

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES

УДК 631.459.3:551.4.042(476)
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2024-68-4-335-343>

Поступило в редакцию 23.05.2024
Received 23.05.2024

Е. А. Кухарик^{1,2}, И. С. Данилович^{1,3}, И. В. Костюченко³

¹*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

²*Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

³*Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь*

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕФЛЯЦИИ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ**

(Представлено академиком В. Ф. Логиновым)

Аннотация. На основании анализа данных метеорологических наблюдений охарактеризована частота, повторяемость проявления и условная интенсивность экстремальной дефляции на территории Беларуси. За период с 1961 по 2022 г. в стране зафиксировано 810 пыльных бурь и поземков, из них 238 – низкой интенсивности, 213 – средней и 359 – высокой. Выявлено изменение динамики дефляционного процесса по десятилетним периодам: с 1961 по 2000 г. повторяемость проявлений дефляции постепенно уменьшалась, а после 2000 г. число случаев пыльных бурь и поземков возросло, что обусловлено происходящими современными климатическими изменениями. Учет особенностей рельефа земной поверхности, состава и строения покровных отложений, условий хозяйственного освоения территорий позволил установить площадное дифференцирование развития дефляции в Беларуси и выделить таксоны с низкой (центральнобелорусские возвышенности и гряды, северные и восточные районы республики), средней (преимущественно центральные районы страны) и высокой (Белорусское Полесье, пониженные формы рельефа в пределах Гродненской, Волковысской и Слонимской возвышенностей с прилегающими к ним равнинами и низменностями) ее интенсивностью.

Ключевые слова: ветровая эрозия, дефляция, пыльная буря, пыльный поземок, экзогенная геодинамика, Беларусь

Для цитирования. Кухарик, Е. А. Климатические и антропогенные факторы изменения дефляции на территории Беларуси и характерные черты их проявления / Е. А. Кухарик, И. С. Данилович, И. В. Костюченко // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2024. – Т. 68, № 4. – С. 335–343. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2024-68-4-335-343>

Evgeniy A. Kukharik^{1,2}, Irina S. Danilovich^{1,3}, Irina V. Kostyuchenko³

¹*Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

³*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

**CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC DEFLATION CHANGE FACTORS IN THE TERRITORY
OF BELARUS AND THEIR REGIONAL FEATURES**

(Communicated by Academician Vladimir F. Loginov)

Abstract. The present study deals with the analysis of the frequency and recurrence of extreme deflation phenomena in the territory of Belarus. The deflation intensity was estimated using meteorological data. 810 cases of dust storms and drifting snow were recorded in the country in the period of 1961–2022, of which 238 had low intensity, 213 – medium intensity and 359 – high intensity. The deflation phenomenon dynamics was analyzed: in the period of 1961–2000 the number of cases decreased gradually, but after 2000 there was an increase in dust storms. The growth of deflation repeatability corresponds to ongoing current climate changes. The spatial zoning of the country by deflation intensity was conducted based on the relief, the composition and structure of cover deposits, and the conditions of economic development of the area. The zones are presented as follows: with low deflation intensity (central Belarusian hills and ridges, northern and eastern regions of the

country), medium (central regions of the country) and high (Belarusian Polesie, Grodno, Volkovysk and Slonim uplands with adjacent plains and lowlands).

Keywords: wind erosion, deflation, dust storm, dust drift, exogenetic geodynamics, Belarus

For citation. Kukharik E. A., Danilovich I. S., Kostyuchenko I. V. Climatic and anthropogenic deflation change factors in the territory of Belarus and their regional features. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2024, vol. 68, no. 4, pp. 335–343 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2024-68-4-335-343>

Введение. Дефляция в настоящее время является одним из наиболее активных экзогенных геологических процессов, проявляющихся на территории Беларуси. Развитие геологической деятельности ветра, обусловленное рядом факторов природного и техногенного характера, приводит к существенным негативным последствиям для окружающей среды и жизнедеятельности человека. Они заключаются, прежде всего, в ухудшении качества минеральных и органогенных почв, засыпании территорий населенных пунктов, русел рек, каналов, чаш водохранилищ продуктами эоловой денудации, загрязнением воздушного бассейна, снижением видимости и т. д. [1]. Это обусловило высокий интерес к рассматриваемой проблеме в странах ближнего и дальнего зарубежья [2–5] и постановку соответствующих научных исследований в Беларуси [6–9].

Анализ научных публикаций по теме настоящего исследования свидетельствует о значительном интересе специалистов к процессу дефляции и последствиям его проявления. Так, формы рельефа эолового генезиса, распространенные преимущественно в Белорусском Полесье, одним из первых охарактеризовал в своих работах академик П. А. Тутковский. В дальнейшем изучением процессов эолового седименто- и морфогенеза в разное время занимались В. В. Стецко, В. К. Лукашев, А. В. Матвеев, А. В. Грибко и др. Исследование дефляции как неблагоприятного процесса для ведения сельского хозяйства в Беларуси было начато в конце 1960-х и начале 1970-х годов. В этот период публикуются оригинальные работы академика С. Г. Скоропанова, С. Н. Адрианова, Ю. И. Кришталя, Л. С. Застенского, В. В. Жилко, Л. М. Ярошевича. Изучение проявлений ветровой эрозии на территории Беларуси было продолжено в дальнейшем А. Ф. Чернышом, Ю. И. Чижиковым, Н. Н. Цыбулько и др. В публикациях перечисленных авторов рассмотрены основные факторы активизации и механизм проявления дефляции в условиях Беларуси, описаны почвы разной степени дефлированности, разработаны приемы и методы защиты почвенного покрова от разрушения ветром. В настоящем сообщении представлены наиболее полные обобщающие материалы метеорологических наблюдений за пыльными бурями и поземками на территории Беларуси за период 1961–2022 гг. и представлены характерные черты их проявления.

Материалы и методы исследований. В современной геологической науке под дефляцией понимается разрушительная деятельность ветра, выражающаяся в развевании и выдувании рыхлого материала. Вместе с тем нужно иметь в виду, что понятие «дефляция» не является синонимом термина «ветровая эрозия», а выступает составной частью этого процесса, т. е. ветровая эрозия может проявляться в виде дефляции и корразии. В системе метеорологических наблюдений, выполняемых в Беларуси государственным учреждением «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (далее – Белгидромет Минприроды) для характеристики явлений, связанных с геологической деятельностью ветра, используются термины «пыльная буря» и «пыльный поземок». Под пыльной бурей понимается перенос больших количеств пыли или песка сильным ветром в приземном слое воздуха, при этом может наблюдаться подъем песка и частиц почвы в воздух и одновременно оседание пыли на большой территории. Видимость в атмосфере в этом случае значительно ухудшается¹. Пыльным поземком называется перенос пыли, частиц почвы и песка у поверхности земли до высоты не более 2 м. Учитывая приведенные выше определения, авторы понимают пыльную бурю и пыльный поземок как проявления дефляционного процесса.

¹ Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях = Правілы правядзення прыземных метеаралагічных назіранняў і работ на станцыях: ТКП 17.10-12-2009 (02120). – Введ. 01.04.09. – Минск, 2009. – С. 185.

Наблюдения за пыльными бурями и поземками проводятся визуально на метеорологических станциях Белгидромета Минприроды. Установление этих атмосферных явлений выполняется по внешним признакам в соответствии с перечнем и описанием, составленными на основании классификации, принятой Всемирной метеорологической организацией. Пыльные бури и поземки фиксируются на метеорологической станции и в пределах видимой окрестности. При наличии пыльной бури или пыльного поземка отмечают вид атмосферного явления, время начала и окончания, продолжительность и интенсивность явления. Интенсивность определяется визуально с учетом значений отдельных метеорологических величин (влажность воздуха, скорость ветра, видимость и др.).

В настоящем исследовании использованы данные о числе случаев, сроках и интенсивности пыльных бурь и пыльных поземков за период 1961–2022 гг. по 43 метеорологическим станциям, на основании которых рассчитаны:

суммарные показатели повторяемости проявлений дефляции (пыльных бурь и пыльных поземков) по каждой метеорологической станции;

максимальная продолжительность пыльных бурь и пыльных поземков по каждой метеорологической станции;

годовые суммы количества пыльных бурь и пыльных поземков по всем метеорологическим станциям, где они отмечались;

число проявлений дефляции за каждый месяц в разрезе отдельно взятых метеостанций.

Для анализа интенсивности пыльных бурь и пыльных поземков использованы результаты инструментальных измерений метеорологических элементов (температура и влажность воздуха, атмосферное давление, облачность, скорость ветра) в сутки, когда отмечались рассматриваемые явления. Во избежание субъективности в оценке распространения и масштаба дефляции, в настоящей работе определена интенсивность рассматриваемого геологического процесса в баллах. Методика определения интенсивности проявлений дефляции опирается на исследование [10], включает оценку продолжительности пыльных бурь и поземков и скорости ветра в сутки, когда зафиксировано явление. При этом учитывались новые данные о повторяемости пыльных бурь и поземков в условиях современных изменений климата, а также введены некоторые уточнения, касающиеся ранжирования проявлений дефляции по балльности с учетом полученных расчетных показателей.

В первую очередь, оценивалась продолжительность явлений: до 1 ч присваивался 1 балл, 1,1–3,0 ч – 2 балла, 3,1–5,0 ч – 3 балла, более 5,1 ч – 4 балла (D_{rate}). Средняя скорость ветра в день фиксации случая дефляции до 10 м/с оценивалась в 1 балл, 10,1–15,0 м/с – 2 балла, более 15 м/с – 3 балла (F_{rate}). Влияние максимальных порывов ветра учитывалось посредством введения поправок: до 15 м/с – 1,1, до 20 м/с – 1,2, до 25 м/с – 1,3, более 25 м/с – 1,4 (F_{gust_rate}). Общая интенсивность проявления дефляции в баллах для отдельно взятой метеорологической станции вычислялась по формуле

$$\text{Интенсивность дефляции} = D_{rate}(F_{rate} \cdot F_{gust_rate}) / N_{случаев}$$

Рассчитанное значение интенсивности дефляции по территории страны изменяется от 1,8 до 11,45 баллов.

По величине интенсивности все полученные показатели для метеорологических станций разделены на группы: 1,8–4,0 балла – проявления дефляции низкой, 4,1–6,0 балла – средней и выше 6,1 балла – высокой интенсивности. Основные показатели, характеризующие развитие дефляционного процесса по отдельным метеорологическим станциям приведены в таблице. Наряду с результатами обобщения метеорологических данных в таблице также помещена информация о генетическом типе и составе покровных отложений, распространенных в месте локализации конкретной метеостанции, учет которой важен при оценке региональных факторов активизации процесса дефляции.

Результаты и их обсуждение. На территории Беларуси пыльные бури и поземки имеют широкое распространение и отмечались хотя бы один раз на 43 метеорологических станциях, имеющих длительные ряды наблюдений за этим процессом. Общее число зафиксированных случаев

Основные характеристики проявлений дефляции на территории Беларуси за период 1961–2022 гг.

Main characteristics of deflation manifestations in Belarus for the period 1961–2022

Название метеостанции Station	Количество случаев проявления дефляции Deflation events number	Средняя продолжительность проявления, ч Deflation events mean duration, hours	Средняя скорость ветра, м/с Mean wind speed, m/s		Интенсивность дефляции, баллов Deflation intensity, score	Распределение случаев проявления дефляции по интенсивности Deflation events distributed by their intensity			Состав покровных отложений*, по [11] с уточнениями Cover sediments composition*, according to [11] with updates
			за сутки per day	порывы gusts		низкая low	средняя mean	высокая high	
Барановичи	2	1,25	3,95	10,0	2,75	1	1	–	СП
Березино	82	4,47	4,99	11,27	6,51	16	18	48	П
Бобруйск	36	2,72	4,74	12,39	4,82	13	12	11	П
Борисов	27	2,0	3,17	13,89	3,03	19	4	4	П
Брагин	18	3,28	5,41	13,0	5,9	5	3	10	П
Брест	25	3,98	5,77	15,08	7,17	5	4	16	П
Василевичи	50	3,9	4,26	14,28	5,33	15	15	20	П, СП
Вилейка	3	0,67	6,83	18,33	4,0	2	–	1	П
Волковыск	35	3,0	7,09	15,26	6,87	9	7	19	П, СП
Высокое	13	2,05	4,64	13,54	4,64	4	5	4	П
Гомель	37	2,28	4,87	14,54	4,62	14	12	11	П
Горки	7	0,23	4,4	13,14	1,8	7	–	–	СП
Городище	1	4,0	3,0	10,0	3,3	–	1	–	П
Гродно	9	2,9	7,99	16,22	6,59	2	–	7	СП
Докшицы	35	2,29	7,31	16,97	6,09	9	10	16	СП
Житковичи	45	3,22	5,33	12,18	5,43	12	19	14	П
Жлобин	14	3,07	5,25	16,29	5,28	3	7	4	СП
Ивацевичи	4	4,62	3,65	13,25	4,8	1	2	1	П
Кличев	7	0,33	4,43	10,57	1,93	6	1	–	П
Коссовская	4	5,6	7,7	19,25	11,45	1	–	3	П
Костюковичи	2	0,75	4,5	12,0	2,75	1	1	–	П, СП, Г
Лельчицы	116	3,3	6,11	12,5	6,07	31	27	58	П
Лепель	5	4,96	7,31	14,4	7,34	1	2	2	СП, П
Лида	1	5,0	4,8	10,0	8,8	–	–	1	СП, П
Лынтупы	33	4,75	3,34	13,27	4,51	5	21	7	П
Марьина Горка	1	0,2	6,5	25,0	2,6	1	–	–	П
Минск	7	0,96	4,91	14,14	3,5	5	1	1	П
Могилев	4	0,28	7,29	18,0	2,73	2	2	–	П
Мозырь	60	3,72	6,67	14,0	6,82	13	11	36	СП, П, СГ
Октябрь	6	3,78	6,4	16,67	8,43	1	–	5	СП, П
Ошмяны	2	0,75	2,95	10,5	2,2	2	–	–	П, СП
Пинск	16	2,79	7,34	16,94	5,67	7	3	6	П, СП
Полесская	28	4,05	6,39	16,5	7,67	3	7	18	П
Полоцк	1	1,0	2,0	7,0	2,2	1	–	–	П
Пружаны	3	3,03	7,25	19,0	7,87	1	–	2	П, СП
Славгород	9	2,02	5,96	16,56	5,07	4	2	3	СП
Славное	1	0,2	4,75	14,0	2,2	1	–	–	П
Слуцк	4	0,68	6,0	17,75	4,02	2	–	2	П
Столбцы	2	3,15	3,4	11,0	5,5	1	–	1	СП, П
Чечерск	2	0,75	8,5	20,0	5,4	–	1	1	П
Шарковщина	1	0,1	4,0	7,0	2,2	1	–	–	Г, СП
Щучин	52	3,69	6,09	12,35	6,91	11	14	27	П, СП

Примечание. *Состав покровных отложений: П – песок, СП – супесь, СГ – суглинок, Г – глина.

Note. *Composition of cover deposits: П – sand, СП – sandy loam, СГ – loam, Г – clay.

дефляции в стране за период с 1961 по 2022 г. составляет 810, из них 238 – низкой интенсивности, 213 – средней и 359 – высокой.

Повторяемость пыльных бурь и поземков во времени характеризуется наибольшим числом случаев в период 1961–1970 гг. Суммарное количество проявлений дефляции по всем метеостан-

циям составило 517 случаев (52 в год). В период с начала 1970-х годов по 2000 г. число зафиксированных пыльных бурь и поземков постепенно уменьшалось: в 1971–1980 гг. – 121 случай (12 проявлений дефляции в год); в 1981–1990 гг. – 65 (7 случаев в год); в 1991–2000 гг. – 17 (2 случая в год). С начала 2000-х годов пыльные бури и поземки наблюдаются практически ежегодно хотя бы на одной метеорологической станции страны, а их суммарное количество варьирует от 1–2 до 10 явлений в год.

Наибольшее число проявлений дефляции в Беларуси отмечается в теплый период года – с марта по октябрь. Общее количество пыльных бурь и поземков, суммированное по всем метеорологическим станциям, на которых они отмечались, возрастает в среднем от 20 до 190 событий в месяц с марта по май. В этот период земная поверхность преимущественно оголена и не закреплена растительным покровом и легко подвергается дефляции. Затем их число постепенно снижается до 20–25 явлений в октябре.

Показатели продолжительности и повторяемости пыльных бурь и поземков слабо коррелируют между собой. Наибольшее число случаев дефляции отмечено на юго-востоке страны. На метеостанциях Гомельской области число случаев дефляции составляет 50–116. Наименьшая повторяемость дефляции характерна для Могилевской области – до 10 случаев.

Станции со значительной продолжительностью пыльных бурь и поземков имеют более широкое распространение по территории страны. На отдельных пунктах наблюдений в Гомельской, Брестской, Гродненской, Минской и Витебской областях максимальная продолжительность явлений варьирует в пределах 9–21 ч. Количество станций с такой высокой продолжительностью составляет 50 % от их общего количества. На остальных станциях максимальная продолжительность проявлений дефляции варьирует от 0,1 до 7 ч.

Результаты расчета интенсивности дефляции с учетом повторяемости пыльных бурь и поземков на каждой метеорологической станции позволили построить схему распространения этого геологического процесса по территории Беларуси, а также выделить на основании анализа геолого-геоморфологических особенностей и условий хозяйственного освоения площади с вероятным проявлением дефляции низкой, средней и высокой интенсивности (рис. 1).

Факторы дефляции. Пространственное распределение повторяемости пыльных бурь и поземков тесно связано с несколькими факторами, в частности, с характером рельефа земной поверхности и составом покровных отложений, особенностями климата и хозяйственной деятельности человека.

Данные рис. 1 показывают, что площади с вероятным проявлением дефляции высокой интенсивности приурочены преимущественно к Полесскому региону. Кроме того, развитие дефляции высокой интенсивности характерно для пониженных форм рельефа в пределах Гродненской, Волковысской и Слонимской возвышенностей и прилегающих к ним равнин и низменностей на западе страны, а также Центральноберезинской и Верхнеберезинской равнин, Минской и Лукомской возвышенностей в центральной части Беларуси. Дефляция средней интенсивности проявляется преимущественно в центральных районах страны, низкой – в границах центрально-белорусских возвышенностей и гряд, северных и восточных районах республики.

Активное проявление дефляционного процесса в Белорусском Полесье объясняется широким развитием заболоченных аллювиальных, озерно-аллювиальных и водно-ледниковых равнин, сложенных преимущественно песками, в значительной степени преобразованных техногенным воздействием. Масштабные мелиоративные работы, проведенные на юге страны в 1960–1980 гг. обусловили формирование обширных осушенных пространств [1] и изменение уровня подземных вод. Интенсивное освоение осушенных земель привело к переосушению верхних горизонтов органогенных отложений и усилению минерализации торфа, что создало благоприятные условия для проявления дефляции (рис. 2). Развитие дефляционного процесса в западной и центральной частях Беларуси, охватывающих большие по площади участки ледникового рельефа припятского (сожского) возраста, объясняется значительной распаханностью территории и наличием осушенных пространств, что способствует снижению устойчивости покровных отложений к разрушительному воздействию ветра.

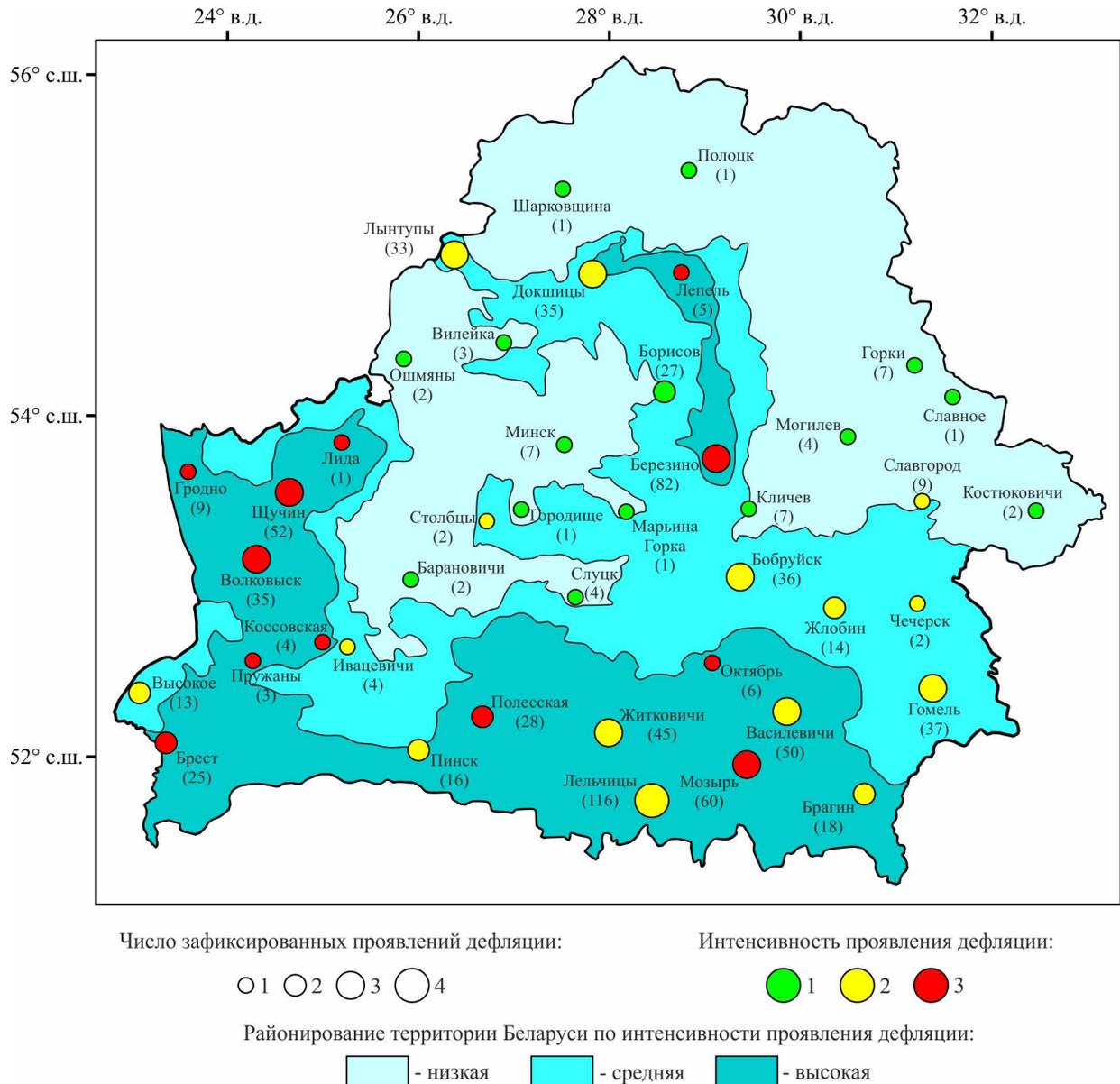


Рис. 1. Схема распространения процесса дефляции на территории Беларуси: число зафиксированных проявлений дефляции: 1 – до 10; 2 – 10–30; 3 – 30–90; интенсивность проявления дефляции: 1 – низкая; 2 – средняя; 3 – высокая

Fig. 1. Scheme of the spread of the deflation process on the territory of Belarus: number of recorded manifestations of deflation: 1 – up to 10; 2 – 10–30; 3 – 30–90; intensity of deflation: 1 – low; 2 – mean; 3 – high

Среди климатических факторов активизации дефляции важнейшими являются режим увлажнения и скорость ветра. В последние годы увеличилась частота и продолжительность засух, особенно в южной части страны [12]. Развитие процесса опустынивания территорий обуславливает увеличение уязвимости покровных отложений к ветровому воздействию. С 1970-х годов на территории страны фиксируется снижение средней и максимальной скорости ветра [13]. Уменьшение скорости составляет 0,04–0,40 м/с за десятилетие или 0,3–2,8 м/с за период 1948–2020 гг.

Ослабление ветрового режима наблюдается на протяжении всех месяцев года [14]. Наиболее интенсивно уменьшение характеристик ветра происходит на севере страны и составляет 0,6–1,2 м/с. Для центрального и южного регионов Беларуси снижение скорости ветра составило 0,6–0,9 м/с. Аналогичные тенденции характерны и для максимальной скорости ветра, снижение которой достигает 2,8–3,3 м/с.



Рис. 2. Развитие процесса дефляции на участке сельскохозяйственных земель в окрестностях г. Буда-Косшелево Гомельской области, апрель 2020 г.

Fig. 2. Development of the deflation process on a plot of agricultural land in the vicinity of Buda-Koshelevo, Gomel region, April 2020

Заклучение. По результатам выполненных исследований были сформулированы следующие выводы.

1. Анализ наиболее полных данных метеорологических наблюдений за пыльными бурями и поземками на территории Беларуси за период 1961–2022 гг. позволил выявить 810 случаев экстремальной дефляции. В зависимости от интенсивности процесса отмечено 238 проявлений дефляции низкой, 213 – средней и 359 – высокой интенсивности. Наибольшее число проявлений дефляции в Беларуси отмечается в теплый период года – с марта по октябрь. Их общее число, суммированное по всем метеорологическим станциям, возрастает в среднем от 20 до 190 событий в месяц с марта по май, с последующим постепенным снижением до 20–25 явлений в октябре.

2. Установлено, что дефляционный процесс имеет выраженную временную динамику в разрезе десятилетий: наибольшее количество его проявлений в стране наблюдалось в период 1961–1970 гг. – 517 случаев, или 52 в год. В последующие годы число пыльных бурь и поземков уменьшилось со 121 случая (12 проявлений в год) в 1971–1980 гг. до 17 (2 случая в год) в 1991–2000 гг., а начиная с 2000 г. дефляция наблюдается практически ежегодно хотя бы на одной метеорологической станции страны с частотой от 1–2 до 10 явлений в год.

Сокращение числа случаев проявлений дефляции на территории страны с 1970-х годов и до настоящего времени объясняется снижением скорости ветра, что свидетельствует о большей значимости таких факторов, как геолого-геоморфологические особенности территории страны, условия хозяйственного освоения земель и современные изменения климата.

3. Выявлена площадная дифференциация развития процесса дефляции на территории Беларуси. В зависимости от особенностей рельефа земной поверхности, строения и состава покровных отложений и характера хозяйственной деятельности человека были выделены таксоны с возможным проявлением дефляции низкой (центральнобелорусские возвышенности и гряды, северные и восточные районы республики), средней (преимущественно центральные районы страны) и высокой (Белорусское Полесье, отдельные районы Гродненской, Волковысской и Слонимской возвышенностей и прилегающих к ним равнин и низменностей) интенсивности.

Список использованных источников

1. Кухарик, Е. А. Современные геологические процессы на территории юго-западной Беларуси / Е. А. Кухарик. – Минск, 2024. – 156 с.
2. Эоловый морфогенез и современный климат Евразии (Ст. 1. Динамика атмосферы, блокирующие и эоловые процессы) / А. Н. Сажин [и др.] // Геоморфология. – 2012. – № 3. – С. 10–20. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2012-3-10-20>

3. Эоловый морфогенез и современный климат Евразии (Ст. 2. Катастрофические эоловые процессы, динамические различия эоловых процессов современной и ледниковой эпох) / А. Н. Сажин [и др.] // Геоморфология. – 2013. – № 2. – С. 3–14. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2013-2-3-14>
4. Романовская, А. Ю. Современные методы мониторинга ветровой эрозии почв / А. Ю. Романовская, И. Ю. Савин // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2020. – Вып. 104. – С. 110–157. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-104-110-157>
5. Indicators and benchmarks for wind erosion monitoring, assessment and management / N. P. Webb [et al.] // Ecological Indicators. – 2020. – Vol. 110. – Art. 105881. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105881>
6. Червань, А. Н. Методические подходы и практическое применение результатов оценки деградации земель/почв Беларуси / А. Н. Червань, Н. Н. Цыбулько, В. М. Яцухно // Изв. РАН. Сер. географ. – 2022. – Т. 86, № 1. – С. 55–68. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010058>
7. Черныш, А. Ф. Дефляция почв в Беларуси / А. Ф. Черныш, Ю. А. Чижиков // Природные ресурсы. – 2005. – № 3. – С. 38–50.
8. Черныш, А. Ф. Прогноз интенсивности выдувания почвы на землях Белорусского Полесья / А. Ф. Черныш, Н. А. Лихацевич // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1 (50). – С. 80–89.
9. Генетические особенности, типизация и распространение дефляционно-опасных почв на сельскохозяйственных землях Беларуси / Н. Н. Цыбулько [и др.] // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. – 2023. – № 3. – С. 78–87.
10. Чижиков, Ю. А. Особенности проявления пыльных бурь на территории Беларуси / Ю. А. Чижиков, Г. Г. Камлюк // Литасфера. – 1997. – № 6. – С. 92–100.
11. Геологическая карта четвертичных отложений Белорусской ССР [Карты] / М-во геологии СССР, Управление геологии БССР; гл. ред. Г. И. Горещкий. – 1 : 500 000, 5 км в 1 см. – Минск, 1983. – 4 л.
12. Данилович, И. С. Повторяемость засух на территории Беларуси в связи с атмосферной циркуляцией в Атлантико-Европейском секторе / И. С. Данилович, Ю. А. Гледко, И. В. Тарасевич // Метеорология и гидрология. – 2023. – № 9. – С. 61–71. <https://doi.org/10.52002/0130-2906-2023-9-61-71>
13. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск, 2020. – 217 с.
14. Данилович, И. С. Трансформация ветрового режима на территории Беларуси в условиях изменяющегося климата / И. С. Данилович, И. В. Костюченко // География. – 2023. – № 2. – С. 8–16.

References

1. Kukharik E. A. *Modern geological processes on the territory of southwestern Belarus*. Minsk, 2024. 156 p. (in Russian).
2. Sazhin A. N., Vasil'ev Yu. I., Chichagov V. P., Larionov G. A. Eolian morphogenesis and recent climate of Eurasia (Paper 1. Atmosphere dynamics, blocking and eolian processes). *Geomorfologiya*, 2012, no. 3, pp. 10–20 (in Russian). <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2012-3-10-20>
3. Sazhin A. N., Vasil'ev Yu. I., Chichagov V. P., Larionov G. A. Eolian morphogenesis and recent climate of Eurasia (Paper 2. Disastrous eolian processes, dynamic differences of eolian processes in recent and glacial epochs). *Geomorfologiya*, 2013, no. 2, pp. 3–14 (in Russian). <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2013-2-3-14>
4. Romanovskaya A. Yu., Savin I. Yu. Modern techniques for monitoring wind soil erosion. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva = Dokuchaev Soil Bulletin*, 2020, vol. 104, pp. 110–157 (in Russian). <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-104-110-157>
5. Webb N. P., Kachergis E., Miller S. W., McCord S. E., Bestelmeyer B. T., Brown J. R., Chappell A., Edwards B. L., Herrick J. E., Karl J. W., Leys J. F., Metz L. J., Smarik S., Tatarko J., Van Zee J. W., Zwicke G. Indicators and benchmarks for wind erosion monitoring, assessment and management. *Ecological Indicators*, 2020, vol. 110, art. 105881. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105881>
6. Chervan A. N., Tsybulka M. M., Yatsuhno V. M. Methodological approaches and practical application of the results of land/soil degradation assessment in Belarus. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 2022, vol. 86, no. 1, pp. 55–68 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2587556622010058>
7. Chernysh A. F., Chizhikov Y. A. Soil deflation in Belarus. *Prirodnye Resursy = Natural Resources*, 2005, vol. 3, pp. 38–50 (in Russian).
8. Chernysh A. F., Lihatshevich N. A. The forecast of soil blowing intensity soils of Belarusian Polesye. *Pochvovedenie i agrokhimiya = Soil Science and Agrochemistry*, 2013, no. 1 (50), pp. 80–89 (in Russian).
9. Tsybulka M. M., Tsyribka V. B., Alexeichik E. V., Zhukova I. I. Genetic features, typification and deflation risk soils on agricultural lands of Belarus. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya = Journal of the Belarusian State University. Ecology*, 2023, no. 3, pp. 78–87 (in Russian).
10. Chizhikov Y. A., Kamlyuk G. G. Peculiarities of the dust storms occurrence in Belarus. *Litasfera = Lithosphere*, 1997, vol. 6, pp. 92–100 (in Russian).
11. Goretiskii G. I., ed. *Geological map of Quaternary deposits of the Belarussian SSR*. Minsk, 1983. 4 p. (in Russian).
12. Danilovich I. S., Gledko Yu. A., Tarasevich I. V. Drought frequency in Belarus in connection with atmospheric circulation in the Euro-Atlantic sector. *Meteorologiya i Gidrologiya*, 2023, vol. 9, pp. 61–71 (in Russian). <https://doi.org/10.52002/0130-2906-2023-9-61-71>

13. Loginov V. F., Lysenko S. A., Melnik, V. I. *Climate change in Belarus: causes, consequences, possibilities of regulation*. Minsk, 2020. 264 p. (in Russian).

14. Danilovich I. S., Kostyuchenko I. V. Transformation of the wind regime across the territory of Belarus caused by climate change. *Geografiya = Geography*, 2023, no. 2, pp. 8–16 (in Russian).

Информация об авторах

Кухарик Евгений Александрович – канд. геол.-минер. наук, доцент, заведующий лабораторией. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, Минск, Республика Беларусь). E-mail: shzhk@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0468-5281.

Данилович Ирина Сергеевна – канд. геогр. наук, доцент, вед. науч. сотрудник. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, Минск, Республика Беларусь). E-mail: irinadanilovich@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-6792-7279.

Костюченко Ирина Вадимовна – аспирант. Белорусский государственный университет (пр. Независимости, 4, 220050, Минск, Республика Беларусь). E-mail: dilaila-m@mail.ru.

Information about the authors

Kukharik Evgeniy A. – Ph. D. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Head of the Laboratory. Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoryna Str., 220076, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: shzhk@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0468-5281.

Danilovich Irina S. – Ph. D. (Geography), Associate Professor, Leading Researcher. Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoryna Str., 220076, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irina-danilovich@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-6792-7279.

Kostyuchenko Irina V. – Postgraduate Student. Belarusian State University (4, Nezavisimosti Ave., 220050, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dilaila-m@mail.ru.