

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ЮГО-ЗАПАДЕ БЕЛАРУСИ ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ БРЕСТ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

¹УО «Брестский государственный технический университет»,
г. Брест, Республика Беларусь,

²УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
Volchak@tyt.by
Lyubimaya_Alenka@mail.ru

В работе проанализированы изменения направления и средней скорости ветра по данным метеостанции Бреста. Выполнено сравнение стандартных статистических параметров ветрового режима за 30 летний период (1986–2015 гг.) с результатами обобщений за более ранний период (1954–1965 гг.).

Ветровой режим является одним из важнейших факторов формирующим климат. Он обусловлен общей циркуляцией атмосферы над континентом Евразии и над Атлантикой, определяется наличием стационарных барических центров: исландского минимума в течение всего года, сибирского максимума зимой и азорского – летом [8]. Вся территория Беларуси, на протяжении года расположена севернее полосы высокого атмосферного давления – оси Воейкова. Зимой к северу от этой оси в большинстве случаев дуют юго-западные и западные ветры, а летом – северо-западные и западные [6]. Поэтому изменение ветрового режима влечет за собой значительные климатические изменения.

Целью данной работы является анализ изменений направления и средней скорости ветра по метеостанции Брест в современных условиях.

Исходными данными для анализа ветрового режима послужили материалы инструментальных наблюдений за скоростью ветра с 1951 по 2015 год (65 лет) по метеостанции Брест. Метеостанция расположена в северной части города на высоте 142 м. В 2000 году построен 5-ти этажный дом в 180 м к востоку от метеостанции и подросли деревья к югу и юго-западу от метеостанции, что увеличило закрытость горизонта по этим направлениям. Измерение ветра на метеостанции осуществляется по стандартной методике.

Скорость ветра зависит от величины барического градиента, который в свою очередь определяется господствующими синоптическими процессами [2]. Классическим периодом для усреднения климатических характеристик, согласно определению Всемирной метеорологической организации, является период в 30 лет [1]. Для того, чтобы учесть факторы смены ветроизмерительных приборов, застройки населенного пункта и роста или вырубки деревьев вблизи метеорологической станции следует использовать более длительный ряд наблюдений за скоростью ветра [2].

На рисунке 1 представлен хронологический ход среднегодовой скорости ветра по метеостанции Брест, который характеризуется устойчивой тенденцией к снижению скорости ветра с градиентов $\alpha = -0,18$ м/с в 10 лет, при этом тренд характеризуется коэффициентом корреляции $r = 0,84$. Одной из причин уменьшения скорости ветра является рост интенсивности Северо-Атлантического колебания и увеличение

повторяемости глубоких барических образований, проходящих через территорию Европы [4]. Среднегодовые скорости ветра от года к году за последние 30 лет различаются не более чем на 0,5 м/с.

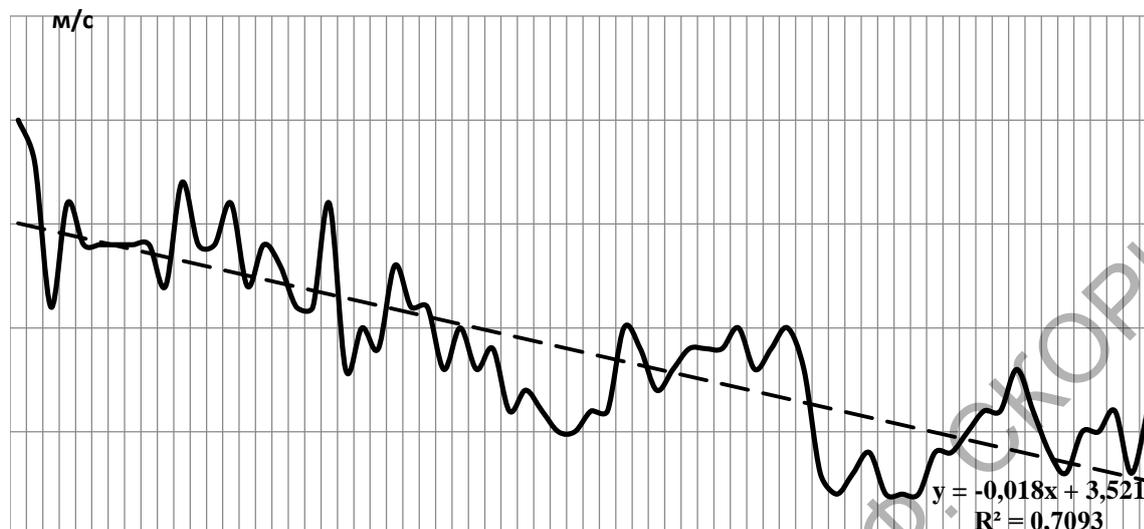


Рисунок 1 – Хронологический ход среднегодовой скорости ветра по метеостанции Бресте (сплошная линия) и тренд (пунктирная линия), м/с

В связи с особенностями циркуляции атмосферы и под влиянием местных условий в период 1985–2015 гг. в течение года преобладают ветра юго-западной четверти (48,7%). Для этих направлений характерны наибольшие средние скорости ветра: для западного направления средняя многолетняя скорость ветра составляет 3,1 м/с, а для северо-западного – 2,9 м/с. Сравнение данных по направлению ветра за 2 периода (1951–1965 гг. и 1985–2015 гг.) показало, что в период с 1985 г. увеличилась доля южных ветров (рисунок 2). Повторяемость других направлений ветра существенно не изменилась. Наименьшие изменения характерны для ветров западных и северных направлений. Увеличение доли южных ветров связано с резким увеличением числа дней с меридиональной южной циркуляцией атмосферы в 1981–1997 гг. [3].

В зимний период четко выражено преобладание западных и юго-западных ветров, которые составляют 42%. Такие данные соответствуют ветровому режиму характерному для территории всей Беларуси, когда более высокое давление устанавливается на юге и юго-востоке республики, понижаясь к северу и северо-западу [2].

В летний период так же преобладают западные ветра, но юго-западное направление сменяется северо-западным (рисунок 3). Наименьшую повторяемость в летний период имеют ветры с восточной составляющей.

В переходные периоды (весна и осень) сложнее выделить преобладающее направление ветра, т. к. они становятся более равновероятными. Весной можно отметить увеличение доли восточных ветров, а осенью увеличивается доля ветров южной четверти, при сохранении значительной доли западных ветров.

Современные стандартные статистические параметры ветрового режима определены за 30 летний период (1986–2015 гг.). Кроме того, выполнено их сравнение с представленными в климатическом справочнике результатами обобщений за более ранний период 1954–1965 гг. (таблица 1). Данные о средней скорости ветра получены осреднением за 10 минут, это позволяет характеризовать установившийся ветровой поток.

В рассматриваемые периоды и 1985–2015 гг. наблюдается статистически значимое снижение среднемесячных скоростей ветра, при сохранении четкого годового хода скорости ветра.

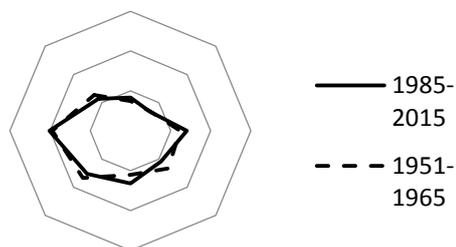


Рисунок 2 – Среднегодовая повторяемость направлений ветра по метеостанции Брест

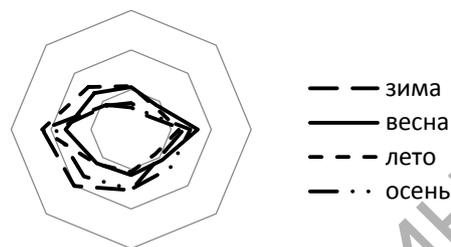


Рисунок 3 – Повторяемость направлений ветра по метеостанции Брест в различные сезоны

Рассмотрим величину среднего квадратического отклонения, которая характеризует межгодовую изменчивость скоростей ветра [5]. На ряду с общим уменьшением скорости ветра, можно отметить уменьшение среднего квадратического отклонения (σ). В период 1986 – 2015 гг. $\sigma = \pm 0,07$ м/с, а в 1956 – 1985 гг. $\sigma = \pm 0,11$ м/с. В годовом ходе максимальные значения σ достигаются в январе месяце и составляют 0,4 м/с. Среднее квадратическое отклонение максимальных скоростей больше и составляет 5,3 м/с. Для оценки максимального контраста межгодовой изменчивости скорости ветра рассчитана амплитуда колебаний (A). По метеостанции Брест в период 1951 – 1965 гг. годовое $A=3,4$ м/с, а в период 1986 – 2015 гг. годовое $A=2,9$ м/с. Максимальное месячное значение A за последние 30 лет отмечается в декабре и январе (2,2 м/с), а минимальное значение (1,3 м/с) в мае, августе, сентябре и ноябре.

Таблица 1 – Скорости ветра для различных периодов осреднения

Месяц	Период 1951–1965 гг.		Период 1986–2015 гг.		Критерий Стьюдента
	Средняя скорость ветра	Среднее квадратическое отклонение	Средняя скорость ветра	Среднее квадратическое отклонение	
Январь	4,0	0,46	3,0	0,38	4,69
Февраль	3,9	0,35	2,9	0,18	5,64
Март	3,9	0,48	2,9	0,14	5,16
Апрель	3,4	0,34	2,6	0,16	4,92
Май	3,1	0,14	2,4	0,13	6,14
Июнь	3,0	0,10	2,3	0,10	6,59
Июль	2,9	0,05	2,3	0,10	7,68
Август	2,9	0,19	2,1	0,13	5,57
Сентябрь	2,9	0,15	2,3	0,10	5,47
Октябрь	3,0	0,25	2,5	0,14	3,37
Ноябрь	3,8	0,18	2,8	0,14	7,90
Декабрь	3,7	0,50	2,9	0,21	4,09
Год	3,4	0,11	2,6	0,07	12,30

Примечание. – $t_{кр} = 1,68...1,73$.

Используя t -критерий установлено, что наблюдается статистически значимое снижение среднегодовой скорости ветра (таблица 1). На фоне общего снижения скорости ветра в период 1981–1994 гг. выделяется незначительное увеличение среднегодовой скорости ветра, что может быть связано со стремительным ростом в этот период продолжительности выходов южных циклонов [3]. В ходе исследования установлено, что во все сезоны года произошло статистически значимое снижение скорости ветра, наибольшие изменения характерны для зимних и весенних месяцев.

Наибольшие скорости ветра наблюдаются в холодный период (ноябрь – март), а наименьшая скорость ветра характерна для августа месяца (рисунок 4). Такой ход скорости ветра связан с циклонической деятельностью, которая усиливается в осенне-зимний период, а в конце лета глубина и повторяемость циклонических образований уменьшается [2].

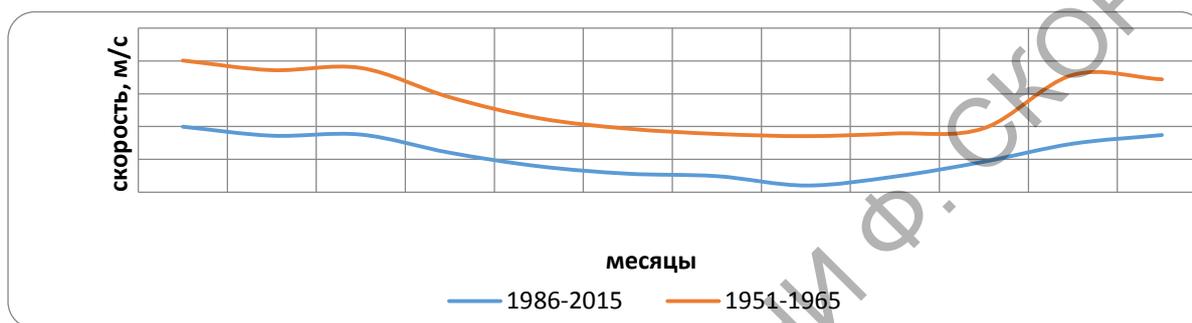


Рисунок 4 – Внутригодовой ход среднемесячной скорости ветра по метеостанции Бресте для различных периодов осреднения

Для более полной характеристики ветрового режима рассмотрена повторяемость различных значений скорости ветра (рисунок 5).

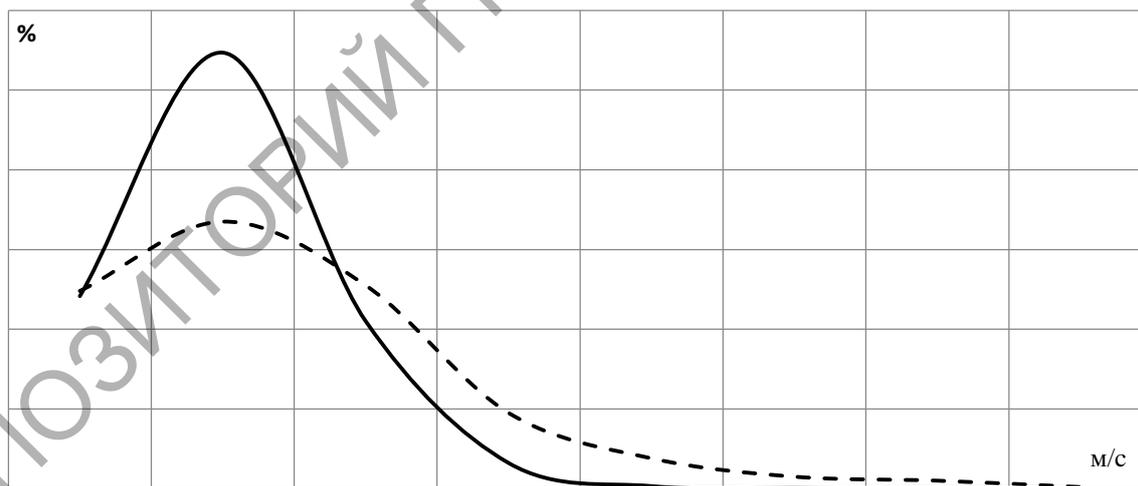


Рисунок 5 – Распределение скорости ветра по градациям скоростей по метеостанции Брест

Для изучаемой территории доля штилевых условий и тихих ветров в анализируемые периоды не изменилась и составляет около 23 %. Наиболее характерными являются слабые ветры (2–5 м/с), доля которых значительно возросла с 59 % в период

1951–1965 гг. до 76 % в последние 30 лет. Доля умеренных ветров (6–9 м/с) незначительно снизилась и в настоящее время составляет около 4 %. Доля сильных ветров (более 10 м/с) составляет сотые доли процента. С 1975 г. на метеостанции г. Бреста не зафиксированы скорости ветра более 15 м/с, хотя в период с 1949 по 1965 гг. такие ветры фиксировались в среднем 2–3 раза в год. Максимальные скорости ветра наиболее характерны для холодного периода, летом такие скорости могут быть связаны с возникновением предгрозовых шквалов [2]. Средняя максимальная скорость ветра в г. Бресте составляет 20,2 м/с. Максимальная, за 30 летний период, скорость ветра 27 м/с зафиксирована 30 ноября 1988 г.

Совместный анализ среднегодовой скорости ветра и количества случаев штиля показывает достаточно тесную обратную связь между этими показателями ($r = -0,8$). Число штилей увеличивается при уменьшении среднегодовой скорости ветра. Анализ полученных данных показывает, что с уменьшением скорости ветра возникает большая неустойчивость ветрового режима. При сопоставлении двух рассматриваемых периодов снижение устойчивости произошло во все месяцы. В настоящее время наибольшая устойчивость отмечается в январе (12,8 %), наименьшей устойчивостью характеризуются июнь и июль (4,3 %).

В работе рассчитаны и проанализированы основные характеристики ветрового режима г. Бреста. Выполнено сравнение характеристик ветра за два периода наблюдений. Были получены следующие выводы для района г. Бреста:

1. Сравнение двух периодов показало, что преобладающие направление ветра не изменилось и осталось западным и юго-западным, хотя при этом участились южные ветры.
2. За весь период наблюдений установлено статистически значимое уменьшение среднегодовой и среднемесячных скоростей ветра.
3. В годном ходе скорость ветра не претерпела изменений: максимальные скорости отмечаются в холодный период, а минимальные – в августе.
4. Отмечено увеличение доли слабых ветров и штилей и уменьшение доли сильных ветров.

Список литературы

- 1 Изменения климата: последствия, смягчение, адаптация : учеб.-метод. комплекс / М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 424 с.
- 2 Климат Беларуси / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
- 3 Кононова, Н.К. Особенности циркуляции атмосферы северного полушария в конце XX – начале XXI века и их отражение в климате / Н.К. Кононова // Сложные системы, 2014. – № 2 (11). – С. 11–35.
- 4 Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
- 5 Переведенцев, Ю.П. Особенности ветрового режима в Приволжском федеральном округе в последние десятилетия / Ю.П. Переведенцев, Т.Р. Аухадеев // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. – 2014. – вып. 2. – С. 112–121.
- 6 Проблемы Полесья : сб. науч. ст. / Академия наук БССР, Научный совет АН БССР по проблемам Полесья ; редкол.: С.Х. Будыка (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд-во «Наука и техника», 1972. – 354 с.
- 7 Справочник по климату СССР : Белорусская ССР : Метеорологические данные за отдельные годы : Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. I. : Направление ветра. – 1975. – 593 с.
- 8 Справочник по климату СССР; отв. ред. Н.А. Малишевская. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1966. – Ч. III. – вып. 7. – 1966. – 156 с.

A.A. VOLCHAK, A.V. HRACHANIK

***ASSESSMENT OF CHANGE OF THE WIND MODE IN THE SOUTHWEST OF
BELARUS ACCORDING TO A METEOROLOGICAL STATION BREST
IN MODERN CONDITIONS***

In work changes of the direction and average speed of wind according to a meteorological station of Brest are analysed. Comparison of standard statistical parameters of the wind mode for the 30th summer period (1986 – 2015) with results of generalizations for earlier period (1954–1965) is executed.