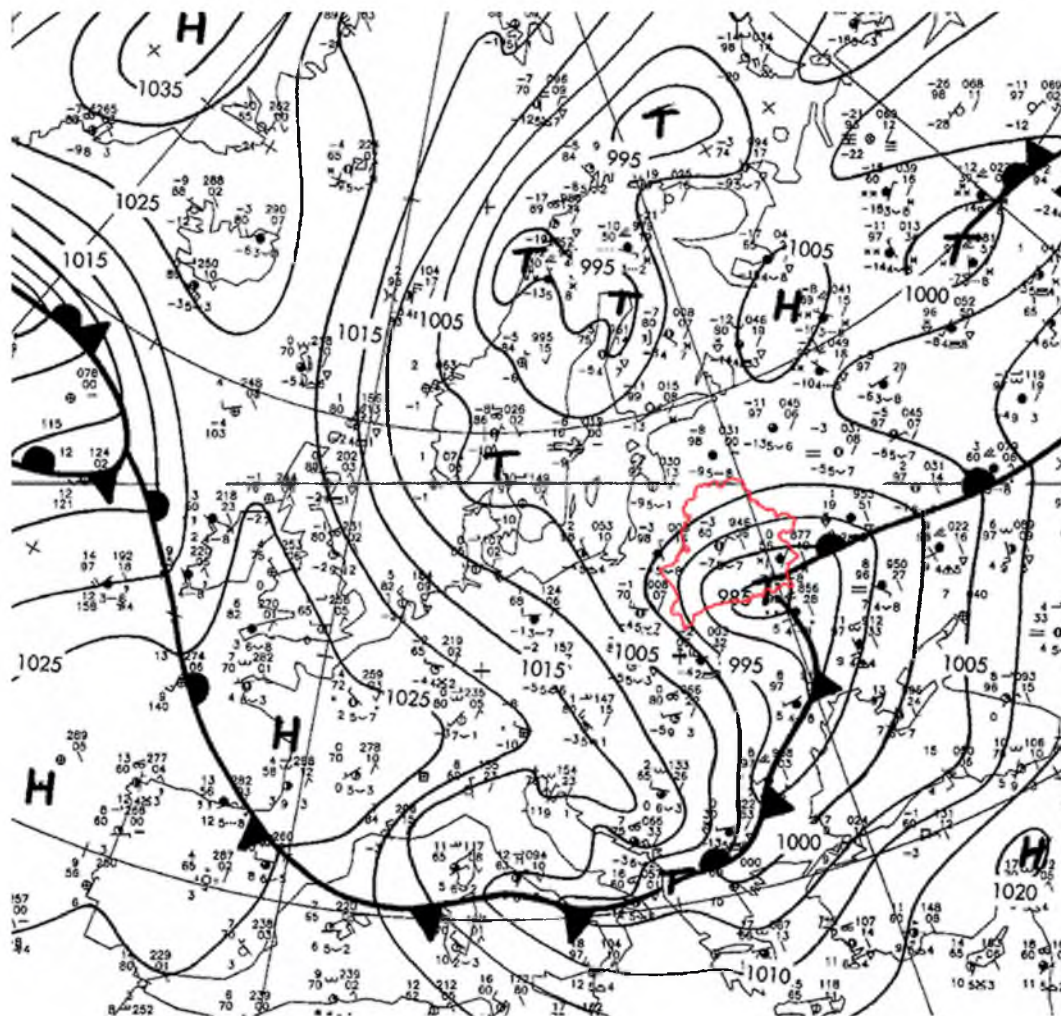


Рис. 8. Приземная карта за 20 ноября 2004 г. (00 UTC) – перемещение западного циклона, вызвавшего сильные снегопады

Fig. 8. Surface pressure analysis, 20 November 2004 (00 UTC) – movement of the western cyclone, which caused heavy snowfall

### Заключение

Циклоническая активность в течение исследуемого периода (1995–2015) характеризовалась высокой повторяемостью циклонов всех типов траекторий над территорией Беларуси. Однако ОЯП вызвали лишь циклонические вихри южных и западных траекторий. Главным образом с этими циклонами были связаны очень сильные дожди и шквалы, снегопады.

Основными районами формирования южных циклонов, вызвавших ОЯП в Беларуси, были Западное Средиземноморье, Генуэзский залив, а также Венгерская и Дунайская низменности. Большинство южных циклонов, повлиявших на возникновение ОЯП в республике, смещались в теплый период года, следовательно, ОЯП прежде всего были связаны с развитием на атмосферных фронтах интенсивной конвекции, обуславливающей очень сильные ливни, выпадение крупного града, образование мощных гроз, шквалов и смерчей.

Западные циклоны, вызвавшие ОЯП в Беларуси, образовывались в основном над Атлантическим океаном. Характерной особенностью данных циклонов было быстрое смещение над Западной Европой и существенное замедление хода над Беларусью, что приводило к возникновению очень сильных дождей как ливневого, так и продолжительного характера в летний период года. И лишь очень сильные ветры, в том числе шквалы, были обусловлены глубокими циклонами, перемещающимися с большими скоростями при значительных барических градиентах.

Отличительной особенностью как южных, так и западных циклонов, вызвавших большинство ОЯП в Беларуси, стало их углубление над территорией страны, т. е. они выходили на республику интенсивными и активными, преимущественно здесь достигая максимальной стадии своего развития.

## Библиографические ссылки

1. Гольберг МА, редактор. *Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси*. Минск: БелНИЦ «Экология»; 2002. 131 с.
2. Гледко ЮА, Гончар АГ. Региональное распределение ущерба последствий опасных метеорологических явлений на территории Беларуси. В: *Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сборник научных статей Международной научно-практической конференции; 23–25 апреля 2014 г.; Брест, Беларусь. Часть 2*. Брест: БрГТУ; 2014. с. 107–112.
3. Логинов ВФ, Сачок ГИ, Микуцкий ВС, Мельник ВИ, Коляда ВВ. *Изменения климата Беларуси и их последствия*. Логинов ВФ, редактор. Минск: Тонпик; 2003. 330 с.
4. *Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1*. 3-е издание, переработанное и дополненное. Ленинград: Гидрометеиздат; 1986. 702 с.
5. Семка ВВ, Расторгуев ИП. Исследование синоптических объектов в целях прогноза опасных явлений и неблагоприятных погодных условий. В: *Совершенствование наземного обеспечения авиации: материалы Всероссийской научно-практической конференции; 22–23 октября 2003 г.; Воронеж, Россия. Часть 2*. Воронеж: ВВАИИ; 2003. с. 40–41.
6. Балабух ВО. Траекторії циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів в Україні у теплий період року [Інтернет]. У: *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Випуск 253*. Київ: Ніка-Центр; 2004 [прочитовано 17 травня 2017 р.]. с. 103–119. Режим доступу: [https://uhmi.org.ua/pub/np/253/9\\_Balabuch.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/253/9_Balabuch.pdf).
7. Полонский АБ, Кибальчич ИА. Циркуляционные индексы и температурный режим Восточной Европы в зимний период. *Метеорология и гидрология*. 2015;1:5–17.
8. Вязилова НА. Циклоническая активность и колебания циркуляции в Северной Атлантике. *Метеорология и гидрология*. 2012;7:5–14.
9. Rogers JC. North Atlantic storm track variability and its association to the North Atlantic Oscillation and climate variability of Northern Europe. *Journal of Climate*. 1997;10(7):1635–1647. DOI: 10.1175/1520-0442(1997)010<1635:NASTVA>2.0.CO;2.
10. Davis RE, Demme G, Dolan R. Synoptic climatology of Atlantic coast North-Easters. *International Journal of Climatology*. 1993;13(2):171–189. DOI: 10.1002/joc.3370130204.
11. Mandla K, Enno S-E, Sepp M. Thunderstorms caused by southern cyclones in Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*. 2014;63(2):108–117. DOI: 10.3176/earth.2014.10.
12. Degirmendzić J, Kozuchowski K. Mediterranean cyclones, the atmospheric moisture content and precipitation in Poland. *Geographia Polonica* [Internet]. 2017 [cited 2018 July 20];90(1):5–20. Available from: [http://rcin.org.pl/Content/61907/WA51\\_81548\\_r2017-t90-no1\\_G-Polonica-Degirmend.pdf](http://rcin.org.pl/Content/61907/WA51_81548_r2017-t90-no1_G-Polonica-Degirmend.pdf).
13. Hofstätter M, Chimani B, Lexer A, Blöschl G. A new classification scheme of European cyclone tracks with relevance to precipitation. *Water Resources Research*. 2016;52(9):7086–7104. DOI: 10.1002/2016WR019146.
14. Хандожко ЛА. *Региональные синоптические процессы*. Ленинград: Ленинградский гидрометеорологический институт; 1988. 103 с.
15. Барская СЗ. Влияние ныряющих циклонов на погодные условия Белоруссии. В: *Сборник работ Минской гидрометеорологической обсерватории. Выход 6*. Минск: Издательство Академии наук Белорусской ССР; 1967. с. 11–18.
16. Лепешко ВН, составитель. *Рекомендации к прогнозу ныряющих циклонов, оказывающих влияние на погоду Белоруссии*. Минск: Белгидромет; 1989. 33 с.
17. Бугаева ВВ. Анализ южного циклона. *Труды Гидрометцентра СССР*. 1972;107:139–161.
18. Хохлов ВН. Особенности распределения кинетической энергии и влагосодержания в южных циклонах. В: *Метеорология, климатология и гидрология: межведомственный научный сборник Украины. Выход 34*. Одесса: Одесский гидрометеорологический институт; 1997. с. 13–20.
19. Лаврова АА, Глебова ЕС, Тросников ИВ, Казначеева ВД. Моделирование эволюции серии средиземноморских циклонов с помощью региональной модели атмосферы. *Метеорология и гидрология*. 2010;6:5–15.
20. Лепешко ВН. *Южные циклоны, условия их развития и перемещения на территорию БССР*. Минск: Белгидромет; 1983. 97 с.
21. Юбочникова ОИ. Осадки в Беларуси, связанные с перемещением циклонов с юга. В: *Сборник работ Минской гидрометеорологической обсерватории. Выход 4*. Минск: Издательство Академии наук Белорусской ССР; 1962. с. 43–52.
22. Sumak K. Intensive prolonged rains in Belarus and Baltic States 22–24 August 2017 [Internet]. In: *Proceedings for the 2018 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference; 2018 September 17–21; Tallinn, Estonia*. [S. l.]: [s. n.]; 2018 [cited 2019 February 1]. p. 1–4. Available from: [https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET\\_FILE&dDocName=PDF\\_CONF\\_2018\\_S4\\_SUMAK\\_P&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web](https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=PDF_CONF_2018_S4_SUMAK_P&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web).
23. Амельченко АВ, Николаева ВИ. Осадки в БССР, связанные с перемещением циклонов с северо-запада и запада. В: *Сборник работ Минской гидрометеорологической обсерватории. Выход 3*. Минск: Издательство Академии наук Белорусской ССР; 1961. с. 158–166.
24. Логинов ВФ, Волчек АА, Шпока ИН. *Опасные метеорологические явления на территории Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2010. 129 с.
25. Логинов ВФ, Волчек АА, Валуев ВЕ. *Атлас опасных метеорологических явлений на территории Беларуси*. Москва: Мещерский филиал ВНИИГиМ имени А. Н. Костякова; 2016. 57 с.
26. Логинов ВФ, Бровка ЮА, Микуцкий ВС. Изменение климата, экстремальных погодных и климатических явлений и их связь с типами циркуляции атмосферы Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому. В: *Природопользование. Выход 24*. Минск: Минсктиппроект; 2013. с. 5–10.
27. Сумак ЕН, Семенова ИГ. Особенности перемещения циклонов над Беларусью в современный климатический период. *Природные ресурсы*. 2017;2:101–109.
28. *Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения, ТКП 17.10-06-2008 (02120) (01.01.2009)*. Минск: БелНИЦ «Экология»; 2008. 30 с.

29. Обзор климатических особенностей и опасных гидрометеорологических явлений на территории Республики Беларусь. Минск: Белгидромет; 1996–2016.
30. Полищук АИ, Паращук ЛН. Особенности погодных условий в Беларуси 15 марта 2013 года, обусловленные южным циклоном «Хавьер». *Экологический вестник*. 2014;4:84–87.

## References

1. Golberg MA. *Stikhiinye gidrometeorologicheskie yavleniya na territorii Belarusi* [Dangerous hydrometeorological phenomena on the territory of Belarus]. Minsk: BelNITs «Ekologiya»; 2002. 131 p. Russian.
2. Gledko YuA, Gonchar AG. [Regional distribution of damage of consequences of dangerous meteorological phenomena on the territory of Belarus]. In: *Aktual'nye nauchno-tehnicheskie i ekologicheskie problemy sokhraneniya sredy obitaniya: sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 23–25 aprelya 2014 g.; Brest, Belarus'. Chast' 2* [Actual scientific, technical and ecological problems of habitat preservation: collection scientific articles of the International scientific and practical conference; 2014 April 23–25; Brest, Belarus. Part 2]. Brest: Brest State Technical University; 2014. p. 107–112. Russian.
3. Loginov VF, Sachok GI, Mikutskii VS, Mel'nik VI, Kolyada VV. *Izmeneniya klimata Belarusi i ikh posledstviya* [Climate change in Belarus and its consequences]. Loginov VF, editor. Minsk: Tonpik; 2003. 330 p. Russian.
4. *Rukovodstvo po kratkosrochnym prognozam pogody. Chast' 1* [Short-term forecast guide. Part 1]. 3<sup>rd</sup> edition, revised and supplemented. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1986. 702 p. Russian.
5. Semka VV, Rastorguev IP. [Survey of synoptic objects in order to forecast hazardous events and adverse weather conditions]. In: *Sovershenstvovanie nazemnogo obespecheniya aviatsii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 22–23 oktyabrya 2003 g.; Voronezh, Rossiya. Chast' 2* [Improving ground support for aviation: materials of the All-Russian scientific and practical conference; 2003 October 22–23; Voronezh, Russia. Part 2]. Voronezh: Voronezh Military Aviation Engineering Institute; 2003. p. 40–41. Russian.
6. Balabuh VO. [Trajectories of cyclones, causing dangerous amount of precipitation in the warm period of the year in Ukraine] [Internet]. In: *Naukovi praci Ukrai'ns'kogo naukovo-doslidnogo gidrometeorologichnogo instytutu. Vypusk 253* [Scientific works of the Ukrainian Hydrometeorological Research Institute. Issue 253]. Kyiv: Nika-Centr; 2004 [cited 2017 May 17]. p. 103–119. Available from: [https://uhmi.org.ua/pub/np/253/9\\_Balabuch.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/253/9_Balabuch.pdf). Ukrainian.
7. Polonskii AB, Kibal' chich IA. [Circulation indices and temperature regime of Eastern Europe in winter]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2015;1:5–17. Russian.
8. Vyazilova NA. [Cyclonic activity and circulation fluctuations in the North Atlantic]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2012;7:5–14. Russian.
9. Rogers JC. North Atlantic storm track variability and its association to the North Atlantic Oscillation and climate variability of Northern Europe. *Journal of Climate*. 1997;10(7):1635–1647. DOI: 10.1175/1520-0442(1997)010<1635:NASTVA>2.0.CO;2.
10. Davis RE, Demme G, Dolan R. Synoptic climatology of Atlantic coast North-Easters. *International Journal of Climatology*. 1993;13(2):171–189. DOI: 10.1002/joc.3370130204.
11. Mändla K, Enno S-E, Sepp M. Thunderstorms caused by southern cyclones in Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*. 2014;63(2):108–117. DOI: 10.3176/earth.2014.10.
12. Degirmendžić J, Kozuchowski K. Mediterranean cyclones, the atmospheric moisture content and precipitation in Poland. *Geographia Polonica* [Internet]. 2017 [cited 2018 July 20];90(1):5–20. Available from: [http://rcin.org.pl/Content/61907/WA51\\_81548\\_r2017-t90-no1\\_G-Polonica-Degirmend.pdf](http://rcin.org.pl/Content/61907/WA51_81548_r2017-t90-no1_G-Polonica-Degirmend.pdf).
13. Hofstätter M, Chimani B, Lexer A, Blöschl G. A new classification scheme of European cyclone tracks with relevance to precipitation. *Water Resources Research*. 2016;52(9):7086–7104. DOI: 10.1002/2016WR019146.
14. Khandozhko LA. *Regional'nye sinopticheskie protsessy* [Regional synoptic processes]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1988. 103 p. Russian.
15. Barskaya SZ. [Influence of diving cyclones on weather conditions in Belarus]. In: *Sbornik rabot Minskoj gidrometeorologicheskoi observatorii. Vypusk 6* [Collection of works of the Minsk Hydrometeorological Observatory. Issue 6]. Minsk: Izdatel'stvo Akademii nauk Belorusskoi SSR; 1967. p. 11–18. Russian.
16. Lepeshko VM, compiler. *Rekomendatsii k prognozu nyryayushchikh tsiklonov, okazyvayushchikh vliyaniye na pogodu Belorussii* [Recommendations for the forecast of diving cyclones that affect the weather in Belarus]. Minsk: Belhydromet; 1989. 33 p. Russian.
17. Bugaeva VV. [Analysis of southern cyclone]. *Trudy Gidromettsentra SSSR*. 1972;107:139–161. Russian.
18. Khokhlov VM. [Features of distribution of kinetic energy and moisture content in southern cyclones]. In: *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya: mezhvedomstvennyi nauchnyi sbornik Ukrainy. Vypusk 34* [Meteorology, climatology and hydrology: interdepartmental scientific collection of Ukraine. Issue 34]. Odessa: Odessa Hydrometeorological Institute; 1997. p. 13–20. Russian.
19. Lavrova AA, Glebova ES, Trosnikov IV, Kaznacheeva VD. [Modelling the evolution of a series of Mediterranean cyclones using a regional atmospheric model]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2010;6:5–15. Russian.
20. Lepeshko VM. *Yuzhnye tsiklony, usloviya ikh razvitiya i peremeshcheniya na territoriyu BSSR* [Southern cyclones, conditions of their development and movement to the territory of the BSSR]. Minsk: Belhydromet; 1983. 97 p. Russian.
21. Yubochnikova OI. [Precipitation in Belarus associated with the movement of cyclones from the south]. In: *Sbornik rabot Minskoj gidrometeorologicheskoi observatorii. Vypusk 4* [Collection of works of the Minsk Hydrometeorological Observatory. Issue 4]. Minsk: Izdatel'stvo Akademii nauk Belorusskoi SSR; 1962. p. 43–52. Russian.
22. Sumak K. Intensive prolonged rains in Belarus and Baltic States 22–24 August 2017 [Internet]. In: *Proceedings for the 2018 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference; 2018 September 17–21; Tallinn, Estonia*. [S. 1.]; [s. n.]; 2018 [cited 2019 February 1]. p. 1–4. Available from: [https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET\\_FILE&dDocName=PDF\\_CONF\\_2018\\_S4\\_SUMAK\\_P&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web](https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=PDF_CONF_2018_S4_SUMAK_P&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web).
23. Amel'chenko AV, Nikolaeva VI. [Precipitation in the BSSR associated with the movement of cyclones from the North-West and West]. In: *Sbornik rabot Minskoj gidrometeorologicheskoi observatorii. Vypusk 3* [Collection of works of the Minsk Hydrometeorological Observatory. Issue 3]. Minsk: Izdatel'stvo Akademii nauk Belorusskoi SSR; 1961. p. 158–166. Russian.

24. Loginov VF, Volchek AA, Shpoka IM. *Opasnye meteorologicheskie yavleniya na territorii Belarusi* [Dangerous meteorological phenomena on the territory of Belarus]. Minsk: Belaruskaja navuka; 2010. 129 p. Russian.
25. Loginov VF, Volchek AA, Valuev VE. *Atlas opasnykh meteorologicheskikh yavlenii na territorii Belarusi* [Atlas of dangerous meteorological phenomena on the territory of Belarus]. Moscow: Meshcherskii filial VNIIGiM imeni A. N. Kostyakova; 2016. 57 p. Russian.
26. Loginov VF, Brovka JA, Mikutskiy VS. Change of climate, extreme weather and climatic phenomena and their link with types of atmospheric circulation of Northern Hemisphere by B. L. Dzerdzeevskii. In: *Prirodopol'zovanie. Vypusk 24* [Nature management. Issue 24]. Minsk: Minsktiproekt; 2013. p. 5–10. Russian.
27. Sumak KM, Semenova IG. The features moving of cyclones over Belarus under current climate conditions. *Prirodnye resursy*. 2017;2:101–109. Russian.
28. *Environmental Protection and Nature Use. Hydrometeorology. Rules for the compilation of short term general-purpose weather forecasts, TKP 17.10-06-2008 (02120) (01.01.2009)*. Minsk: BelNITs «Ekologiya»; 2008. 30 p. Russian.
29. *Obzor klimaticheskikh osobennostei i opasnykh gidrometeorologicheskikh yavlenii na territorii Respubliki Belarus'* [Review of climatic features and dangerous hydrometeorological phenomena on the territory of the Republic of Belarus]. Minsk: Belhydromet; 1996–2016. Russian.
30. Polishchuk AI, Parashchuk LN. The characteristics of the weather conditions in Belarus due to the southern cyclone «Xavier» on 15 March 2013. *Ekologicheskii vestnik*. 2014;4:84–87. Russian.

Статья поступила в редколлегию 02.02.2019.  
Received by editorial board 02.02.2019.