

УДК 551.553

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕОДНОРОДНОСТИ СКОРОСТИ ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

И. В. Костюченко¹⁾ И. С. Данилович^{1, 2)}

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030,
г. Минск, Беларусь, dilaila-m@mail.ru;

²⁾Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины, 10, 220076,
г. Минск, Беларусь, irina-danilovich@yandex.ru

В статье рассматривается неоднородность рядов метеорологических данных и вызванная этим проблема диагностики климатических изменений на территории Беларуси. Показаны причины, приводящие к неоднородности данных наблюдений. Проанализированы ряды данных метеорологических наблюдений за средней скоростью ветра на территории Беларуси.

Ключевые слова: неоднородность рядов; средняя скорость ветра; перенос площадки; закрытость метеоплощадки; флюгер; анеморумбометр; Беларусь.

POSSIBLE CAUSES OF WIND SPEED HETEROGENEITY ACROSS THE TERRITORY OF BELARUS

I. V. Kostyuchenko¹⁾, I. S. Danilovich^{1, 2)}

¹⁾Belarusian State University, Independence Ave., 4, 220030, Minsk, Belarus, dilaila-m@mail.ru, ²⁾Institute of Environmental Management of the National Academy of Sciences of Belarus, st. F. Skorina, 10, 220076, Minsk, Belarus, irina-danilovich@yandex.ru

The article examines the heterogeneity of meteorological data series and the resulting problem of diagnosing climate change on the territory of Belarus. The reasons leading to the heterogeneity of observational data are described. Data series of meteorological observations on average wind speed on the territory of Belarus are analyzed.

Keywords: heterogeneity of time-series; average wind speed; closed weather site; weather vane; anemorumbometer; Belarus.

В последние десятилетия возрастают требования к данным гидрометеорологических наблюдений. Основными из них являются длительность ряда наблюдений, непрерывность наблюдений, а также однородность временных рядов.

Ряд метеорологических наблюдений считается однородным, если его характеристики изменяются от одного периода лет к другому в соответствии с реальными изменениями макропроцессов, оказывающих влияние

на погоду и климат данного района [1]. Нарушение однородности метеорологических рядов может возникать по нескольким причинам: вследствие переноса метеорологической площадки; изменения характера окружающей местности (вырубка леса, застройка или снос строений); изменение типов приборов, их установок или методики наблюдений.

Согласно [2], при подготовке климатологических рядов нужно подвергать их проверке в случае, имеющих причин возможных нарушений. При изменении величины в последующие годы на соответствующих графиках предполагают наличие методической неоднородности ряда.

В ходе исследования анализировались ряды данных среднегодовой скорости ветра 35 метеорологических станций сети Белгидромет Минприроды. Для анализа влияния переноса метеорологических площадок использовались сведения, приведенные в [3]. За период своего существования площадки 20 метеорологических станций претерпевали перенос на расстояние от 20 м до 20 км. Площадки метеостанций Полоцк и Витебск переносились 2 раза, а площадка метеостанции Гродно — 3 раза. В ходе анализа было выявлено 7 станций, на которых перенос площадки мог оказать влияние на данные. На рисунке 1 приведены примеры графиков средней годовой скорости ветра за период с 1950 г. по 2011 гг. на метеостанциях Шарковщина, Ганцевичи, Березино и Пинск.

Площадка метеостанции Шарковщина не переносилась и приведена для сравнения. На данном графике хорошо видно постепенное снижение среднегодовой скорости ветра, начиная с 70-х гг., что является характерной особенностью ветрового режима территории Беларуси.

Площадка метеостанции Ганцевичи была перенесена 1 раз на 20 м к юго-востоку от прежнего положения. Ее высота над уровнем моря не изменилась. Но в момент переноса площадки были спилены деревья, располагавшиеся в 20 м с юга и северо-востока от площадки, что привело к увеличению открытости. Этим можно объяснить отсутствие ярко выраженного снижения исследуемой характеристики ветра.

Площадка метеостанции Березино переносилась 1 раз (в 1987 г.) на 1,3 км к юго-юго-востоку от прежнего местоположения. На рисунке 1 хорошо виден скачок средней скорости ветра после переноса площадки. При этом сохраняется общая тенденция к уменьшению характеристики. Похожая ситуация сложилась в Пинске. Площадка была перенесена на 6,5 км к юго-западу. Данный перенос на графике хорошо виден, хотя общая тенденция к уменьшению средней скорости ветра не нарушена.

Оценка защищенности метеорологических площадок проводится во время инспекции при осмотре окружения площадки. Определяются элементы защищенности (деревья, здания, холмы), их высота, расстояние между метеорологической площадкой и элементом. Закрытость горизонта

определяется из центра метеоплощадки по румбам в соответствии с классификацией по В. Ю. Милевскому [4]. Защищенной считается площадка, которая окружена препятствиями, расположенными на расстояниях, меньших, чем 10-кратная их высота. Открытой считается площадка, рядом с которой препятствия расположены дальше, чем 20-кратная их высота. Полузащищенными называются площадки, расположение которых нельзя отнести ни к защищенным, ни к открытым.

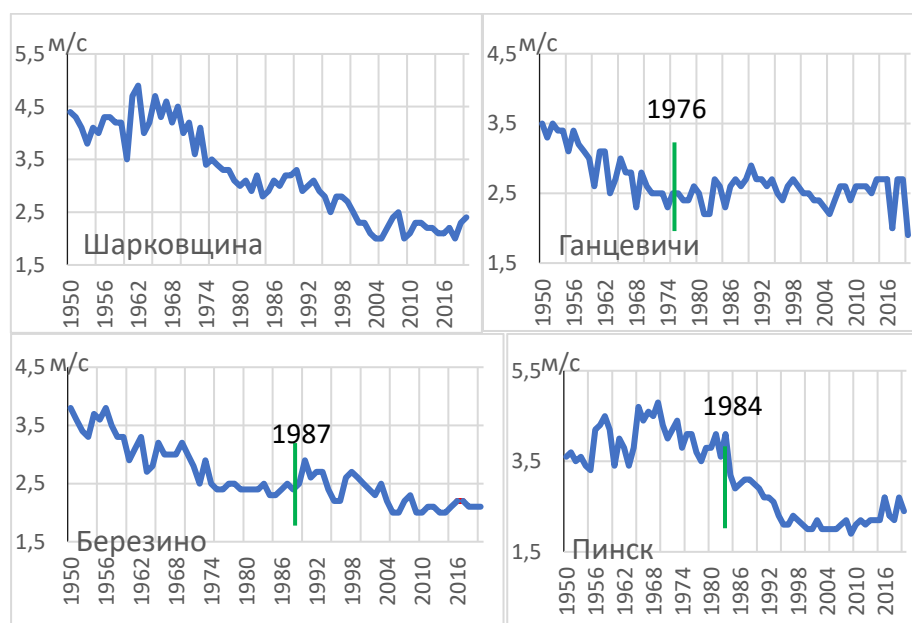


Рис. 1. Графики средней годовой скорости ветра за период с 1950 по 2020 гг. на метеостанциях Шарковщина, Ганцевичи, Березино и Пинск. Линией зеленого цвета указан год переноса метеорологической площадки

Из 35 исследуемых станций 5 имеют большую степень закрытости: Минск, Борисов, Березино, Воложин и Витебск. На метеостанции Минск с западного и северо-западного направлений площадка находится среди элементов защищенности выше флюгера, по остальным румбам — среди элементов защищенности ниже флюгера. На метеостанции Борисов по 5 из 8 румбов располагаются элементы защищенности ниже флюгера. Еще на 15 метеостанциях присутствуют отдельные элементы защищенности ниже флюгера по большинству румбов. Только площадки метеостанций Могилев, Славгород и Полесская не имеют элементов защищенности по всем 8 румбам.

Для оценки однородности рядов данных проанализированы типы приборов, используемых на метеостанциях Беларуси и время их установок. В период с 1965 по 1978 гг. проходила первая волна замены приборов на всей гидрометеорологической сети Беларуси. Флюгеры с тяжелой и легкой доской были заменены на анеморумбометры М-63 или М-63М.

Вторая волна замены ветровых приборов приходится на период с 2007 по 2022 гг. Ставятся датчики скорости ветра WAA 151 и направления ветра WAV 151, которые входят в состав АМИИС Vaisala, а также анеморумбометрами «Пеленг СФ-03».



Рис. 2. Графики средней годовой скорости ветра за период с 1950 г. по 2020 г. на метеостанциях Борисов, Житковичи, Лынтупы, Шарковщина. Линиями красного цвета отмечены года смены основного прибора для наблюдений за ветром

Анализ графиков средней годовой скорости ветра по станциям позволяет сделать вывод, что показатели скорости ветра, измеренные по разным приборам, несколько различаются между собой. Различия прослеживаются лучше во время первой волны замены приборов. Было выявлено 11 метеорологических станций из 35 проанализированных, на которых замена приборов могла повлиять на показатели ветрового режима. В качестве примеров таких станций приведены Борисов и Житковичи. Для сравнения также приведены графики средней годовой скорости ветра на станциях Шарковщина и Лынтупы, где такое влияние отсутствует, либо минимально.

Это объясняется тем, что период осреднения у флюгера и анемометра неодинаков: у флюгера двухминутное осреднение, у анемометра — десятиминутное. Кроме того, как показано в [5], при больших скоростях ветра показания, измеренные флюгером, систематически завышаются из-за нелинейности его шкалы. По этой причине для расчета максимальных скоростей ветра в данные о скорости, измеренные флюгером, начиная с

10 м/с, вводится поправочный коэффициент. Но средняя скорость ветра может быть рассчитана без введения поправок, если составляет менее 7 м/с.

Анализ влияния смены приборов на показания скорости осложняется тем, что обе волны замены датчиков приходятся на начало периода изменения климата и ветровых характеристик. Как показано в [7], помимо периода снижения среднегодовой скорости ветра, в последнее десятилетие начался обратный процесс. 5 станций уже имеют положительные величины трендов за период 2000-2021 гг. и еще на 3 станциях изменения близки к нулевой тенденции. Максимальный положительный тренд составляет $\sim 1,2$ м/с/22 года на метеостанции Горки. Однако при сопоставлении графиков можно легко заметить, что ветровые характеристики стали уменьшаться раньше, чем произошла смена прибора наблюдения за ветром. Аналогичная ситуация наблюдается в последнее десятилетие: рост характеристик начинается раньше, чем произошло переоснащение станций.

В исследовании проанализированы ряды метеорологических наблюдений за ветром путем сопоставления данных одной и той же станции по годам за период в 70 лет (с 1950 по 2020 гг.). Выявлено, что каждая из трех причин возникновения неоднородности рядов могла оказать влияние на данные в той или иной степени. При рассмотрении этих факторов в совокупности, было выделено 4 метеорологические станции, на которых это влияние зафиксировано в большей степени: Минск, Березино, Витебск, Воложин, и которые будут исключены из последующих исследований.

Библиографические ссылки

1. *Кобышева Н. В., Наровлянский Г. Я.* Климатологическая обработка метеорологической информации. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 295 с.
2. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами. /Под ред. Н. В. Кобышевой. С-Пб., 2008. с. 235.
3. Справочник по климату Беларуси. История и физико-географическое описание гидрометеорологических станций. Мн., 2003. 77 с.
4. *Милевский В. Ю.* Методика исследования скоростных роз и скоростных роз-диаграмм ветра / Труды ГГО имени А. И. Воейкова, выпуск 113. Л., 1960. С. 57-70.
5. *Млявая Г. В.* Пространственно-временная характеристика ветрового режима на территории Республики Молдова / Диссертационная работа на соискание ученой степени доктора геонаучных наук, Кишинэу, 2016.
6. *Костюченко И. В., Данилович И. С.* Оценка трендов скорости ветра на территории Беларуси на современном этапе // Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры общего землеведения и гидрометеорологии Белорусского государственного университета, Минск, 11-13 октября 2023 г. С. 494-498.