

УДК 551.515.3+519.256

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЯВЛЕНИЯ ПЫЛЬНАЯ БУРЯ В ГОРОДЕ ТАШКЕНТ ЗА 1981-2021 ГОДЫ**Б.Э. НИШОНОВ^{1*}, Л.Ю. ШАРДАКОВА¹, А.Р. АХМЕДОВА², Н.И. РАХМАТОВА¹**

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bnishonov@mail.ru, natella.rakhmatova@gmail.com, lyudmila.shardakova@gmail.com

² Агенство гидрометеорологической службы, a-b-r@bk.ru

Аннотация: Проблемы, связанные с запыленностью атмосферного воздуха, являются актуальными для жителей города Ташкент. В статье на основании данных наземных наблюдений за период 1981-2021 гг. проанализированы статистические характеристики пыльных бурь, зафиксированных на метеостанции Ташкент-Обсерватория. Выявлены статистические характеристики и особенности временного распределения пыльных бурь для исследуемого периода: за 1981-2021 гг. в г. Ташкент зарегистрировано 125 дня с пыльными бурями, из них в 1981-1990 гг. - 53 дня, в 1991-2000 гг. - 16 дней, в 2001-2010 гг. - 19 дней, в 2011-2020 гг. - 16 дней, в 2021 году - 5 дней; в последние 30 лет суммарное число дней с пыльными бурями по десятилетним периодам снизилось более чем в 2 раза по сравнению с 1981-1990 гг.; преобладают пыльные бури длительностью не более одного часа; пыльные бури чаще всего возникают при ветрах западного направления со скоростью 2-5 м/с.

Ключевые слова: пыльные бури, базы данных, повторяемость, годовой ход, число дней с пыльными бурями, суточный ход, продолжительность, город Ташкент.

Введение. Загрязнение воздуха является серьезной экологической проблемой и относится к одному из самых значительных рисков для здоровья жителей г. Ташкент. Качество жизнедеятельного слоя воздуха зависит не только от выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения, но и от рассеяния естественной пыли, которое определяется многими природными факторами, в том числе процессами трансформации пылевого материала над пустынями и его переносом пыльными бурями и поземками.

Под пыльной бурей (ПБ) принято понимать перенос сильным ветром больших количеств пыли и песка в пограничном слое атмосферы, приводящий к значительному ухудшению видимости. Следует отличать пыльную бурю от явления пыльной мглы. Пыльная мгла — это атмосферное явление, которое характеризуется повышением мутности воздуха, связанным с большим содержанием в нем твердых аэрозолей, как правило, частиц пыли или песка. Видимость при пыльной мгле может снижаться до 1 км и менее, однако скорости ветра намного ниже, чем при пыльной буре. Часто это явление наблюдается как следствие пыльной бури, но иногда может служить ее предвестником.

В данной статье рассматриваются только события пыльных бурь. Это явление типично для территории Узбекистана, но в Ташкентской области и городе Ташкент наблюдается не слишком часто, так как здесь мало незакрепленной подстилающей поверхности и преобладают не местные, а адвективные пыльные бури.

Из литературных источников известно, что в период 1951-1955 гг. [Романов, 1960] суммарное число дней с пыльными бурями $n_{1951-1955}$ составляло 34 дня, среднее число дней за год $n_{ср/год} - 7$, максимальное $n_{max/год} - 11$, $n_{min/год} - 2$. В 1960-1979 гг. максимум активности наблюдался в 1967 г., когда было отмечено 15 дней с пыльными бурями [Айзенштат, 1982], $n_{ср/год}$ равнялось 6,7 дней [Леухина и др., 1996], самая длительная и интенсивная пыльная буря наблюдалась 10 сентября 1971 года [Джорджио др., 1973; Чанышева, Смирнова, 2011]. В 1980-е годы

* Ответственный автор: bnishonov@mail.ru, тел.: +998 99 197-03-95

$n_{cp/год}$ составило 6 дней [Чанышева, Смирнова, 2011]. В вышеуказанных работах приводятся общие характеристики пыльных бурь, однако детального описания явления и его особенностей в последние годы не проводилось. Данная статья позволит восполнить этот пробел.

Цель данной работы - анализ динамики пыльных бурь, наблюдаемых на метеорологической станции Ташкент-Обсерватория за 1981-2021 гг.

Объектом исследования являются пыльные бури на территории г. Ташкент, **предметом исследования** – динамика основных характеристик пыльных бурь.

Исходные данные и методы исследования.

В работе использованы данные наземных наблюдений метеорологической станции Ташкент-Обсерватория за период 1981-2021 гг. Для оценки современного состояния явления «пыльные бури» на территории Узбекистана в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (НИГМИ) разработана специализированная база данных (БД). [Шардакова и др., 2023]. Информационной основой БД являются метеорологические таблицы «ТМ-1», в которых содержатся результаты срочных наблюдений на метеостанциях Узгидромета. Структура основной таблицы БД включает время начала и окончания ПБ, характеристику интенсивности явления и дополнительную метеорологическую информацию для каждого события – показатели скорости и направления ветра, облачности, видимости.

Методом исследования является статистический анализ основных характеристик – числа дней с ПБ, длительности явлений, скорости и направления ветра.

Основные результаты и их обсуждение. Анализ данных по десятилетиям показывает снижение частоты появления пыльных бурь. В последние 30 лет суммарное число дней с ПБ ($n_{за\ период}$), сократилось более чем в 2 раза по сравнению с предыдущими периодами (рис. 1), среднее число дней за год ($n_{cp/год}$) – более чем в 2,5 раза. Так за 1981-1990 гг. в Ташкенте было зарегистрировано 53 дня с пыльными бурями, а в 1991-2000 гг. – 16 дней, в 2001-2010 гг. – 19 дней, в 2011-2020 гг. - 16 дней, в 2021 году – 5 дней.

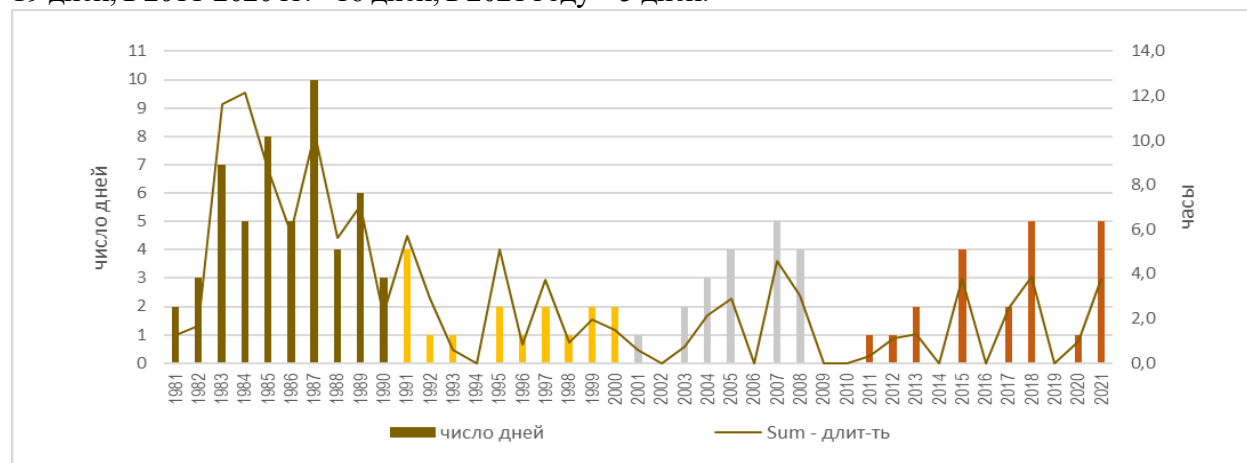


рис. 1. динамика суммарного числа дней и длительности ПБ по годам за период 1981-2021 гг. в г. Ташкент

Fig. 1. Dynamics of the total number of days and duration of DS by year for the period 1981-2021 in Tashkent city

В табл. 1 приведены показатели числа дней с ПБ и характеристики длительности явления для рассматриваемых периодов.

Максимальное количество дней с ПБ за год ($n_{max/год}$ – 10 дней) было зафиксировано в 1987 г., в последующие десятилетия оно не превышало 5 дней/год.

В двух последних десятилетиях возросло количество лет, в течение которых явление ПБ в Ташкенте не наблюдалось: в период 2001-2010 гг. отмечено таких 4 года (2002, 2006, 2009, 2010 гг.); в 2011-2020 гг. – 3 года (2014, 2016, 2019 гг.)

Таблица 1

Основные характеристики числа дней с пыльной бурей и длительности явления в г. Ташкент

Table 1

Main characteristics of the number of days with a dust storm and the phenomenon duration in Tashkent city

	1981-1990 гг.	1991-2000 гг.	2001-2010 гг.	2011-2020 гг.	2021 г.
<i>Суммарное число дней</i>					
$n_{\text{за период}}$	52	16	19	16	5
$n_{\text{ср/год}}$	5,3	1,6	1,9	1,6	-
$n_{\text{мах/год}}$	10 1987 г.	4 1991 г.	5 2007 г.	5 2018 г.	-
$n_{\text{мин}}$	2 1981 г.	1 1994 г.	н/я 2002, 2006, 2009, 2010 гг.	н/я 2014, 2016, 2019 гг.	
<i>Общая длительность ПБ (часы)</i>					
$t_{\text{за период}}$	69,4	23,2	14,2	13,8	3,8
$t_{\text{ср/год}}$	6,9	2,3	1,4	2,0	-
$t_{\text{мах/год}}$	12,3 1984 г.	5,7 1991 г.	4,6 2007 г.	3,9 2018 г.	1,5

Примечание: н/я – явление не наблюдалось.

Note: n/o – the phenomenon wasn't observed.

Годовой ход. Анализ годового хода повторяемости числа дней с пыльными бурями (в процентном отношении) выявил, что каждый десятилетний период имеет свои особенности (табл. 2). В 1981-1990 годах максимум отмечался в июне-июле (47% от общего числа бурь), на сентябрь-октябрь приходилось 26%. В период 1991-2000 гг. более 60% событий наблюдалось с мая по июль, в 2001-2010 гг. основная активность бурь зарегистрирована в весенние месяцы – в марте-апреле (42%) и в июле – 32%. В 2011-2020 гг. на июнь и август пришлось 43% явлений, на сентябрь-октябрь 29%, апрель-май – 19%. В 2021 г. 40% случаев наблюдались в мае месяце и 40% в октябре-ноябре.

Таблица 2

Годовой ход повторяемости числа дней с пыльными бурями в г. Ташкент (%)

Table 2

Annual course of days frequency with dust storms in Tashkent city (%)

Период, годы	месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981-1990	2	2		8	9	28	19	6	13	13		
1991-2000					25	19	19		19	6	13	
2001-2010			16	26	5	5	32	5	5	5		
2011-2020				13	6	31		19	13	19	5	
2021					40	20				20	20	

Таким образом, в 1981-1990 гг. на летний сезон приходилось 53% всех событий. В последующие десятилетия наблюдается усиление внутригодовой активности весной и

осенью (табл. 2), доля летних бурь составила 38-43%. Наиболее заметный сдвиг активности событий на весенние месяцы (47%) произошел в 2001-2010 гг.

Продолжительность пыльных бурь. Важной характеристикой явления является продолжительность пыльных бурь. Суммарная длительность пыльных бурь за 40 лет составила 120,6 часа. Ее динамика по декадам также показывает тенденцию снижения (табл. 1). Общее время с ПБ по десятилетним рядам наблюдений ($t_{за\ период}$) сократилось с 69,4 час. до 23,3-13,8 час., средняя суммарная длительность явления за год ($t_{ср/год}$) – с 6,9 час. до 2,3-1,4 час.

Максимальная общая продолжительность ($t_{max/год}$) пришлась на 1984 г. Следует отметить, что в декаду 1981-1990 гг. максимальные значения общей продолжительности и количества дней с пыльными бурями наблюдались в разные годы, в остальные десятилетия на годы с максимальным количеством дней приходится максимальная длительность явления.

В процессе исследования выяснилось, что в г. Ташкент не наблюдалось бурь длительностью (Δt) более 5 часов, поэтому был проведен анализ повторяемости бурь различной продолжительности с разбивкой по пяти градациям длительности: 1) менее 0,5 час., 2) от 0,5 час. до 1 час., 3) от 1 час. до 2 час., 4) от 2 час. до 3 час., 5) более 3 часов.

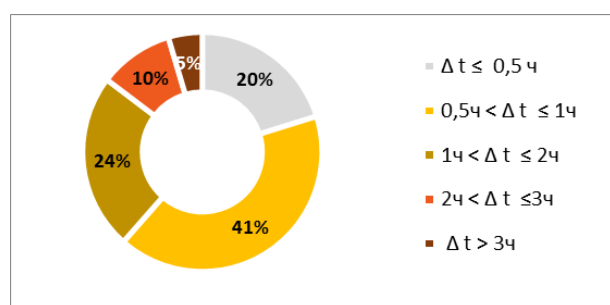


Рис. 2. Доля ПБ различной продолжительности в г. Ташкент за период 1981-2021 гг.

Fig. 2 DS share of various durations in Tashkent city for the period 1981-2021

Короткие бури, которые длятся менее одного часа, составляют 61%, около четверти событий приходится на бури длительностью 1-2 часа (24%), на 2 и более часов - 15% (рис. 2). Сравнительный анализ годового хода с учетом градаций длительности ПБ позволил сделать следующие выводы: для каждого периода активность бурь имеет свои характерные особенности, как в траектории годового хода, так и проявлении активности, которую можно оценивать продолжительностью событий. Во всех периодах прослеживается двух вершинный годовой ход суммарной месячной длительности, и наблюдается различия в повторяемости по градациям длительности (рис. 3).

Для 1981-1990 гг. доля бурь с $\Delta t \leq 1$ ч равна 57%, с $1 < \Delta t \leq 2$ ч – 24%, с $2 < \Delta t \leq 3$ ч – 9% и с $\Delta t > 3$ ч – 9%. Суммарная месячная длительность имеет два максимума в июне-июле (17,6-16,5 час.) и сентябре (11,4 час.). Самая продолжительная буря наблюдалась 29 июля 1985 г. Она возникла в 16 часов 30 минут (ташкентское время) и длилась 5 часов. В этот период были зафиксированы 5 случаев бурь продолжительностью 3 часа и более, и них три бури – в 1984 году.

В 1991-2000 годах на бури с $\Delta t \leq 1$ ч приходится 38%, с $1 < \Delta t \leq 2$ ч – 31%, с $2 < \Delta t \leq 3$ ч – 31%. ПБ длительностью более 3 часа не наблюдались. Суммарная месячная продолжительность имеет два максимума в мае (5,5 час.) и октябре (5,6 час.). Максимальное время Δt_{max} – 2ч. 55 мин. у бури, которая прошла 3 октября 1992 г. В эту декаду 5 самых длительных бурь имели продолжительность в пределах 2-3 час.

Для 2001-2010 гг. бури с $\Delta t \leq 1$ ч составляют 79%, с $1 < \Delta t \leq 2$ ч – 21%, ПБ длительностью более 2 часа не наблюдались. Суммарная месячная длительность имеет два максимума в апреле (3,7 час.) и июле (4,6 час.). Максимальное время бури Δt_{max} – 1ч. 20 мин. зафиксировано 18 апреля 2004 г. Самые продолжительные бури (4 случая) длились 1-2 час.

В период 2011-2020 гг. на часть бурь с $\Delta t \leq 1$ ч приходится 75%, с $1ч < \Delta t \leq 2$ ч – 19%, с $2ч < \Delta t \leq 3$ ч – 6%. ПБ длительностью более 3 часов не наблюдались. Суммарная месячная длительность имеет один выраженный максимум в июне (3,5 ч.). Наибольшая длительность Δt_{max} – 2ч. 15мин. отмечена 5 июля 2015г. Самые продолжительные бури (3 случая) наблюдались в течении 1,5-2,3 час.

В 2021 году зарегистрировано 5 случаев пыльных бурь, самая продолжительная из них была 30 июня 2021г. и длилась 1,5 часа. Резонансное пылевое событие 4 ноября 2021 г., которое явилось следствием сильной пыльной бури регионального масштаба в г. Ташкент наблюдалось как «пыльная буря» в течение 40 минут, в дальнейшем регистрировалось как многодневная пыльно-песчаная мгла, и детально исследовано и описано в работе [Nishonov et al., 2023].

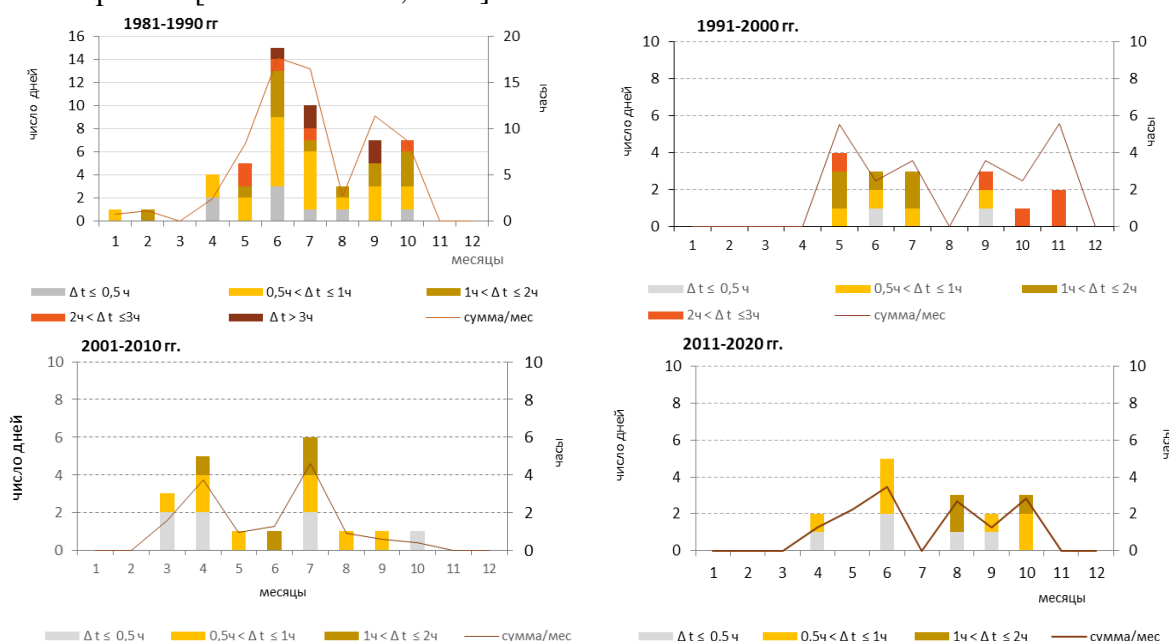


Рис. 3. Годовой ход повторяемости и продолжительности пыльных бурь по временным градациям в г. Ташкент

Fig. 3. Annual course of dust storms frequency and duration by time gradations in Tashkent city

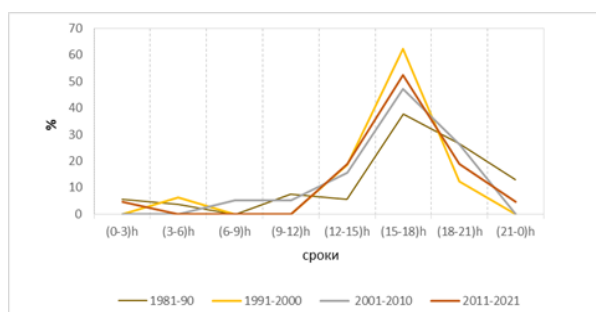


Рис. 4. Суточный ход пыльных бурь по декадам в г. Ташкент

Fig. 4. Diurnal cycle of dust storms by decades in Tashkent city

Суточный ход. Для определения суточного хода проведен анализ многолетних данных о начале возникновения ПБ. В результате было установлено (рис. 4), что в последние 30 лет преобладающее число случаев начала бурь (порядка 90%) приходится на вторую половину дня (12-21 ч.), время суток, когда активно развиваются конвективные процессы. В 1981-1990 годы на этот временной промежуток приходилось 70%, 20% событий наблюдались до полудня, 8% – в 9-12 ч. и 13% – в 21-0 ч.). Все рассматриваемые десятилетние периоды имеют явно выраженный максимум на сроке 15-18 часов по ташкентскому времени. Суточный ход не зависит от времени года.

Ветровой режим. Так как непосредственно во время пыльной бури наблюдения за скоростью и направлением ветра, как правило не ведутся, то о ветре при пыльных бурях можно судить по данным за сроки ближайšie к пыльной буре. Проведённый анализ повторяемости направления ветра (рис. 5) показал:

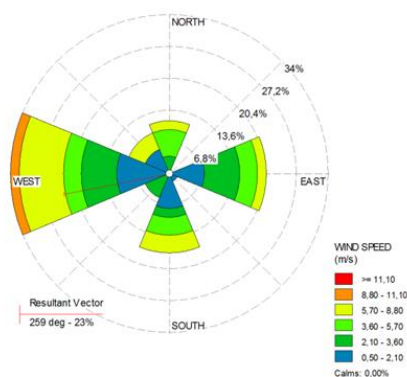
– для 1981-1990 гг. максимальное количество случаев (34 %) зафиксировано при западных ветрах в диапазоне $247-292^\circ$, 21% – при восточных ветрах ($69-112^\circ$), 16% – при ветрах южного направления ($157-202^\circ$), в 22% случаев скорости ветра достигали 5-11 м/с;

– для 1991-2000 гг. преобладающие направления ветра (59%) находятся в диапазоне $247-292^\circ$ (западные ветры), 18% составляют северные ветры ($337-22^\circ$), 12% – ветры северо-западного направления ($292-337^\circ$), в 29,4% случаев наблюдались скорости ветра в пределах 3,6-8,8 м/с;

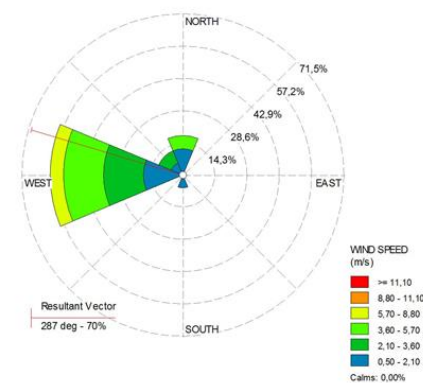
– для 2001-2010 гг. наибольшее количество случаев (42%) зафиксировано в секторе $247-292^\circ$ (при западном ветре), 25% при северо-западных и юго-западных ветрах, скорости ветра в диапазоне 3,6-5,7 м/с составили 21%;

– для 2011-2020 гг. при западном ветре ($247-292^\circ$) наблюдалось 34% случаев, на долю юго-западных и северо-западных ветров приходится порядка 45%, при скорости ветра 5-9 м/с возникают 18,2 % случаев ПБ, при скорости 3,6-5,7 м/с - 31%.

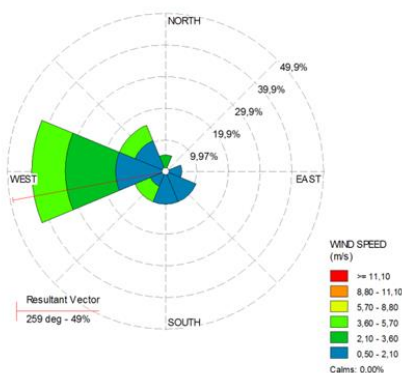
1981-1990 гг.



1991-2000 гг.



2001-2010 гг.



2011-2020 гг.

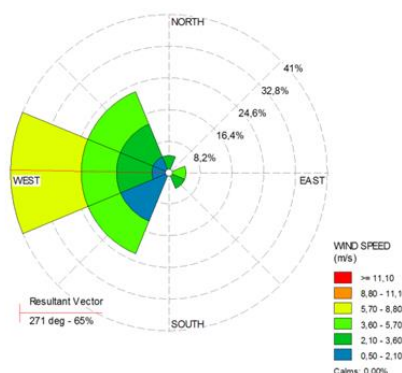


Рис. 5. Повторяемость направлений ветра при пыльных бурях в г. Ташкент

Fig. 5. Repeatability of wind directions during dust storms in Tashkent city

Анализ повторяемости показывает, что во все рассматриваемые периоды при пыльных бурях преобладающими являются ветра западного направления, в последние 10 лет имеют место северо-западные и юго-западные ветры.

Выводы. Анализ данных наземных наблюдений ПБ за период 1981-2021 гг. в г. Ташкент позволил выявить следующие особенности:

– в последние 30 лет суммарное число дней с ПБ (*n*_{за период}) сократилось более чем в 2 раза по сравнению с предыдущими периодами, по всей видимости это связано с изменением синоптических процессов;

– наиболее спокойным оказался период 2001-2010 гг., в течение которого на протяжении 4 лет (2002, 2006, 2009, 2010 гг.) явление ПБ в Ташкенте не наблюдалось;

– в последние 20 лет преобладают бури длительностью не более одного часа;

– пыльные бури чаще всего возникают при западных ветрах со скоростью 2-5 м/с.

Из вышесказанного следует:

– в дальнейшем целесообразно рассмотреть особенности синоптических процессов, при которых возникали ПБ за исследуемые периоды;

– проблема запылённости воздуха в городе является актуальной, для обсуждения необходимо исследовать взаимосвязь пыльных бурь и явления пыльной мглы, которое часто является следствием ПБ и как показывают события ноября 2021 года, оказывает длительное негативное воздействие на качество атмосферного воздуха и здоровье людей.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках прикладного проекта АЛ-5721122055 “Разработка технологии системы мониторинга пыльных бурь с использованием наземных и спутниковых данных”, финансируемого Агентством инновационного развития Республики Узбекистан.

Вклад авторов. **Б.Э. Нишонов:** обоснование актуальности исследований, постановка задачи, общее руководство, редактирование текста. **Л.Ю. Шардакова:** методология, анализ, написание текста, производство расчетов. **А.Р.Ахмедова:** сбор данных, обработка данных. **Н.И. Рахматова:** анализ, обработка данных, систематизация материала. Все авторы прочитали и согласны с подготовленной к публикации версией рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Джорджио В.А., Бабенко З.Е., Романов Н.Н. Выдающаяся пыльная буря в Средней Азии 10 сентября 1971 г. // Труды САНИГМИ. – Вып. 5 (86). – 1973. - С. 124-129.

Климат Ташкента. Под ред. Б.А.Айзенштата. – Л.: Гидрометеоздат – 1982. – 200 с.

Леухина Г.Н., Ляпина О.А., Веремеева Т.Л. Климат Узбекистана. Ташкент: САНИГМИ. – 1996. – 72 с.

Романов Н.Н. Пыльные бури в Средней Азии. – Ташкент: Изд-во СамГУ. – 1960. – 198 с.

Шардакова Л.Ю., Ахмедова А., Рахматова Н.И., Нишонов Б.Э. Пространственно-временной анализ пыльных бурь в Приаралье за 2010-2021 годы // Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. – 2022. – №4. – С. 90-99.

Чаньшиева С.Г., Смирнова Е.И. Климатическое описание Ташкентского вилоята. – Ташкент: НИГМИ. – 2011. – 162 с.

Nishonov B.E., Kholmatjanov B.M., Labzovskii L.D., Rakhmatova N., Shardakova L., Abdulakhatov E.I., Yarashev D.U., Toderich K.N., Khujanazarov T., Belikov D.A. Study of the strongest dust storm occurred in Uzbekistan in November 2021 // Sci. Rep. **13**. 2023. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-42256-1> <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42256-1>.

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДА 1981-2021 ЙИЛЛАРДАГИ ЧАНГ БЎРОНИ
ҲОДИСАСИНИНГ СТАТИСТИК ТАҲЛИЛИ****Б.Э. НИШОНОВ¹, Л.Ю. ШАРДАКОВА¹, А.Р. АХМЕДОВА², Н.И. РАХМАТОВА¹**

¹Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, bnishonov@mail.ru,
natella.rakhmatova@gmail.com, lyudmila.shardakova@gmail.com

²Гидрометеорология хизмати агентлиги, a-b-r@bk.ru

Аннотация: *Атмосфера ҳавосини чанг билан ифлосланиши билан боғлиқ муаммолар Тошкент шаҳри аҳолиси учун долзарб ҳисобланади. Мақолада 1981-2021 йиллардаги ер юзасидаги кузатишлар асосида Тошкент-Обсерватория метеорология станциясида қайд этилган чанг бўронларининг статистик кўрсаткичлари таҳлил қилинган. Тадқиқот даври учун чанг бўронларининг вақт давомида тақсимланишининг статистик кўрсаткичлари ва хусусиятлари аниқланган: 1981-2021 йилларда Тошкент шаҳрида чанг бўронли 125 кун, шундан 1981-1990 йй. да 53 кун, 1991-2000 йй. да 16 кун, 2001-2010 йй. да 19 кун, 2011-2020 йй. да 16 кун, 2021 йй. да 5 кун қайд этилган; сўнги 30 йилда ўнйилликлар бўйича чанг бўронли кунлар сони 1981-1990 йй. даги ўнйилликка нисбатан 2 мартадан ортиққа камайган; давомийлиги бир соатгача бўлган чанг бўронлари энг кўп содир бўлган; чанг бўронлари тезлиги 2-5 м/с бўлган ғарбий шамолларда энг кўп пайдо бўлган.*

Калит сўзлар: *чанг бўронлари, маълумотлар базаси, такрорланувчанлик, йил ичида ўзгаришлар, чанг бўронли кунлар сони, сутка ичида ўзгаришлар, давомийлик, Тошкент шаҳри.*

**STATISTICAL ANALYSIS OF DUST STORM PHENOMENA IN
TASHKENT CITY FOR 1981-2021****B.E. NISHONOV¹, L.YU. SHARDAKOVA¹, A.R. AKHMEDOVA², N.I. RAKHMATOVA¹**

¹Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@mail.ru, natella.rakhmatova@gmail.com,
lyudmila.shardakova@gmail.com

²Agency of Hydrometeorological Service, a-b-r@bk.ru

Abstract: *Problems associated with dust in the atmospheric air are relevant for residents of Tashkent city. In the article, the dust storms statistical characteristics recorded at the Tashkent-Observatory meteorological station were analyzed based on a number of ground-based observations for the period 1981-2021. Statistical characteristics and features of the temporal distribution of dust storms for the study period were revealed: 125 days with dust storms were registered in Tashkent for 1981-2021, from which 53 days in 1981-1990, 16 days in 1991-2000, 19 days in 2001-2010, 16 days in 2011-2020 and 5 days in 2021; in the last 30 years, the total number of days with dust storms for ten-year periods has decreased by more than 2 times compared to 1981-1990; dust storms lasting no more than one hour prevail; dust storms most often occur in western winds at a speed of 2-5 m/s.*

Keywords: *dust storms, databases, frequency, annual cycle, number of days with dust storms, daily cycle, duration, Tashkent city.*

REFERENCES

Giorgio V.A., Babenko Z.E., Romanov N.N. Vidayushayasya pilnaya burya v Sredney Azii 10 sentyabrya 1971 g. [An outstanding dust storm in Central Asia on September 10, 1971] // Trudi SARNIGMI. - Vip. 5 (86). - 1973. - S. 124-129. (in Russian)

Klimat Tashkenta [Climate of Tashkent]. Pod red. B.A. Aizenshtata. L.: Gidrometeoizdat. -1982. – 200 s. (in Russian)

Leukhina G.N., Lyapina O.A., Veremeeva T.L. Klimat Uzbekistana [Climate of Uzbekistan]. Tashkent: SANIGMI -1996. – 72 s. (in Russian)