

Шершун Л.
магістрантка II курсу
спеціальності 106 Географія
Науковий керівник – доц. Таранова Н. Б.

ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ ВІТРУ В МІСТІ НАДВІРНА ЗА ПЕРІОД З 2005-2020 РОКИ

Актуальність дослідження зумовлена тим, що науковий інтерес до вивчення тенденцій формування в майбутньому вітрового режиму та його екстремальних значень, а також використання вітроенергетичних можливостей замість традиційних і вже вичерпних, визначає пріоритетність вивчення основних параметрів вітру.

Зміни параметру вітру вивчали Барабаш М. Б., Логвінов К. Т., Бабіченко В. М., Дячук В. А. [2-4]. За даними їхніх наукових досліджень починаючи з 70-х років ХХ ст. в Україні спостерігається тенденція до зниження швидкості вітру. Тому виникла необхідність провести діагностичну оцінку параметрів вітру (зміна швидкості та напрямків) для міста Надвірна за період з 2005-2020 роки.

Мета цього дослідження полягає в аналізі та оцінці змін параметрів вітру в місті Надвірна за період з 2005-2020 роки.

Як відомо, повітря лише зрідка знаходиться в стані спокою. Звичайно воно переміщується як у горизонтальному, так і вертикальному напрямках. Рух повітря в горизонтальному напрямку називають вітром. Причина виникнення вітру – нерівномірний розподіл тиску повітря на поверхні землі, зумовлений нерівномірним розподілом температури повітря.

Вітер характеризується напрямком руху повітря і його швидкістю. Важливою характеристикою вітрового режиму є швидкість вітру, яка визначається баричним градієнтом та умовами циркуляції атмосфери.

Вітровий режим є невід'ємним елементом метеорологічної та кліматичної системи будь-якої території (акваторії). Для даного дослідження було використано дані спостережень у точці розрахунку прогнозу погоди в Надвірній (48°38' пн. ш. та 24° 34' с. д.; абсолютна висота 425 м) за період з 2005 по 2020 рр. Спостереження за вітром на даному метеомайданчику проводяться у восьми синхронних термінах спостереження: 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 і 21:00 за Гринвічем. Наприклад, час для спостережень 12:00 відповідає інтервалу з 11:50 до 12:00 год [6].

До переліку характеристик вітру, що вимірюються на метеостанції, відносяться: середня швидкість вітру в строк спостережень, середній напрямок вітру в строк спостережень, максимальна швидкість вітру

(максимальний порив) в строк спостережень, максимальна швидкість вітру між строками спостережень (максимальний порив вітру за 3 години).

Середня швидкість вітру визначається як середнє арифметичне результатів вимірювання швидкості вітру через рівні проміжки часу протягом досліджуваного періоду:

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

де, \bar{V} швидкість вітру в інтервалі вимірювання i ; n – кількість інтервалів вимірювань.

Показник швидкості вітру – це вихідна інформація при аналізі руху атмосферних фронтів та інших видів динаміки в атмосфері, а також для оцінки вітроенергетичних ресурсів території.

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 1., що в січні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру становило 2,5 м/с, максимальне – 3,9 м/с, а мінімальне – 1,5 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в січні було зафіксовано 16 м/с (11.01.2015), а мінімальне значення 7 м/с (17.01.2010), а середнє значення становило 11 м/с.

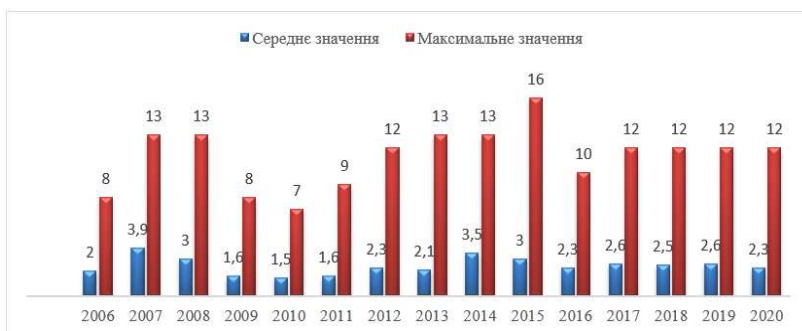


Рис. 1. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в січні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Якщо детально проаналізувати рис. 2., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в січні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 19,0 м/с, максимальне – 23 м/с, а мінімальне становить – 15 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру, то в січні воно становив 24 м/с (11.01.2015), а мінімальне значення 15 м/с (04.01.2009), а середнє значення становило 19 м/с.

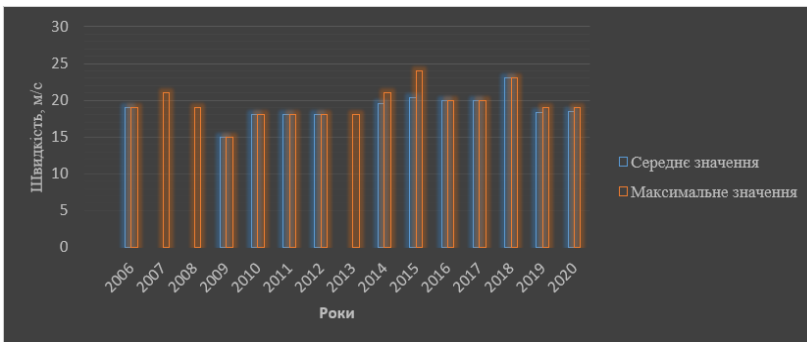


Рис. 2. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в січні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 3., що в лютому за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,7 м/с, максимальне – 3,7 м/с, а мінімальне становить 1,9 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в лютому, то воно становило 18 м/с (23.02.2008), а мінімальне значення 7 м/с (14.02.2018 та 09.02.2015), а середнє значення становило 11 м/с.



Рис. 3. Динаміка зміни швидкість вітру (м/с) лютому за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 4., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в лютому за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 19,5 м/с, максимальне – 22,3 м/с, а мінімальне становить 18 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в лютому, то воно становило 26 м/с (24.02.2020), а мінімальне значення 18 м/с (23.02.2012), а середнє значення становило 21 м/с.



Рис. 4. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в лютому за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 5., що в березні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 3,1 м/с, максимальнє – 4,2 м/с, а мінімальнє становить 2,2 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в березні, то воно становило 15 м/с (27.03.2012), а мінімальнє значення 8 м/с (17.03.2018), а середнє значення становило 11,5 м/с.

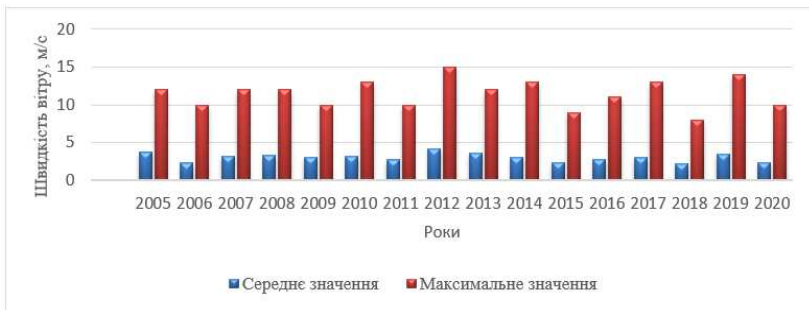


Рис. 5. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в березні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 6., динаміку зміни максимальнє значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в березні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 17,0 м/с, максимальнє – 21 м/с, а мінімальнє становить 5,2 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в березні, то воно становило 25 м/с (11.03.2019), а мінімальнє значення 14 м/с (19.03.2016), а середнє значення становило 19 м/с.

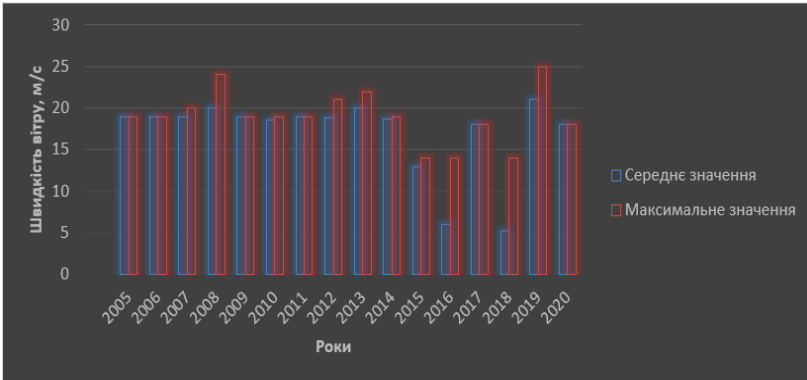


Рис. 6. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в березні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 7., що в квітні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,9 м/с, максимальне – 3,8 м/с, а мінімальне становить 2,3 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в квітні, то воно становило 15 м/с (08.04.2011), а мінімальне значення 8 м/с (10.04.2005), а середнє значення становило 10,6 м/с.

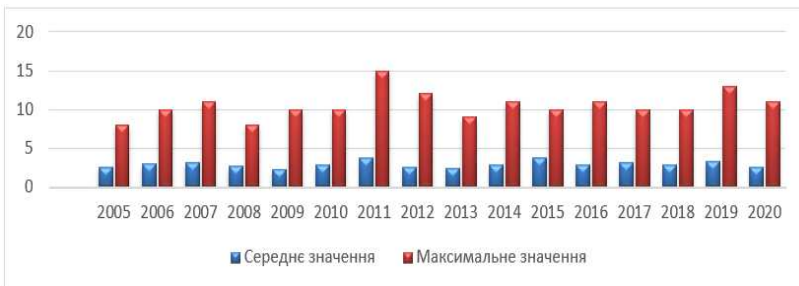


Рис. 7. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в квітні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 8., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в квітні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 14,3 м/с, максимальне – 20 м/с, а мінімальне становить 10,1 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в квітні, то воно становило 25 м/с (13.04.2015), а мінімальне значення 12 м/с (27.04.2009), а середнє значення становило 18 м/с.

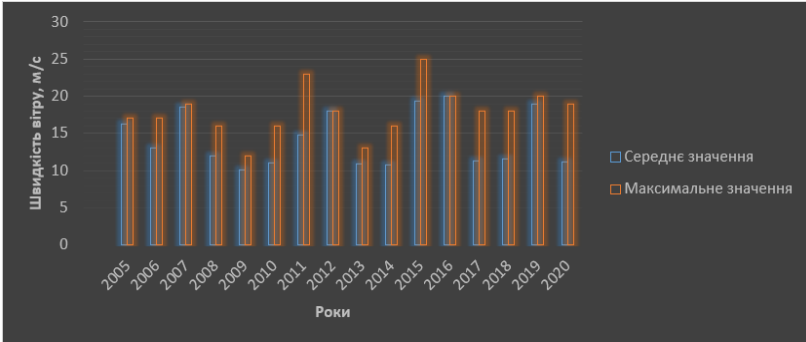


Рис. 8. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в квітні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 9., що в травні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,5 м/с, максимальне – 3,3 м/с, а мінімальне становить 2 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в травні, то воно становило 12 м/с (27.05.2015), а мінімальне значення 7 м/с (03.05.2018), а середнє значення становило 9,4 м/с.

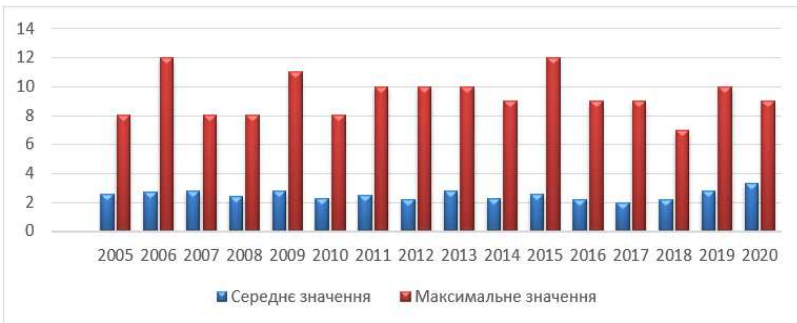


Рис. 9. Динаміка зміни швидкість вітру (м/с) в травні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 10., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в травні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру 12,5 м/с, максимальне 18,8 м/с, а мінімальне становить 8,9 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в травні, то воно становило 22 м/с (14.05.2005), а мінімальне значення 12 м/с (03.05.2008), а середнє значення становило 17 м/с.

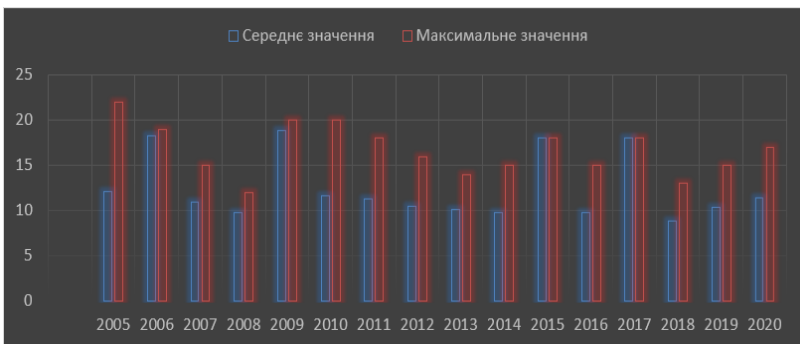


Рис. 10. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в травні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 11., що в червні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,4 м/с, максимальне – 3,1 м/с, а мінімальне становить 2 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в червні, то воно становило 11 м/с (30.06.2017), а мінімальне значення 6 м/с (15.06.2015), а середнє значення становило 8,9 м/с.

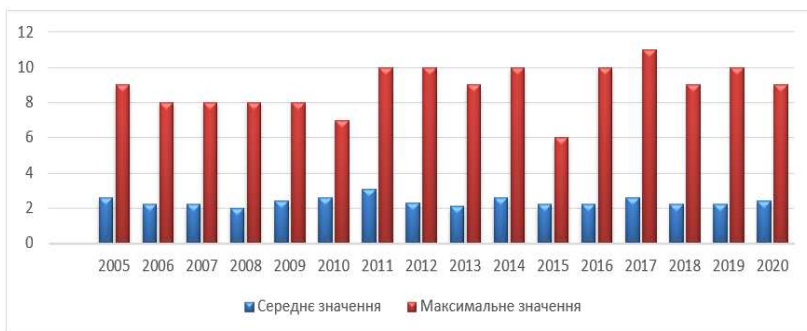


Рис. 11. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в червні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 12., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в червні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 13,5 м/с, максимальне – 20 м/с, а мінімальне становить 8,6 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в червні, то воно становило 20 м/с (27.06.2019), а мінімальне значення 11 м/с (04.06.2015), а середнє значення становило 17 м/с.



Рис. 12. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в червні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 13., що в липні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,3 м/с, максимальне – 2,8 м/с, а мінімальне становить 1,6 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в липні, то воно становило 15 м/с (24.07.2011), а мінімальне значення 7 м/с (07.07.2019), а середнє значення становило 8,9 м/с.

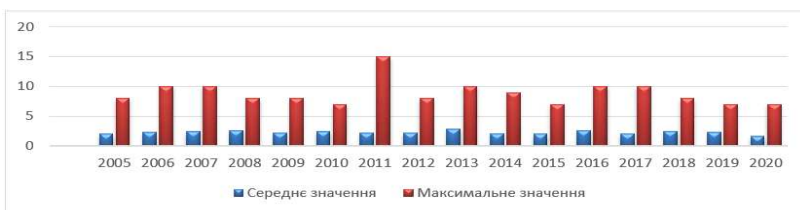


Рис. 13. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в липні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 14., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в липні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 15,5 м/с, максимальне – 32 м/с, а мінімальне становить 9,9 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в липні, то воно становило 32 м/с (29.07.2012), а мінімальне значення 13 м/с (26.07.2009), а середнє значення становило 18 м/с.

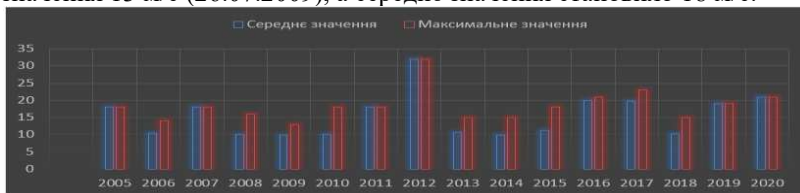


Рис. 14. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в липні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 15., що в серпні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2 м/с, максимальнє – 2,6 м/с, а мінімальнє становить 1,6 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в серпні, то воно становило 11 м/с (18.08.2005), а мінімальнє значення 6 м/с (12.08.2009), а середнє значення становило 8,2 м/с.



Рис. 15. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в серпні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 16., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в серпні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 10,9 м/с, максимальнє – 25 м/с, а мінімальнє становить 9,2 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в серпні, то воно становило 31 м/с (05.08.2012), а мінімальнє значення 12 м/с (13.08.2013), а середнє значення становило 17 м/с.



Рис. 16. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в серпні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 17., що в вересні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,1 м/с, максимальнє – 3,2 м/с, а мінімальнє становить 1,4 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в вересні, то воно становило 15 м/с (04.09.2006), а мінімальнє значення 6 м/с (04.09.2006), а середнє значення становило 8,7 м/с.



Рис. 17. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в вересні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 18., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в вересні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 14,1 м/с, максимальне – 20,5 м/с, а мінімальне становить 8,8 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в вересні, то воно становило 22 м/с (04.09.2006), а мінімальне значення 10 м/с (04.09.2008), а середнє значення становило 16 м/с.

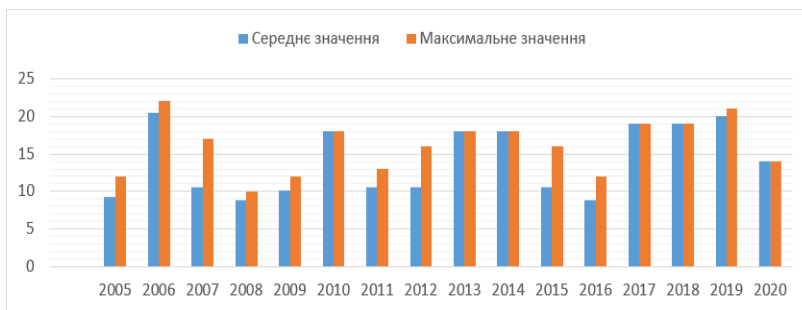


Рис. 18. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в вересні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 19., що в жовтні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,2 м/с, максимальне – 3,2 м/с, а мінімальне становить 1,5 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в жовтні, то воно становило 15 м/с (29.10.2016), а мінімальне значення 7 м/с (01.10.2019), а середнє значення становило 9,8 м/с.

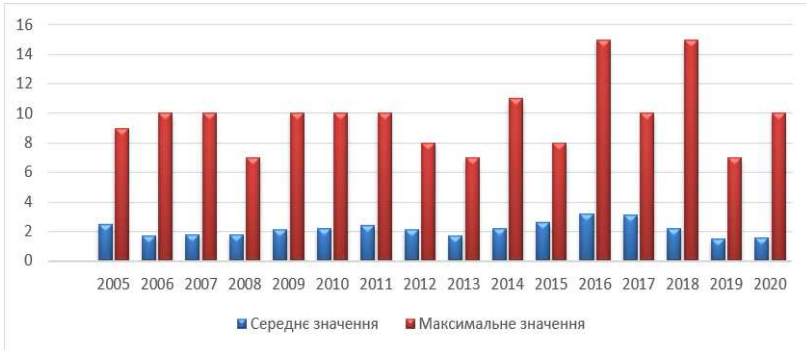


Рис. 19. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в жовтні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 20., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в жовтні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 13,8 м/с, максимальне – 27 м/с, а мінімальне становить 10 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в жовтні, то воно становило 27 м/с (05.10.2020), а мінімальне значення 14 м/с (30.10.2008), а середнє значення становило 18 м/с.



Рис. 20. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над земною поверхнею між термінами спостереження в жовтні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 21., що в листопаді за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,3 м/с, максимальне – 3 м/с, а мінімальне становить 1,3 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру, то в листопаді воно становило 15 м/с (14.11.2015), а мінімальне значення 6 м/с (06.11.2020), а середнє значення становило 9,1 м/с.

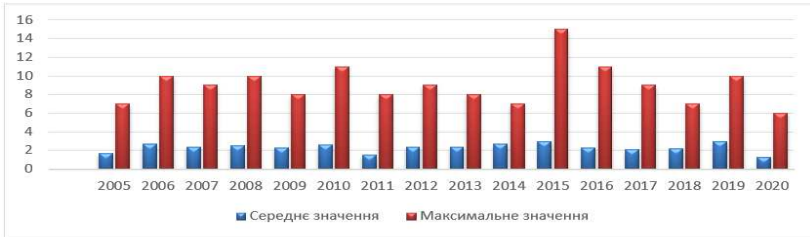


Рис. 21. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в листопаді за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 22., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в листопаді за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна, середнє значення вітру – 13 м/с, максимальне – 20,8 м/с, а мінімальне становить 9 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в листопаді, то воно становило 25 м/с (30.11.2015), а мінімальне значення 12 м/с (22.11.2020), а середнє значення становило 16 м/с.



Рис. 22. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в листопаді за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Провівши детальний аналіз вітрового режиму, ми бачимо з рис. 23., що в грудні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна середнє значення вітру – 2,5 м/с, максимальне – 3,6 м/с, а мінімальне становить 1,9 м/с. Щодо розподілу максимального значення вітру в грудні, то воно становило 18 м/с (23.02.2008), а мінімальне значення 8 м/с (24.12.2006), а середнє значення становило 11,4 м/с.



Рис. 23. Динаміка зміни швидкості вітру (м/с) в грудні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Проаналізувавши рис. 24., динаміку зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в грудні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна, середнє значення вітру – 15,8 м/с, максимальнє – 20 м/с, а мінімальнє становить 10,3 м/с. Щодо розподілу максимального значення пориву вітру в грудні, то воно становило 24 м/с (01.12.2015), а мінімальнє значення 12 м/с (22.12.2006), а середнє значення становило 18 м/с.

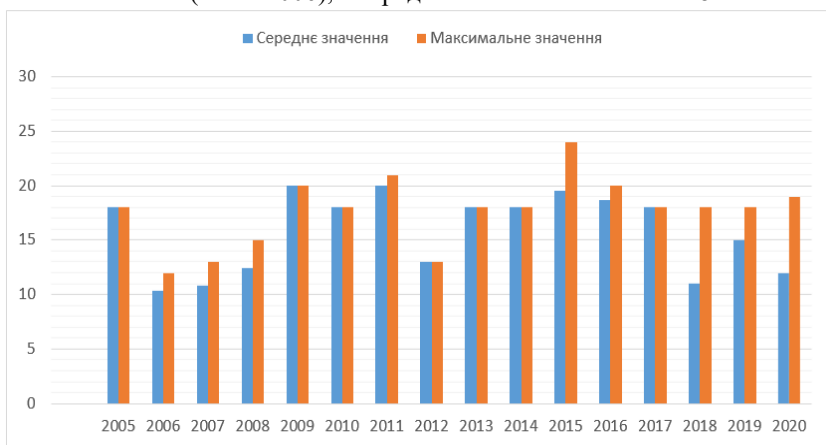


Рис. 24. Динаміка зміни максимального значення пориву вітру (м/с) над землею поверхнею між термінами спостереження в грудні за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Результати розрахунків свідчать про нерівномірний розподіл швидкості вітру по місяцях року. Найнижчі швидкості вітру характерні для таких місяців року – липня, серпня і вересня, коли панують тихі і легкі вітри і штилі, а швидкість вітру сягає від 2-2,3 м/с, найбільші швидкості вітру ми фіксували в березні 3,1 м/с.

Таблиця 1

Швидкість вітру (м/с)
зафіксована за період з 2005-2020 рр. в місті Надвірна [1]

Індикатор швидкості вітру	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середньомісячна швидкість вітру	2,5	2,7	3,1	2,9	2,5	2,4	2,3	2	2,1	2,2	2,3	2,5	2,5
Середнє значення пориву вітру	19	21	19	18	17	17	18	17	16	18	16	18	17,8
Середнє максимальнє значення пориву вітру	24	26	25	25	22	20	32	31	22	27	25	24	25,3

Відмінності середньомісячних швидкостей вітру можна пояснити різницею баричних градієнтів, які для зимового сезону загалом є

вищими. Для вітрового режиму у місті Надвірна властивими є пориви вітру, під час яких швидкості вітру досягають 16-21 м/с. Наведено в табл. 1 значення швидкості вітру нижче, якщо порівнювати з відповідними результатами багаторічних спостережень (Табл. 2) [1]. Слід зазначити, що дана швидкість вітру не є оптимальною для розвитку вітроенергетики, але слід зазначити, що вісь ротора сучасних вітрогенераторів знаходиться на набагато більшій висоті, де вплив підстилаючої поверхні менше, потік вітру більш стійкий, а швидкість вітру вище.

Таблиця 2

Швидкість вітру зафіксована на метеостанції Івано-Франківської області протягом 1961-1990 років (м/с) [1]

Індикатор швидкості вітру	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середньомісячна швидкість вітру	4,2	4,5	4,1	3,4	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	3,3	3,7	4,1	4,2

Важливим показником вітрового режиму є його максимальна швидкість. Ця характеристика дозволяє оцінити ступінь небезпеки вітру, яка полягає в обриванні електродів і знеструмленні населених пунктів, поваленні дерев, руйнуванні дахів і т. д. Максимальні швидкості вітру за період 2005-2020 рр. знаходяться в межах 20-32 м/с.

Найвища швидкість вітру за період спостережень, який ми назвали, була зафіксована 29.07.2012 і тоді вона сягала 32 м/с, що за 12-бальною шкалою Бофорта відповідає показнику в 11 балів (сильний шторм). Варто відзначити, що цій даті передував період з надзвичайно високими температурами повітря +34°C (08.07.2012), а безпосередньо 29.07.2012 р. середньодобова температура становила +32.9°C.

Окрім швидкості, важливою є інформація про переважаючі напрямки вітру. Вони враховуються при прогнозуванні погоди, розташування промислових об'єктів, що забруднюють навколишнє середовище, цивільне будівництво, вітроенергетики. Для характеристики вітру в різних напрямках ми провели відповідні розрахунки та побудували розу вітрів (рис. 25).

Як видно з рис. 25 в місті Надвірна, протягом року переважають вітри західного, південно-східного і північно-західного та східного напрямків; вітри тих же румб характеризуються найбільшою швидкістю.

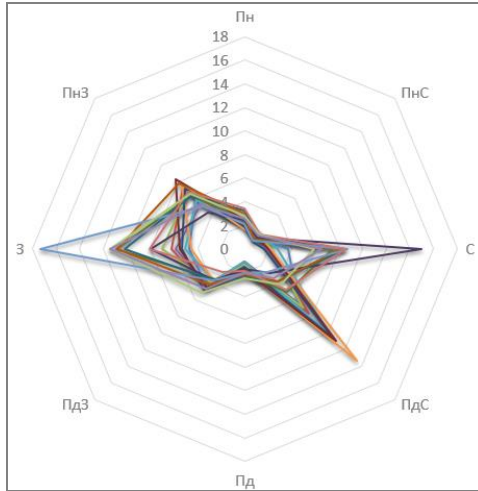


Рис. 25. Повторюваність (%) напрямку вітру (румба) в місті Надвірна протягом 2005-2020 рр. [1]

Як видно з рис. 26 в місті Надвірна, протягом 2005-2012 року переважали вітри південно-східного, північно-західного та західного напрямків; однак в 2013-2020 роках переважали вітри західного, східного та північно-західного напрямків; вітри тих же румб характеризуються найбільшою швидкістю.

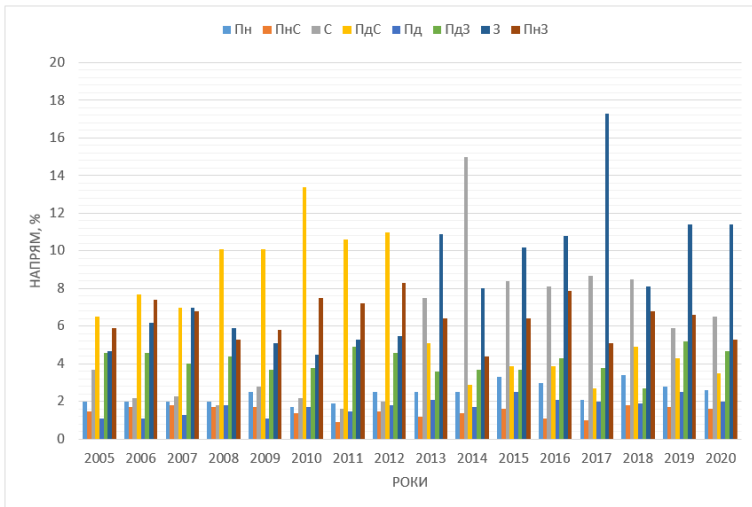


Рис. 26. Переважання вітрів в місті Надвірна, протягом 2005-2012 рр.

Подібна повторюваність напрямків вітру була характерна і для попереднього періоду спостережень 1961-1990 рр. (Рис. 27).

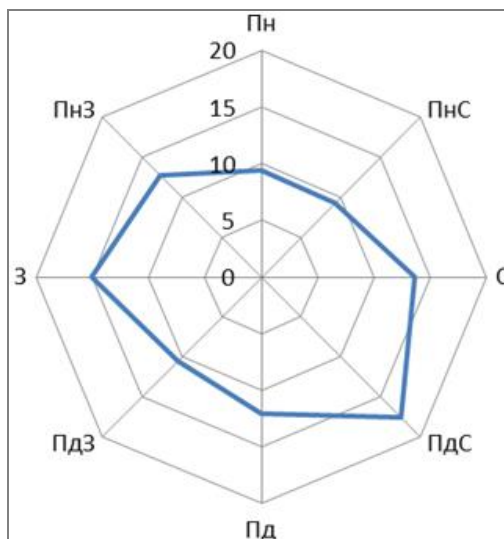


Рис. 27. Повторюваність (%) напрямку вітру (румба) протягом 1961-1990 рр. на метеостанції Івано-Франківської області [5]

Таким чином, аналіз середньої і максимальної швидкості та напрямків вітру показав зменшення швидкості вітру в місті Надвірна за роки спостереження. Таке зниження швидкості вітру збігається з періодом інтенсивного глобального і регіонального потепління, що підтверджує зміни в характері атмосферної циркуляції, які відбулися в кінці ХХ ст. та початку ХХІ ст. Будь-яких чітких тенденцій зв'язку зміни швидкості та напрямків вітру поки що не виявлено.

Список використаних джерел:

1. Архів погоди_в_Надвірній [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://rp5.ua/Архів погоди в Надвірній](http://rp5.ua/Архів_погоди_в_Надвірній)
2. Барабаш М. Б. Сезонные колебания ветра в стратосфере. Тр. УкрНИГМИ. 1972. Вып. 113. С. 103-111.
3. Барабаш М. Б., Логвинов К. Т. О корреляции составляющих ветра в свободной атмосфере. Тр. УкрНИГМИ. 1972. Вып. 113. С. 83-95.
4. Клімат України: Ліпінський В.М., Дячук В.А., Бабіченко В.М. (ред.). Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
5. Кліматичні характеристики областей України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_2963_klimatichni-harakteristiki-oblastey-ukrayini.html.
6. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам випуск 3 частина 1. Керівний документ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/data/metod-rob/mastanovy-3.pdf>.