

УДК 624.012

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ СЕРЕДЬОГО І МАКСИМАЛЬНОГО ВІТРОВИХ ТИСКІВ У ЛИПНІ І СІЧНІ ДЛЯ 9 ВЕРШИН КАРПАТ ІЗ РАЙОНУВАННЯМ ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У нормативних документах (СНИП 2.01.01.82, ДБН В.1.2-2:2006, ДСТУ НБ В.1-1:2010) параметри вітру на вершинах Карпат з абсолютними відмітками вище 1330 м (м/с Плай) не досліджені. На базі спостережень за кліматичними параметрами у 1955–2005 рр. на 9 метеостанціях із використанням 8 напрямків між початковими метеостанціями і кінцевою метеостанцією Плай визначені середні і максимальні характеристичні значення вітрового тиску в липні і січні для найвищої вершини Карпат – Говерли. За 4 напрямками між початковими метеостанціями: Берегово – 113 м, Ужгород – 114,6 м, Хуст – 166 м, В. Березний – 209 м і кінцевою станцією Говерла – 2061 м та формулами висотних коефіцієнтів із використанням параметрів атмосферного тиску, середньої температури зовнішнього повітря (в січні і липні) обчислені порівняльні характеристичні значення літніх і зимових середніх і максимальних вітрових тисків для 9 вершин Карпат.

The previous regulations (SNIP 2.01.01.82, DBN V.1.2-2: 2006, ISO V.1-1 NB: 2010) parameters of wind on the tops of the Carpathian Mountains with an altitude above 1330 m (m/s Playa) were investigated. Based on observations of climate parameters in 1955–2005, respectively 9 weather stations using 8 directions between the initial eight weather stations and Playa ultimate meteorological station by the average and maximum characteristic values of wind pressure in July and January to the highest peak of the Carpathians – Hoverla. For 4 directions between the initial weather stations: Coast – 113 m, Uzhhorod – 114.6 m, Hust – 166 m, V. Bereznyy – 209 m and the final station Goverla – 2061 m altitude coefficients and formulas using parameters atmospheric pressure, the average outdoor temperature (in January and July) calculated comparative characteristic values of summer and winter average and maximum wind pressure for 9 peaks of the Carpathians.

**Ключові слова:** коефіцієнти; висотні, атмосферно-вітрові, висотно-вітрорумбові, баричної ступені висот; середні і максимальні характеристичні значення вітрових тисків, літні і зимові атмосферні тиски, карти районування території, рози вітрів.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 територія України поділена на п'ять вітрових районів: 1-й – 400 Па, 2-й – 450 Па, 3-й – 500 Па, 4-й – 550 Па, 5-й – 600 Па. Карта районування території України за середнім вітровим тиском наведена на рис. 1.

Територія Закарпатської області віднесена до 1 і 2 вітрових районів.

Для обчислення вітрових параметрів використані: схема 23 напрямків між 9 метеостанціями і 18 перехідними станціями (рис. 2.), дані спостережень за кліматичними параметрами у 1955–2005 роках на 9 метеостанціях Закарпатської області (табл. 1).

**Обчислення повторюваності вітру за 8 румбами.** Зі зміною абсолютної висоти станцій [1–4] змінюються параметри повторюваності вітру за 8 румбами: північ, північний схід, схід, південний схід, південь, південний захід, захід, північний захід. Базові дані спостережень протягом 1955–2005 рр. повторюваності напрямків вітру за 8 румбами на 9 метеостанціях наведені в таблиці 2.

Сума повторюваності вітру для 8 румбів на кожній станції становить 100 %

$$\Sigma R = 100 \% . \quad (1)$$

Сума різниці повторюваності вітру за 8 румбами між кожним окремим румбом – 0%

$$\Sigma \Delta R = 0 \% . \quad (2)$$



**С.Ф. Пічугін**

професор Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, д.т.н.



**Р.І. Кінаш**

професор Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н.



**Я.С. Гук**

доцент кафедри міського будівництва і господарства Ужгородського національного університету, к.т.н.

Для обчислення величини зміни повторюваності вітру на кожному румбі в залежності від висоти станції над рівнем Балтійського моря застосовано п'ять напрямків: Берегово – 113 м – Плай – 1330 м, Ужгород – 114,6 м – Плай – 1330 м, Великий Березний – 209 м – Плай – 1330 м, Хуст – 166 м – Плай – 1330 м, Рахів – 438 м –

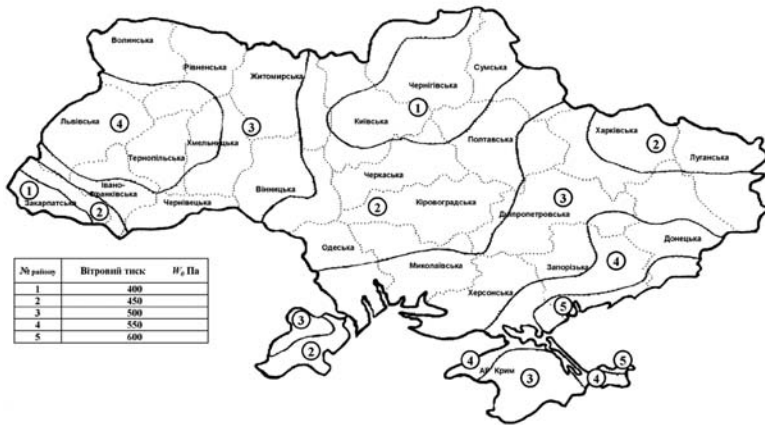


Рис. 1. Карта районування території України за характеристичними значеннями середнього вітрового тиску

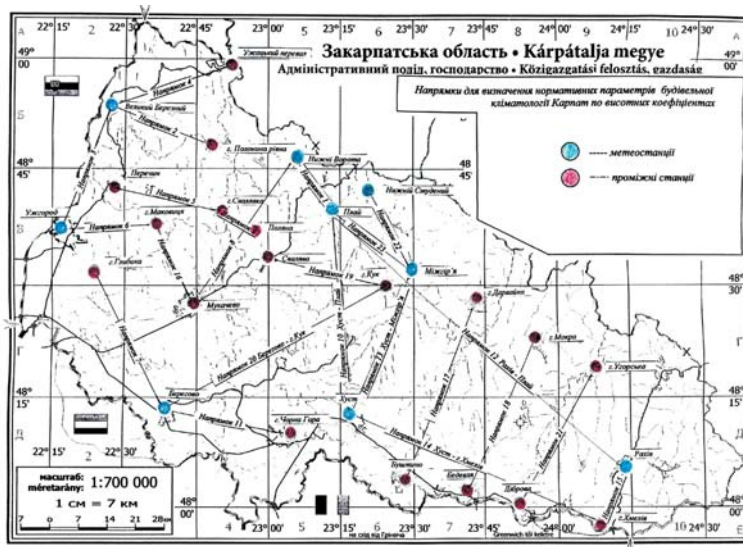


Рис. 2. Метеостанції та проміжні (перехідні) станції з відповідними напрямками

Плай – 1330 м та висотно-вітрорумбовий коефіцієнт,  $K_{1-2\text{вітру}}$ , що визначається за формулою

$$K_{1-2\text{вітру}} = \frac{\Delta R_{1-2}}{\Delta H_{1-2}}, \quad (3)$$

де  $\Delta H_{1-2}$  – різниця абсолютних відміток між станціями 1, 2 напрямку 1–2, м;  $\Delta R_{1-2}$  – різниця повторюваності параметрів вітру між станціями 1–2 одного із 8 румбів, %.

Обчислені за формулою (3) висотно-вітрові коефіцієнти мають зворотний до  $\Delta R$  знак

$$\Delta R_{1-2} = R_1 - R_2, \quad (4)$$

де  $R_1, R_2$  – повторюваності вітру на станціях 1, 2 одного із 8 румбів, %.

Значення повторюваності вітру за 8 румбами (зимових, літніх) на станції  $X$ , що знаходиться в межах дії висот напрямку, обчислюється за формулою

$$R_X = R_1 \pm K_{1-2\text{вітру}} \cdot \Delta H_{X-1}, \quad (5)$$

де  $R_X$  – повторюваність вітру на одному із 8 румбів на станції  $X$ .

$$\Delta H_X = H_X - H_1, \quad (6)$$

де  $H_X$  – висота станції  $X$  над рівнем Балтійського моря, м;  $H_1$  – висота станції 1 над рівнем Балтійського моря, м.

Результати обчислень повторюваності вітру за 5 напрямками для 8 румбів на 9 вершинах Карпат наведені в таблиці 3.

**Обчислення граничного і розрахункового значень вітрового навантаження.** Вітрове навантаження є змінним навантаженням, для нього встановлені два значення: граничне і розрахункове.

Вітрове навантаження на споруду слід розглядати як сукупність:

а) нормального тиску, прикладеного до її зовнішньої поверхні або елемента;

б) сил тертя, що спрямовані по дотичній до зовнішньої поверхні і віднесені до площі її горизонтальної проекції (для шедових, хвилястих покрівель, покрівель із ліхтарями) або вертикальної поверхні (для стін із лоджіями або подібних конструкцій);

в) нормального тиску, прикладеного до внутрішніх поверхонь будівель із повітропроникними огорожами, з прорізами, що відчиняються або постійно відкриті.

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження [5–7] визначається за формулою

$$W_{\text{гр}} = \gamma_n^L \cdot W_o C, \quad (7)$$

де  $\gamma_n^L$  – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження;  $W_o$  – характеристичне значення вітрового тиску;  $C$  – коефіцієнт, що залежить від виду споруди.

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою

$$W_e = \gamma_e W_o C, \quad (8)$$

де  $\gamma_e$  – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження.

Таблиця 1

Результати спостережень за кліматичними параметрами у 1955–2005 рр. на 9 метеостанціях Закарпатської обл.

Назва метеостанції	Висота над рівнем Балтійського моря, Н, м	Швидкість вітру – чисельник, м/с, вітровий тиск – знаменник, Па				Атмосферний тиск, ГПа		Середня температура повітря, °С	
		середній		максимальний		липень	січень	липень	січень
		липень	січень	липень	січень				
Берегово	113	$\frac{2,9}{5,1}$	$\frac{2,5}{3,8}$	$\frac{24}{351}$	$\frac{20}{244}$	1000,5	1005,0	+20,2	-2,7
Ужгород	114,6	$\frac{3,3}{6,6}$	$\frac{3,6}{7,9}$	$\frac{26}{412}$	$\frac{24}{351}$	1000,3	1004,8	+19,9	-2,8
Хуст	166	$\frac{2,2}{2,95}$	$\frac{1,8}{1,98}$	$\frac{20}{244}$	$\frac{20}{244}$	995,6	1000,0	+19,2	-4,3
В. Березний	209	$\frac{2,5}{3,8}$	$\frac{2,1}{2,7}$	$\frac{20}{244}$	$\frac{25}{381}$	990,5	995,1	+18,1	-4,1
Рахів	438	$\frac{1,5}{1,4}$	$\frac{8,7}{46,2}$	$\frac{30}{549}$	$\frac{20}{244}$	968,2	972,5	+17,0	-4,3
Міжгір'я	456	$\frac{2,1}{2,7}$	$\frac{2,5}{3,8}$	$\frac{35}{747}$	$\frac{24}{351}$	966,4	970,7	+16,4	-5,0
Нижні Ворота	500	$\frac{2,4}{3,5}$	$\frac{3,9}{9,3}$	$\frac{21}{264}$	$\frac{20}{244}$	962,0	966,3	+16,2	-4,6
Нижній Студений	615	$\frac{2,2}{2,95}$	$\frac{3,3}{6,6}$	$\frac{18}{198}$	$\frac{24}{351}$	950,5	954,8	+15,2	-5,8
Плай	1330	$\frac{7,0}{29,8}$	$\frac{8,7}{46,2}$	$\frac{40}{976}$	$\frac{40}{976}$	867,1	861,2	+11,1	-6,3

Таблиця 2

Повторюваність напрямків вітру за 8 румбами на 9 метеостанціях Закарпатської обл.

Назва метеостанції	Повторюваність за січень, %								Повторюваність за липень, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗах	Зах	ПнЗах	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗах	Зах	ПнЗах
В. Березний	19,0	8,1	3,0	16,9	18,6	6,2	9,2	19,0	17,9	14,7	5,1	9,5	13,3	5,3	14,7	19,5
Н. Ворота	28,5	1,4	2,2	3,1	13,2	39,2	3,1	9,3	39,4	5,2	1,7	1,9	10,5	21,9	3,9	15,5
Н. Студений	36,7	2,1	0,9	17,9	32,5	1,6	0,9	7,4	46,5	4,6	1,6	7,5	24,4	3,4	2,8	9,2
Ужгород	11,0	5,8	12,2	38,2	11,6	3,3	5,4	12,5	16,7	13,5	14,3	14,1	9,7	6,6	8,5	16,6
Плай	5,3	3,6	6,8	5,5	15,1	45,7	10,4	7,6	13,8	18,2	7,8	1,9	7,0	28,5	10,4	12,4
Міжгір'я	15,3	5,6	3,2	19,5	33,5	2,0	2,2	18,7	20,1	11,0	4,6	10,2	23,7	4,1	3,4	22,9
Берегово	9,7	6,1	9,0	36,5	18,9	3,3	4,4	12,1	17,8	11,1	8,2	14,3	12,2	5,9	9,8	20,7
Хуст	8,9	30,1	27,0	3,6	1,9	5,5	21,1	1,9	8,6	26,3	20,0	5,8	5,5	8,1	21,3	4,4
Рахів	2,8	22,7	15,4	4,5	10,7	32,1	9,5	2,3	4,8	23,5	12,2	5,0	12,0	28,2	12,0	2,3

Таблиця 3

Результати обчислення повторюваності вітру для 8 румбів на 9 вершинах Карпат у січні і липні за висотними коефіцієнтами та 5 напрямками між метеостанціями

Назва метеостанції	Повторюваність за січень, %								Повторюваність за липень, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗах	Зах	ПнЗах	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗах	Зах	ПнЗах
г. Полонина Рівна	4,6	2,8	6,2	2,5	15,4	50,8	10,5	7,2	13,6	18,4	7,3	0,8	6,6	31,1	10,1	12,1
г. Великий Верх	3,9	2,4	5,5	2,8	15,5	52,8	10,3	6,8	13,4	18,6	6,8	0,6	6,3	32,8	9,7	11,8
г. Темпа	3,4	2,4	5,1	3,1	15,5	53,4	10,4	6,7	13,4	18,6	6,7	0,8	6,2	33,0	9,6	11,7
г. Унгарська	3,0	2,4	4,8	3,8	15,6	53,7	10,4	6,3	13,3	18,6	6,4	1,1	5,4	34,5	9,3	11,4
г. Сивуля	2,6	2,4	4,8	3,8	15,6	54,2	10,4	6,2	13,0	18,6	6,1	1,3	5,4	35,3	9,0	11,3
г. Товста	2,6	2,4	4,8	3,8	15,6	54,2	10,4	6,2	13,0	18,6	6,1	1,3	5,4	35,3	9,0	11,3
г. Піп Іван	2,5	2,3	4,7	3,8	15,6	54,8	10,4	5,9	13,0	19,0	5,7	1,6	5,3	36,4	8,6	10,4
г. Петрос	2,4	2,2	4,7	3,9	15,7	55,9	10,0	5,3	12,5	19,0	5,2	2,0	5,1	37,5	8,3	10,4
г. Говерла	2,8	2,0	4,6	4,2	15,7	56,0	10,0	5,2	12,5	19,1	5,1	2,1	4,9	38,0	8,0	10,3

Характеристичне значення вітрового тиску  $W_o$  таке, що дорівнює середній (статистичній) складовій тиску вітру на висоті 10 м над поверхнею землі, який може бути перевищений в середньому один раз на 50 років і визначається згідно з існуючими нормами за картою районування території України.

Характеристичне значення середнього, максимального, літнього та зимового вітрового тиску обчислено за формулою

$$W_o = 0,61 V^2, \quad (9)$$

де  $V$  – відповідна швидкість вітру, м/с.

**Формули для обчислення параметрів вітру та атмосферного тиску для 9 вершин Карпат.** Для розрахунків швидкості вітру та тисків і порівняння обчислень [8–13] використані формули висотних коефіцієнтів: різниці максимальних швидкостей вітру, поділеної на різницю абсолютних відміток станцій 1, 2 напрямку 1–2 та різниці вітрових тисків, поділеної на різницю абсолютних відміток станцій 1, 2 напрямку 1–2. Для розрахунків атмосферних тисків – різниці атмосферних тисків, поділеної на різницю абсолютних відміток на станціях 1, 2 напрямку 1–2 загальні формули висотних коефіцієнтів мають вид:

$$Z_X = Z_1 \pm K_{Z1-2} \cdot \Delta H_{X-Z}; \quad (10)$$

$$\Delta H_{1-2} = H_2 - H_1; \quad (11)$$

$$K_{Z1-2} = \frac{Z_2 - Z_1}{H_2 - H_1}; \quad (12)$$

$$\Delta H_{X-Z} = H_X - H_Z, \quad (13)$$

або для контролю:

$$Z_X = Z_2 - K_{Z1-2} \cdot H_{Z-X}, \quad (14)$$

де  $Z_X, Z_1, Z_2$  – параметри (літні, зимові) на станціях  $X, 1, 2$ ;  $K_{Z1-2}$  – висотний коефіцієнт вітрових і атмосферних параметрів між метеостанціями 1, 2;  $H_X, H_1, H_2$  – висота станцій  $X, 1, 2$  над рівнем Балтійського моря, м.

Формули визначення характеристичних значень вітрових тисків із застосуванням висотно-атмосферних коефіцієнтів мають вид:

$$W_{o,X} = W_{o,1} + K_{атм1-2} \cdot \Delta P_{атм1-X}; \quad (15)$$

$$K_{1-2} = \frac{W_{o,2} - W_{o,1}}{P_{атм1} - P_{атм2}}; \quad (16)$$

$$\Delta P_{атм1-X} = P_{атм1} - P_{атмX}, \quad (17)$$

де  $W_{o,X}, W_{o,1}, W_{o,2}$  – характеристичне значення вітрових тисків (середніх, максимальних, літніх, зимових) на станціях  $X, 1, 2$ , ГПа;  $P_{атм,1}, P_{атм,2}, P_{атм,X}$  – зимовий, літній атмосферний тиск на станціях 1, 2,  $X$ , ГПа.

Формули атмосферного тиску (літнього, зимового) за коефіцієнтами баричної ступені висот визначені із базової формули барометричного нівелювання М.В. Певцова

$$\Delta H_{напр(л.з)} = \frac{Q}{\frac{1}{2}(P_{атм1} + P_{атм2})} \left[ 1 + 0,003665 \left( \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \right], \quad (18)$$

або при підставленні  $Q = 800$ :

$$\Delta H_{напр} = \frac{29,304(t_1 + t_2) + 16000}{P_{атм1} + P_{атм2}}; \quad (19)$$

$$P_{атмX} = P_{атм1} - \frac{H_X - H_1}{\Delta H}, \quad (20)$$

де  $Q = 800$  – стала величина, що регулює густину повітря і ртуті; 0,003665 – коефіцієнт розширення повітря;  $t_1, t_2$  – середні (літні, зимові) температури повітря на станціях 1, 2 напрямку 1–2, °C;  $P_{атм1}, P_{атм2}, P_{атмX}$  – атмосферний тиск (у липні, січні) на станціях 1, 2,  $X$ , ГПа.

**Результати обчислень параметрів атмосферного тиску і вітру для 9 вершин Карпат.** У таблиці 4 наведені результати обчислення літніх і зимових атмосферних тисків для 9 вершин Карпат, обчислені за 4 напрямками та висотними коефіцієнтами (відношення різниці атмосферних тисків до різниці абсолютних висот станцій 1, 2 напрямку 1–2) і формули із застосуванням коефіцієнта баричної ступені висот.

У таблиці 5 зведені результати обчислень характеристичного значення максимальних літніх і зимових вітрових тисків для 9 вершин Карпат за формулами висотних коефіцієнтів із застосуванням параметрів атмосферних тисків і середніх температур зовнішнього повітря в липні і січні за спостереженнями на 9 метеостанціях Закарпатської обл. 1955–2005 рр., а в таблиці 6 за аналогічними формулами – характеристичні значення середніх літніх і зимових вітрових тисків.

У таблиці 7 наведені результати обчислення за висотними коефіцієнтами і 23 напрямками між метеостанціями і перехідними станціями максимальних швидкостей вітру та максимального характеристичного значення вітрових



Таблиця 4

Результати обчислення літніх і зимових атмосферних тисків для 9 вершин Карпат за висотними коефіцієнтами (за напрямками Берегово – 113 м – Плай – 1330 м; Ужгород – 114,6 м – Плай – 1330 м; Хуст – 166 м – Плай – 1330 м; В. Березний – 209 м – Плай – 1330 м) і коефіцієнтами баричної ступені висот

Назва вершин	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Обчислений атмосферний тиск: літній – чисельник, зимовий – знаменник, ГПа		
		за висотними коефіцієнтами	за коефіцієнтами баричної ступені висот	середній
Говерла	2061	$\frac{785,67}{774,40}$	$\frac{785,94}{774,79}$	$\frac{785,81}{774,44}$
Петрос	2020	$\frac{788,44}{779,26}$	$\frac{790,47}{779,65}$	$\frac{789,46}{779,45}$
Піп Іван	1936	$\frac{799,59}{789,24}$	$\frac{799,73}{789,61}$	$\frac{799,66}{789,43}$
Сивуля, Товста	1818	$\frac{812,85}{803,25}$	$\frac{812,75}{803,59}$	$\frac{812,80}{803,42}$
Унгарська	1707	$\frac{825,10}{816,43}$	$\frac{825,00}{816,75}$	$\frac{825,05}{816,59}$
Темпа	1634	$\frac{831,44}{825,10}$	$\frac{833,05}{825,35}$	$\frac{832,24}{825,22}$
Великий Верх	1598	$\frac{835,44}{829,37}$	$\frac{837,03}{829,60}$	$\frac{836,23}{829,50}$
Полонина Рівна	1470	$\frac{850,98}{844,58}$	$\frac{851,11}{844,79}$	$\frac{851,06}{844,68}$

Таблиця 5

Результати обчислень характеристичного значення максимальних літніх і зимових вітрових тисків для 9 вершин Карпат за висотними коефіцієнтами між метеостанціями 1, 2 напрямку 1–2

Назва вершин	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Чисельник – літні, знаменник – зимові			Пропоновані нормативні параметри	
		за висотними коеф. різниці максимальних швидкостей вітру в липні і січні, поділеної на різницю абсолютних висот станцій 1, 2, Па	за висотними коеф. різниці максимальних вітрових тисків, поділеної на різницю літніх і зимових атмосферних тисків на станцій 1, 2, Па	за висотними коеф. різниці максимальних вітрових тисків, поділеної на різницю абсолютних висот станцій 1, 2, Па	максимальні вітрові тиски, Па	максимальні швидкості вітру, м/с
Говерла	2061	$\frac{1,397}{1,86}$	$\frac{1,397}{1,86}$	$\frac{1,397}{1,86}$	$\frac{1,397}{1,86}$	$\frac{47,85}{55,20}$
Петрос	2020	$\frac{1,36}{1,81}$	$\frac{1,37}{1,82}$	$\frac{1,37}{1,82}$	$\frac{1,37}{1,82}$	$\frac{47,28}{54,46}$
Піп Іван	1936	$\frac{1,30}{1,71}$	$\frac{1,32}{1,75}$	$\frac{1,32}{1,75}$	$\frac{1,32}{1,74}$	$\frac{46,13}{52,96}$
Сивуля, Товста	1818	$\frac{1,21}{1,57}$	$\frac{1,25}{1,66}$	$\frac{1,26}{1,66}$	$\frac{1,23}{1,64}$	$\frac{44,50}{50,84}$
Унгарська	1707	$\frac{1,13}{1,45}$	$\frac{1,19}{1,57}$	$\frac{1,19}{1,57}$	$\frac{1,15}{1,52}$	$\frac{42,98}{48,85}$
Темпа	1634	$\frac{1,07}{1,38}$	$\frac{1,15}{1,51}$	$\frac{1,15}{1,51}$	$\frac{1,12}{1,45}$	$\frac{41,97}{47,54}$
Великий Верх	1598	$\frac{1,05}{1,34}$	$\frac{1,13}{1,48}$	$\frac{1,13}{1,48}$	$\frac{1,10}{1,45}$	$\frac{41,48}{46,90}$
Полонина Рівна	1470	$\frac{0,98}{1,21}$	$\frac{1,05}{1,36}$	$\frac{1,05}{1,36}$	$\frac{1,00}{1,30}$	$\frac{40,00}{46,60}$

тисків (літніх і зимових) для 46 населених пунктів, вершин і перевалів Закарпатської обл.

За даними таблиць 1, 6, 7 побудовані наступні графіки залежно від розміщення метеостанцій і вершин Карпат над рівнем Балтійського моря: зміни середньої швидкості вітру в липні і січні (рис. 3); зміни максимальної швидкості вітру в липні і січні (рис. 4); зміни серед-

нього вітрового тиску в липні і січні (рис. 5); зміни максимального вітрового тиску в липні і січні (рис. 6), а також складені карти районування території Закарпатської обл. за максимальним літнім вітровим тиском із нанесенням характерних роз вітрів у липні (рис. 7, а) та максимальним зимовим вітровим тиском із нанесенням характерних роз вітрів в січні (рис. 7, б).

Результати обчислень характеристичного значення середніх літніх і зимових вітрових тисків для 9 вершин Карпат за висотними коефіцієнтами між метеостанціями 1, 2 напрямку 1–2

Назва вершин	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Чисельник – літні, знаменник – зимові				
		за висотними коеф. різниці середніх швидкостей вітру в липні і січні, поділеної на різницю абсолютних висот станцій 1, 2, Па	за висотними коеф. різниці середніх літніх і зимових вітрових тисків, поділеної на різницю літніх і зимових атмосферних тисків на станціях 1, 2, Па	за висотними коеф. різниці середніх літніх і зимових вітрових тисків, поділеної на різницю абсолютних висот станцій 1, 2, Па	Пропоновані нормативні параметри	
			середні вітрові тиски, Па	середні швидкості вітру, м/с		
Говерла	2061	$\frac{68,68}{102,70}$	$\frac{68,68}{102,70}$	$\frac{68,68}{102,70}$	$\frac{68,68}{102,70}$	$\frac{10,57}{12,95}$
Петрос	2020	$\frac{65,97}{98,74}$	$\frac{67,56}{100,52}$	$\frac{67,30}{100,58}$	$\frac{67,43}{100,55}$	$\frac{10,40}{12,72}$
Піп Іван	1936	$\frac{61,58}{91,77}$	$\frac{64,44}{96,18}$	$\frac{64,46}{96,24}$	$\frac{64,45}{96,21}$	$\frac{10,05}{12,27}$
Сивуля	1818	$\frac{55,65}{82,36}$	$\frac{60,43}{90,09}$	$\frac{60,48}{90,14}$	$\frac{60,45}{90,12}$	$\frac{9,55}{11,62}$
Товста	1818	$\frac{55,65}{82,36}$	$\frac{60,43}{90,09}$	$\frac{60,48}{90,14}$	$\frac{60,45}{90,12}$	$\frac{9,55}{11,62}$
Унгарська	1707	$\frac{50,38}{73,98}$	$\frac{56,68}{84,35}$	$\frac{56,74}{84,41}$	$\frac{56,70}{84,38}$	$\frac{9,55}{11,62}$
Темпа	1634	$\frac{47,06}{68,71}$	$\frac{54,49}{80,61}$	$\frac{54,27}{80,64}$	$\frac{54,38}{80,64}$	$\frac{8,78}{10,61}$
Великий Верх	1598	$\frac{45,45}{66,20}$	$\frac{53,27}{78,74}$	$\frac{53,06}{78,78}$	$\frac{53,17}{78,76}$	$\frac{8,63}{10,42}$
Полонина Рівна	1470	$\frac{39,97}{57,55}$	$\frac{48,74}{72,13}$	$\frac{48,24}{72,16}$	$\frac{48,49}{72,14}$	$\frac{8,78}{10,61}$

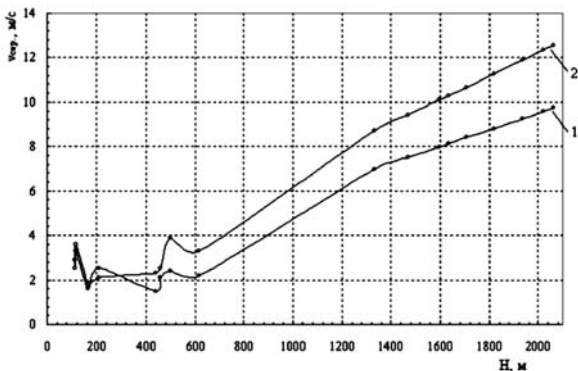


Рис. 3. Графік зміни середньої швидкості вітру залежно від розміщення метеостанцій над рівнем Балтійського моря: 1 – липень, 2 – січень

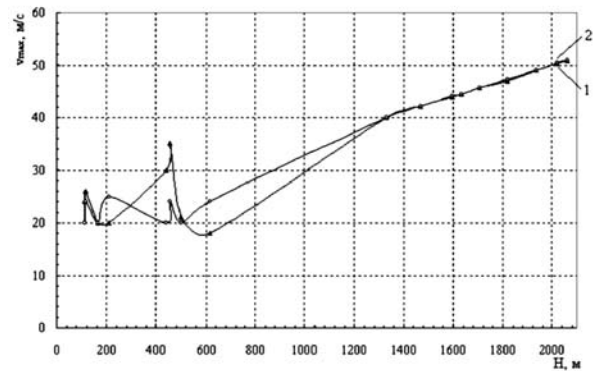


Рис. 4. Графік зміни максимальної швидкості вітру залежно від розміщення метеостанцій над рівнем Балтійського моря: 1 – липень, 2 – січень

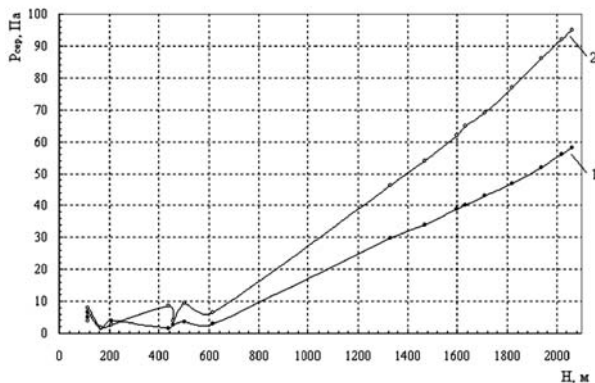


Рис. 5. Графік зміни середнього вітрового тиску залежно від розміщення метеостанцій над рівнем Балтійського моря: 1 – липень, 2 – січень

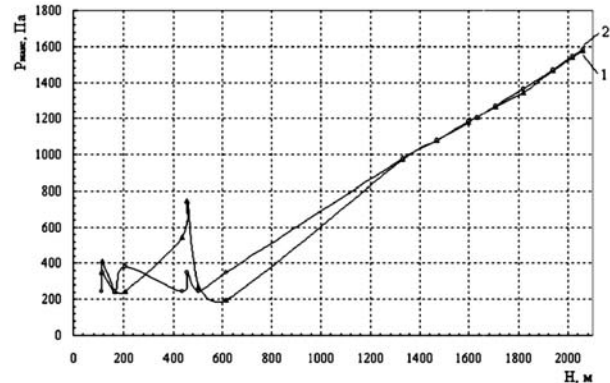


Рис. 6. Графік зміни максимального вітрового тиску залежно від розміщення метеостанцій над рівнем Балтійського моря: 1 – липень, 2 – січень

Таблиця 7

Результати обчислення максимальних швидкостей вітру і максимальних характеристичних значень вітрових тисків у липні і січні для перехідних станцій, окремих населених пунктів, вершин і перевалів за 23 напрямками, висотними коефіцієнтами і даними спостережень на 9 метеостанціях Закарпатської обл. у 1955–2005 рр.

№ з/п	Назва перехідних станцій, населених пунктів, вершин, перевалів	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Географічна довгота, град., мін.	Географічна широта, град., мін.	Максимальна: швидкість вітру, м/с – чисельник, характеристичне значення вітрового тиску, КПа – знаменник	
					літні	зимові
1.	Чоп	100,0	22°18'	48°21'	$\frac{23,71}{0,34}$	$\frac{19,61}{0,23}$
2.	Батьово	102,5	22°23'	48°22'	$\frac{23,71}{0,34}$	$\frac{19,61}{0,23}$
3.	Мукачево	116,5	22°44'	48°26'	$\frac{24,08}{0,35}$	$\frac{20,11}{0,24}$
4.	Велика Паладь	120,0	22°53'	47°59'	$\frac{24,04}{0,35}$	$\frac{20,09}{0,24}$
5.	Виноградово	127,4	23°02'	48°08'	$\frac{24,09}{0,35}$	$\frac{20,22}{0,25}$
6.	Довге	166,0	23°16'	48°21'	$\frac{24,69}{0,37}$	$\frac{20,87}{0,27}$
7.	Іршава	141,5	23°02'	48°18'	$\frac{24,37}{0,36}$	$\frac{20,47}{0,26}$
8.	Перечин	142,0	22°28'	48°44'	$\frac{25,71}{0,40}$	$\frac{22,84}{0,31}$
9.	Буштино	195,8	23°19'	48°02'	$\frac{20,62}{0,24}$	$\frac{20,42}{0,25}$
10.	Свалява	203,5	23°00'	48°32'	$\frac{23,88}{0,35}$	$\frac{20,09}{0,24}$
11.	Тячів	210,0	23°34'	48°00'	$\frac{20,92}{0,27}$	$\frac{20,62}{0,26}$
12.	Бедевля, Тересва	225,2	23°39'	48°02'	$\frac{21,23}{0,27}$	$\frac{20,83}{0,26}$
13.	Поляна	242,0	22°58'	48°36'	$\frac{23,07}{0,32}$	$\frac{20,07}{0,24}$
14.	Діброва	250,0	23°51'	48°00'	$\frac{21,75}{0,28}$	$\frac{21,17}{0,27}$
15.	Великий Бичків	290,9	24°00'	47°58'	$\frac{22,60}{0,31}$	$\frac{21,74}{0,29}$
16.	г. Глибока	301,1	22°24'	48°32'	$\frac{28,18}{0,48}$	$\frac{25,73}{0,40}$
17.	Дубове	363,7	23°53'	48°10'	$\frac{23,74}{0,34}$	$\frac{23,23}{0,33}$
18.	Кобилецька Поляна	387,3	24°05'	48°03'	$\frac{24,10}{0,35}$	$\frac{23,54}{0,33}$
19.	Вільшани	420,0	23°37'	48°20'	$\frac{25,41}{0,39}$	$\frac{23,60}{0,34}$
20.	Воловець	472,9	23°12'	48°42'	$\frac{21,22}{0,27}$	$\frac{20,01}{0,24}$
21.	Усть-Чорна	502,0	23°56'	48°19'	$\frac{26,10}{0,42}$	$\frac{25,49}{0,40}$
22.	Кваси	513,0	24°09'	47°55'	$\frac{30,84}{0,59}$	$\frac{21,68}{0,29}$
23.	г. Свалявка	525,0	22°49'	43°40'	$\frac{29,56}{0,53}$	$\frac{21,01}{0,38}$
24.	Богдан	525,0	24°21'	48°02'	$\frac{30,98}{0,59}$	$\frac{21,95}{0,29}$
25.	Буковець	550,0	22°57'	48°54'	$\frac{22,14}{0,30}$	$\frac{21,20}{0,27}$
26.	г. Чорна Гора (Виноградів)	565,0	23°03'	48°09'	$\frac{26,86}{0,44}$	$\frac{26,86}{0,44}$
27.	Лопухів	615,0	23°58'	48°22'	$\frac{28,09}{0,48}$	$\frac{27,39}{0,46}$
28.	Ясіня	636,6	24°22'	48°16'	$\frac{32,23}{0,63}$	$\frac{24,45}{0,36}$

Закінчення таблиці 7

№ з/п	Назва перехідних станцій, населених пунктів, вершин, перевалів	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Географічна довгота, град., мін.	Географічна широта, град., мін.	Максимальна: швидкість вітру, м/с – чисельник, характеристичне значення вітрового тиску, КПа – знаменник	
					літні	зимові
29.	Перевал Пшеленч-Бескид	790,0	22°42'	49°05'	$\frac{33,39}{0,68}$	$\frac{29,21}{0,52}$
30.	г. Прапор	819,0	22°29'	48°59'	$\frac{33,80}{0,70}$	$\frac{29,67}{0,54}$
31.	Перевал Середньо-Верецький	839,0	23°09'	48°48'	$\frac{28,76}{0,50}$	$\frac{28,16}{0,48}$
32.	г. Дарвайка	883,0	23°45'	48°28'	$\frac{34,99}{0,74}$	$\frac{29,98}{0,54}$
33.	г. Хмелів	887,0	24°67'	47°55'	$\frac{35,04}{0,75}$	$\frac{30,07}{0,55}$
34.	Перевал Вишківський	930,0	23°37'	48°42'	$\frac{30,84}{0,58}$	$\frac{30,36}{0,56}$
35.	Первал Яблунецький	931,0	24°26'	48°18'	$\frac{35,53}{0,77}$	$\frac{31,05}{0,59}$
36.	г. Маковиця	978,0	22°36'	48°39'	$\frac{36,10}{0,79}$	$\frac{32,20}{0,63}$
37.	Перевал Бескид	981,0	23°20'	48°45'	$\frac{32,01}{0,63}$	$\frac{31,59}{0,61}$
38.	г. Дахманів	1017,0	22°57'	48°29'	$\frac{35,72}{0,78}$	$\frac{34,90}{0,74}$
39.	г. Мокра	1225,0	23°55'	48°2Г	$\frac{38,82}{0,92}$	$\frac{37,65}{0,86}$
40.	г. Верхні Дебрі	1237,0	24°28'	48°15'	$\frac{38,80}{0,918}$	$\frac{37,50}{0,858}$
41.	г. Угорська	1294,0	24°07'	48°16'	$\frac{39,60}{0,95}$	$\frac{39,19}{0,93}$
42.	г. Кук	1361,0	23°24'	48°28'	$\frac{40,18}{0,98}$	$\frac{40,57}{1,00}$
43.	г. Кукуль	1539,0	24°32'	48°08'	$\frac{42,10}{1,081}$	$\frac{44,20}{1,192}$
44.	г. Братківська	1788,0	24°1Г	48°22'	$\frac{44,90}{1,228}$	$\frac{49,70}{1,507}$
45.	г. Стіг	1850,0	24°33',5	48°57'	$\frac{45,00}{1,235}$	$\frac{43,41}{1,149}$
46.	г. Чорна Гора (Рахів)	2020,0	24°37',5	48°02',5	$\frac{47,40}{1,37}$	$\frac{54,80}{1,832}$

### Висновки.

1. У природному середовищі кліматичні параметри взаємозамінні і взаємопов'язані, що доведено при застосуванні у формулах визначення характеристичного значення вітрового навантаження (літнього, зимового, середнього, максимального) параметрів: швидкості вітру, атмосферного тиску, температур зовнішнього повітря в липні і січні, отриманих за спостереженнями у 1955–2005 рр. на 9 метеостанціях Закарпатської обл.

2. Результати обчислень середніх і максимальних характеристичних значень вітрових навантажень у січні і липні при застосуванні у формулах висотних коефіцієнтів показали, що обчислення:

а) різниці вітрових тисків, поділеної на різницю абсолютних висот та абсолютних тисків на станціях 1, 2 напрямку 1–2, близькі більш ніж обчислення за коефіцієнтами, вказаними в пункті б);

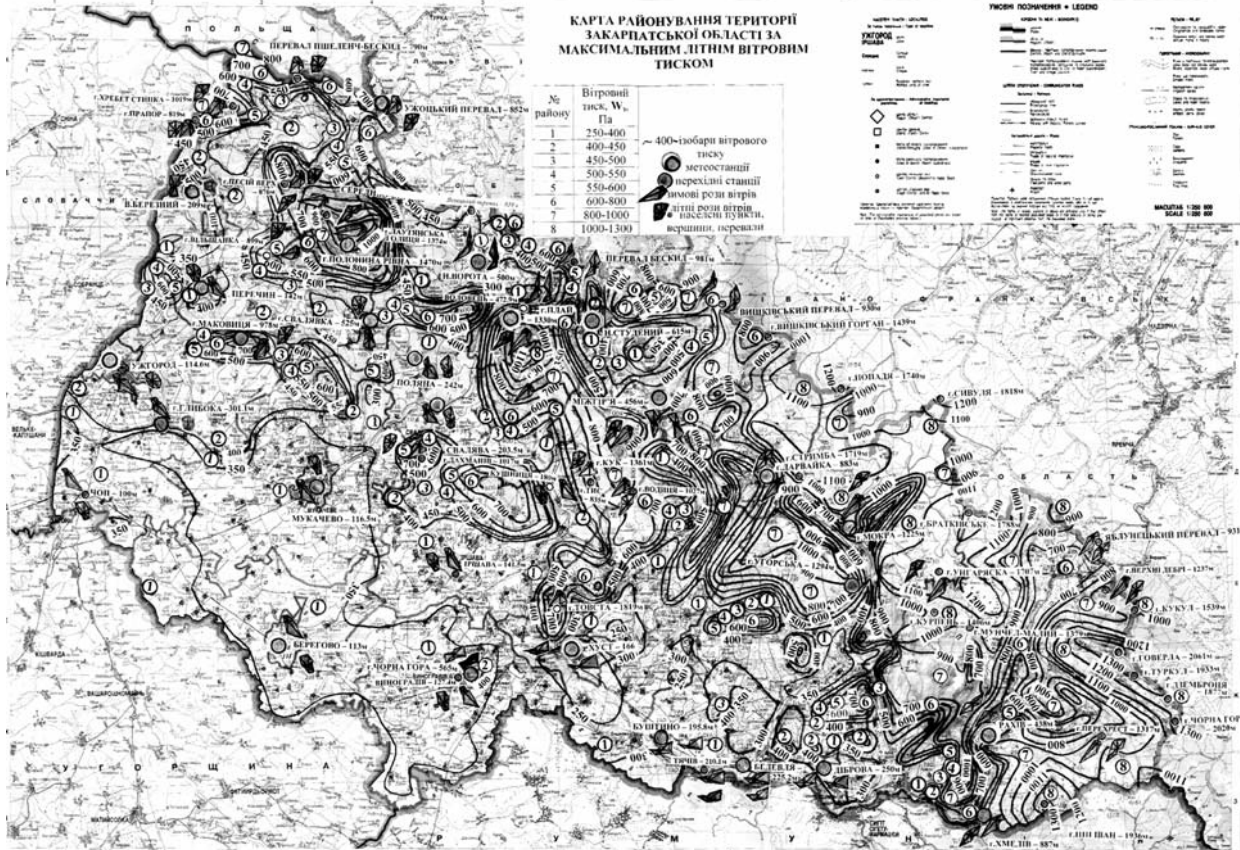
б) обчислення середніх і максимальних характеристичних значень вітрових навантажень на станціях 1, 2 напрямку 1–2 за даними швидкостей вітру і формулою  $W = 0,61v^2$ , тому результати обчислення характеристичних значень вітрових навантажень, отримані при застосуванні коефіцієнтів, зазначених у пункті а) рекомендуються як нормативні.

3. За умови встановлення додаткових метеорологічних постів на вершинах Карпат можна отримати більш точні результати за спостереженнями вітрових параметрів.

4. Обчислені максимальні характеристичні значення вітрових навантажень (літні, зимові) дають можливість застосовувати формули 7, 8 без коефіцієнтів  $\gamma_n^L$  – надійності за граничним розрахунковим значенням та  $\gamma_e$  – надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрових навантажень.



а



б

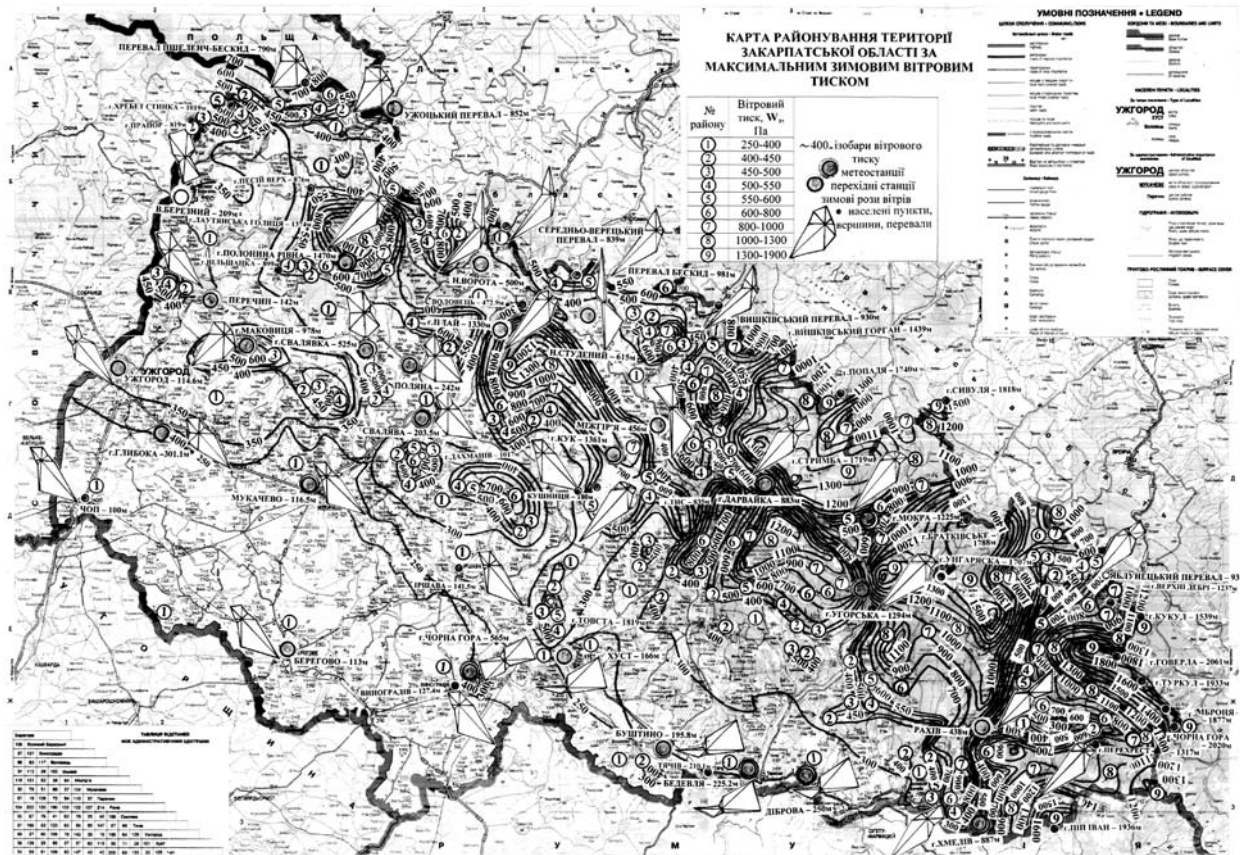


Рис. 7. Карта районування території Закарпатської обл. за максимальним вітровим тиском із нанесенням характерної рози вітрів у липні (а) та січні (б)



5. Прийнята за ДБН В.1.2-2:2006 карта районування території Закарпатської обл. за 2 вітровими районами (400 Па, 450 Па) відображає обчислені показники середнього характеристичного значення вітрового навантаження в січні. Для заповнення «білих плям» рекомендовано територію Закарпатської обл. поділити на 9 вітрових районів за максимальним зимовим вітровим тиском:

- 1 район – 250 – 400 Па;
- 2 район – 400 – 450 Па;
- 3 район – 450 – 500 Па;
- 4 район – 500 – 550 Па;
- 5 район – 550 – 600 Па;
- 6 район – 600 – 800 Па;
- 7 район – 800 – 1000 Па;
- 8 район – 1000 – 1300 Па;
- 9 район – 1300 – 1900 Па;

та за максимальним літнім вітровим тиском на 8 районів:

- 1 район – 250 – 400 Па;
- 2 район – 400 – 450 Па;
- 3 район – 450 – 500 Па;
- 4 район – 500 – 550 Па;
- 5 район – 550 – 600 Па;

- 6 район – 600 – 800 Па;
- 7 район – 800 – 1000 Па;
- 8 район – 1000 – 1300 Па.

6. До висоти 1330 м над рівнем Балтійського моря (м/с Плай) за повторюваністю (%) переважаючими вітрами в Закарпатській обл. є:

- *зимові* – південно-західні (Плай – 45%);  
південно-східні (Ужгород – 38,3%);
- *літні* – північні  
(Н. Ворота – 39,4 %, Н. Студений – 46,5 %).

Для вершин Карпат вище 1330 м над рівнем Балтійського моря такими є наступні:

- *зимові* – південно-західні  
(г. Говерла – 56 %, г. Петрос – 55 %);
- *літні* – південно-західні  
(г. Говерла – 38 %, г. Петрос – 57,5 %).

7. Запропоновані параметри середніх і максимальних характеристичних значень вітрових тисків (зимових і літніх) застосовують для проектування вітрових електростанцій, розрахунку конструкцій висотних будівель і споруд, при складанні генеральних планів населених пунктів, а також їх можна використати при коригуванні чинних будівельних норм і правил.

- [1] ASCE 7-93 1993 and Draft of ASCE 7-95, 1995. Minimum design loads for buildings and other structures. American Society of Civil Engineers, New York. – P. 10–12.
- [2] Андреева Г.К. Некоторые вопросы построения климатических карт [текст] / Андреева Г.К., Бабиченко В.Н. – К.: Укр НигМИ. Вып.131. – 1974. – С. 106–116.
- [3] Бабиченко В.Н. Климат Ужгорода [текст]/Бабиченко В.Н. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 190 с.
- [4] Бudyко М.И. Климат в прошлом и будущем [текст] / Бudyко М.И. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 351 с.
- [5] Бучинский И.Е. Климат Украины [текст] / Бучинский И.Е. – Л.: Гидрометеоздат, 1960. – 130 с.
- [6] Гук М.І. Клімат Української РСР [текст] / Гук М.І., Половко І.К., Прихотько Г.Ф. – К.: Радянська школа, 1958. – 72 с.
- [7] Гук Я.С. Визначення рекомендованих нормативних параметрів тиску для населених пунктів, окремих вершин і перевалів Закарпатської області / Гук Я.С. – Ужгород: Науковий вісник УжНУ. Серія Фізика. Вип.19. – 2006. – С. 206–208.
- [8] ДСТУ НБ В.1.1-21:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Будівельний стандарт України. – К.: 2010. – 55 с.
- [9] Закарпатська область. Загальногеографічна карта м-б 1:250 000 / – К.: АГП. – 2006. – 1 лист.
- [10] Кінаш Р.І. Методика визначення параметрів будівельної кліматології для населених пунктів, вершин і перевалів Закарпатської області / Кінаш Р.І., Гук Я.С. – Львів: Problems of the Technical Meteorology, 22-26 may, 2006. – 2006. – P. 50–56.
- [11] Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування ДБН В.1.2-2:2006/– К.: Мінбуд України. – 2006. – 35 с.
- [12] СНИП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования/– М.: Стройиздат. – 1985. – 35 с.
- [13] СНИП 2.01.01.82 Строительная климатология и геофизика – М.: Стройиздат. – 1983. – 136 с.
- [14] Kinash Roman Technique of Determination the Parameters of snowloads for Towns, peaks and Passes of Carnation region / Kinash R.I., Huck J.S. – Canada: Snow Engineering VI, June 1-5, 2008.

Надійшла 17.02.2016 р.