

МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ І КАРТОГРАФІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЇХ У ФОРМУЛАХ ВИЗНАЧЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ І ВПЛИВІВ НА КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД У ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Р. Кінаш, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-6715-9583

*Львівський національний аграрний університет
Гірничо-металургійна академія (м. Краків, Польща)*

Я. Гук, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-0691-2241

Ужгородський національний університет

<https://doi.org/10.31734/architecture2021.22.026>

Кінаш Р., Гук Я. Методика обчислення геодезичних і картографічних параметрів та застосування їх у формулах визначення кліматичних навантажень і впливів на конструкції будівель і споруд у Закарпатській області

Наведені результати детального вивчення снігових, вітрових навантажень на будівлі і споруди, глибину промерзання ґрунту, температуру повітря і ґрунту, сонячну радіацію. Застосування у розрахунках будівельних конструкцій норм СNiП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» часто спричиняло руйнування будівель і споруд. Застосування геодезичних і картографічних параметрів для напрямків між метеостанціями та перехідними метеостанціями і даних 130-річних спостережень (1890–2020 рр.) за кліматичними навантаженнями і впливами на 9-ти метеостанціях Закарпаття дає змогу за методикою напрямків і висотно-кліматичних, східно-довготних кліматичних, північно-широтних кліматичних коефіцієнтів визначити для кожного населеного пункту, вершини і перевалу Українських Карпат дані за сніговими, вітровими навантаженнями на будівлі та споруди, глибину промерзання ґрунту, температуру повітря і ґрунту, сонячну радіацію та інші кліматичні нормативи. Обчислення геодезичних і картографічних параметрів з точним нанесенням на карту Закарпатської області масштабу 1:250000 місць розташування: 9-ти метеостанцій, 17-ти перехідних метеостанцій, населених пунктів, вершин і перевалів, 8-ми напрямків між 8-ми метеостанціями та метеостанцією Плай – 1330 м, 9-ти напрямків між 9-ти метеостанціями та найвищою вершиною Українських Карпат г. Говерлою – 2061 м – з використанням їх у формулах обчислень нормативних кліматичних навантажень і впливів на конструкції будівель і споруд на базі результатів 130-річних (1890–2020 рр.) спостережень на 9-ти метеостанціях Закарпаття – актуальна наукова новизна.

Застосування даних параметрів для проєктування будівельних конструкцій унеможливить руйнування будівель і споруд у результаті природних катаклізмів.

Ключові слова: метеостанції, перехідні метеостанції, напрямки між метеостанціями (перехідними метеостанціями), кліматичні навантаження і впливи, геодезичні і картографічні параметри напрямків, висотно-кліматичні, східно-довготні та північно-широтні кліматичні коефіцієнти.

Kinash R., Huk Ya. Method of calculation of the geodetic and cartographic parameters and their use in the formula for measuring the climate loads and impact on the design of buildings and structures in Transcarpathian region

The paper presents results of the detailed study of snow and wind loads on buildings and structures, the depth of soil freezing, air and soil temperature, solar radiation. The application of SNiP 2.01.07-85 «Loads and impacts» in the calculations of building structures often caused the destruction of buildings and structures. Application of geodetic and cartographic parameters for the directions between meteorological stations and transitional meteorological stations and the data of 130 annual observations (1890–2020) on climatic loadings and influences on 9 meteorological stations of Transcarpathia allows by a technique of directions and altitude-climatic, east-longitudinal climatic -latitude of climatic coefficients to determine for each settlement, peak and pass of the Ukrainian Carpathians data on snow, wind loads on buildings and structures, depth of soil freezing, air and soil temperature, solar radiation and other climatic standards. Calculation of the geodetic and cartographic parameters with the accurate mapping of Transcarpathian region at the scale of 1:250,000 locations: 9 meteorological stations, 17 transitional meteorological stations, settlements, peaks and passes, 8 directions between 8 meteorological stations and meteorological station Play – 1330m, 9 directions between 9 meteorological stations and the highest peak of the Ukrainian Carpathians Hoverla – 2061m using them in the formulas of calculations of normative climatic loads and influences on the construction of buildings and structures based on the results of 130 annual (1890–2020) observations at 9 meteorological stations in Transcarpathian region is a topical scientific novelty.

The use of these parameters for the design of building structures will prevent the destruction of buildings and structures as a result of natural disasters.

Key words: meteorological stations, transitional stations, directions between meteorological stations (transitional meteorological stations), climatic loads and influences, geodetic and cartographic parameters of directions, altitude-climatic coefficients.

Постановка проблеми. Інформація про атмосферний тиск, сонячну радіацію, снігові, вітрові, температурні навантаження і впливи та про максимальну глибину промерзання ґрунту подана недостатньо у національних і міжнародних нормах та атласах районування територій, особливо не точно – для гірських районів України: Українських Карпат і Криму.

Застосування у розрахунках будівельних конструкцій норм СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» часто спричиняло руйнування будівель і споруд.

Українські ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» не сповна відображають дані про атмосферний тиск, сонячну радіацію, снігові, вітрові, температурні параметри, тому гірські території залишились «білими плямами» на картах районування. Українські Карпати – це унікальний регіон країни, який щороку привертає до себе дедалі більшу увагу в туристичній сфері, екології, кліматичних навантаженнях на будівельні конструкції, ґрунтознавстві, біології та в багатьох інших галузях народного господарства. Територія потребує додаткового вивчення. Наявні 9 метеостанцій у Закарпатській області, найвища з яких Плай – 1330 м – і сусідня метеостанція Пожежевська – 1451 м, що в Івано-Франківській області, частково висвітлюють кліматичні параметри території до висоти 1500 м над рівнем Балтійського моря.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найвагомішою науковою працею з термічного режиму Українських Карпат є монографія «Тепловий і водний режим Українських Карпат» [2].

У статті [1] подано результати вимірювання температури на схилі кількох гір. У статтях [2–4] використано дані дистанційного зондування Землі для з'ясування термічних особливостей Українських Карпат. Статті [5; 6] пропонують методику визначення напрямків і висотних коефіцієнтів для температурних параметрів території Закарпатської області.

Постановка завдання. Наше завдання – детальне вивчення снігових, вітрових навантажень на будівлі і споруди, глибину промерзання ґрунту, температуру повітря і ґрунту, сонячну радіацію й інші кліматичні нормативи для досліджень у 1890–2020 роках з використанням даних спостережень на 9-ти метеостанціях Закарпатської області.

Виклад основного матеріалу. Методика обчислень кліматичних навантажень і впливів на будівельні конструкції будівель і споруд у Закарпатській області зводиться до застосування у

формулах значень геодезичних і картографічних параметрів напрямків між 8-ми метеостанціями і метеостанцією Плай – 1330 м – і для контролю обчислень напрямків між 9-ти метеостанціями і найвищою вершиною Українських Карпат – г. Говерлою – 2061 м. Для цього використана карта масштабу 1:250000 (один см на карті відповідає 2,5 км на місцевості) (рис. 1) [1–4; 10].

На карті (див. рис.) відображено рельєф території Закарпатської області, згідно з яким за пропорційним відношенням між висотами та віддальми обчислені висоти над рівнем Балтійського моря для 9-ти метеостанцій, 17-ти перехідних метеостанцій, населених пунктів, вершин і перевалів, а також віддалі між метеостанціями і перехідними метеостанціями (протяжність напрямків у кілометрах).

Обчислення геодезичних і картографічних координат. Окремо обчислено такі геодезичні і картографічні параметри напрямків:

а) на карті розграфлені квадрати рамок розміром 7,5 см×7,5 см (на місцевості 18,75 км×18,75 км), на яких указані географічні координати: східна довгота, λ , через 15' і північна широта, φ , через 10'.

Квадрати рамок карти пронумеровані по широті українськими літерами з півночі на південь: А, Б, В, Г, Д, У, Ж, З, тобто від 47°50' до 48°50' (через 10'), а зі сходу на захід – по східній довготі цифрами: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, тобто від 22°00' до 24°45' (через 15'). Для читання кожного квадрата рамок карти слід об'єднювати букви і цифри, приміром, А-1, А-2, Б-1, Б-2, ..., З-11.

Для обчислення географічних координат точки Х (метеостанції, перехідні метеостанції, населені пункти, вершини і перевали) застосовані формули: для східної довготи:

$$\lambda_X = \lambda_1 + \frac{15'}{7,5} \cdot L_X, \quad (1)$$

де: λ_X – східна довгота т.Х (град., мін., сек.); L_X – віддаль від значення координати рамки λ_1 до т.Х, см; λ_1 – значення координати на карті східної довготи рамки (західна лінія рамки, від заходу на схід), (град., мін.); для північної широти:

$$\varphi_X = \varphi_1 + \frac{10}{7,5} \cdot L_X, \quad (2)$$

де: φ_X – північна широта т.Х (град., мін., сек.); L_X – віддаль на карті від значення координати південної сторони рамки до т.Х, см; φ_1 – значення координати північної широти рамки (від півдня на північ).

Таблиця 1

Результати обчислень географічних координат: північних широт і східних довгот, висот над рівнем Балтійського моря для перехідних метеостанцій Закарпатської області

№ з/п	Назва перехідних метеостанцій	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Географічні координати	
			Східна довгота, λ, град., мін., сек.	Північна широта, φ, град. мін., сек.
1.	Перечин	142,0	22°28'	48°44'
2.	г. Глибока	301,1	22°24'	48°32'
3.	г. Маковиця	978,0	22°34'30"	48°39'
4.	Мукачево	116,5	22°44'	48°26'
5.	г. Чорна Гора	565,0	23°03'	48°09'
6.	Свалява	203,5	23°00'	48°32'
7.	г. Полонина Рівна	1470,0	22°49'	48°47'
8.	Поляна	242,0	22°58'	48°36'
9.	Ужоцький перевал	852,0	22°54'	49°00'
10.	г. Кук	1361,0	23°24'	48°28'
11.	Буштино	195,8	23°19'	48°02'
12.	Бедевя	225,2	23°39'	48°02'
13.	Діброва	250,0	23°51'	48°00'
14.	г. Хмелів	887,0	24°07'	47°55'
15.	г. Угорська	1294,0	24°07'	48°16'
16.	г. Мокра	1225,0	23°55'	48°21'
17.	г. Дарвайка	883,0	23°45'	48°28'

Результати обчислень. У табл. 1 подані результати обчислень географічних координат і висот над рівнем Балтійського моря для 17-ти перехідних метеостанцій, а на карті (рис. 1) в окремій таблиці – параметри для 9-ти метеостанцій Закарпатської області.

б) дирекційний кут – це горизонтальний кут, ДК, який відлічують за ходом годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана або лінії, паралельної йому, до напрямку заданої лінії (лінії напрямку між метеостанціями або перехідними метеостанціями, 1-2). Дирекційний кут змінюється від 0° до 360°.

Румбом називають гострий горизонтальний кут, який відлічується від найближчого напрямку меридіана (північного або південного) до заданого напрямку лінії (лінії напрямку між метеостанціями або перехідними метеостанціями, 1-2).

Румби визначаються за чвертями круга від півночі і півдня (за градусами, мінутами, секундами) в межах: від 0° до 90° – I чверть, від 90° до 180° – II чверть, від 180° до 270° – III чверть, від 270° до 360° – IV чверть.

Румб, що перебуває в I чверті, дорівнює дирекційному куту і позначається: ПнСх X°.

Румб, що перебуває у II чверті, обчислюється за формулою:

$$R_{II\text{чв.}}^0 = 180^0 - ДК^0, \quad (3)$$

і позначається: ПдСх X°.

Румб у III чверті обчислюється за формулою:

$$R_{III\text{чв.}}^0 = ДК^0 - 180^0, \quad (4)$$

і позначається: ПдЗах X°.

Румб у IV чверті обчислюється за формулою:

$$R_{IV\text{чв.}}^0 = 360^0 - ДК^0, \quad (5)$$

і позначається: ПнЗах X°.

Значення дирекційних кутів і румбів для 8-ти напрямків між 8-ми метеостанціями і м/с Плай – 1330 м – подані в табл. 2.

Обчислення значень дирекційних кутів і румбів для 9-ти напрямків між 9-ти метеостанціями і г. Говерла – 2061 м – подані в табл. 3;

в) ухили ліній напрямків між метеостанціями 1–2 обчислюються за формулою:

$$tg\alpha_{1-2} = \frac{H_2 - H_1}{L_{\text{напр.}}}, \quad (6)$$

де: $tg\alpha_{1-2}$ – ухил лінії між метеостанціями 1, 2 напрямку 1-2; $L_{\text{напр.}}$ – довжина лінії напрямку між метеостанціями 1, 2, км; H_1, H_2 – висота над рівнем Балтійського моря метеостанцій 1, 2, км.

Кут ухилу лінії напрямку між м/с 1 до м/с 2 обчислюється за формулою:

$$\alpha = arctg\alpha. \quad (7)$$

Ухили і кути ухилів ліній напрямків між 8-ма метеостанціями і метеостанцією Плай – 1330 м – подані в табл. 3, а також відображені на карті (див. рис.).

Таблиця 2

Результати обчислень дирекційних кутів, румбів, ухилів, кутів ухилів, протяжностей напрямків між 8-ми метеостанціями і м/с Плай – 1330 м Закарпатської області

№ з/п	Назва напрямків з висотами м/с, м	Протяжність напрямків, км	Дирекційний кут, град. мін.	Румб, град. мін.	Ухил, tga,	Кут ухилу, α, град. мін. сек.
1.	В. Березний – 209 м ÷ Плай – 1330 м	59,0	111°0'	ПнСх 69°0'	0,019	1°05'
2.	Ужгород – 114,6 м ÷ Плай – 1330 м	66,0	85°0'	ПнСх 85°0'	0,01841	1°03'15"
3.	Н. Ворота – 500 м ÷ Плай – 1330 м	12,5	140°0'	ПдСх 40°0'	0,0604	3°48'
4.	Н. Студений – 615 м ÷ Плай – 1330 м	11,5	255°0'	ПдЗах 75°0'	0,06217	3°33'
5.	Берегово – 113 м ÷ Плай – 1330 м	66,25	40°0'	ПнСх 40°0'	0,01836	0°30'15"
6.	Рахів – 438 м ÷ Плай – 1330 м	101,25	309°0'	ПнЗах 51°0'	0,008809	1°05'
7.	Міжгір'я – 456 м ÷ Плай – 1330 м	16,18	306°0'	ПнЗах 54°0'	0,054017	3°06'
8.	Хуст – 166 м ÷ Плай – 1330 м	54,25	351°0'	ПнЗах 09°0'	0,02145	1°14'

Таблиця 3

Результати обчислень дирекційних кутів, румбів, ухилів, кутів ухилів, віддалей для 9-ти напрямків між 9-ма метеостанціями Закарпатської області і г. Говерла – 2061 м

№ з/п	Назва напрямків з висотами м/с, м	Протяжність, напрямків, км	Дирекційний кут, град. мін.	Румб, град. мін.	Ухил, tga,	Кут ухилу, α, град. мін. сек.
1.	Рахів – 438 м ÷ г. Говерла – 2061 м	27,0	62°0'	ПнСх 62°0'	0,06011	3°26'
2.	Міжгір'я – 456 м ÷ г. Говерла – 2061 м	87,5	118°0'	ПдСх 62°0'	0,01834	1°03'
3.	Н. Студений – 615 м ÷ г. Говерла – 2061 м	105,0	125°0'	ПдСх 58°0'	0,01377	0°47'
4.	г. Плай – 1330 м ÷ г. Говерла – 2061 м	112,5	117°0'	ПдСх 63°0'	0,06649	0°22'27"
5.	Н. Ворота – 500 м ÷ г. Говерла – 2061 м	124,5	120°0'	ПдСх 60°0'	0,01253	0°43'
6.	В. Березний – 209 м ÷ г. Говерла – 2061 м	190,0	120°0'	ПдСх 60°0'	0,009747	0°33'30"
7.	Берегово – 113 м ÷ г. Говерла – 2061 м	136,75	90°0'	Сх 90°0'	0,01424	0°49'07"
8.	Ужгород – 114,6 м ÷ г. Говерла – 2061 м	171,75	103°0'	ПдСх 77°0'	0,01133	0°39'
9.	Хуст – 166 м ÷ г. Говерла – 2061 м	91,75	88°0'	ПнСх 88°0'	0,02065	1°11'

Для обчислення кліматичних навантажень на конструкції будівель і споруд [5–9] використані дані спостережень за кліматичними параметрами на 9-ти метеостанціях Закарпатської області за 130 років (1890–2020 рр.) і обчислені геодезичні та

картографічні параметри напрямків між метеостанціями (перехідними метеостанціями) та виражені за формулами:

$$P_{cm.X} = P_{cm.1} \pm K_{вус.} \cdot (H_{cm.X} - H_{cm.1}), \quad (8)$$

$$K_{вис.} = \frac{P_{cm.2} - P_{cm.1}}{H_{cm.2} - H_{cm.1}}, \quad (9)$$

$$P_{cm.X} = P_{cm.1} \pm K_{довг.} \cdot (\lambda_{cm.X} - \lambda_{cm.1}), \quad (10)$$

$$K_{довг.} = \frac{P_{cm.2} - P_{cm.1}}{\lambda_{cm.2} - \lambda_{cm.1}}, \quad (11)$$

$$P_{cm.X} = P_{cm.1} \pm K_{шир.} \cdot (\varphi_{cm.X} - \varphi_{cm.1}), \quad (12)$$

$$K_{шир.} = \frac{P_{cm.2} - P_{cm.1}}{\varphi_{cm.2} - \varphi_{cm.1}}, \quad (13)$$

де: $P_{ст.X}$, $P_{ст.1}$, $P_{ст.2}$ – кліматичні параметри на станціях X, 1, 2; $H_{ст.X}$, $H_{ст.1}$, $H_{ст.2}$ – висоти над рівнем Балтійського моря на станціях X, 1, 2, (м); $\lambda_{ст.X}$, $\lambda_{ст.1}$, $\lambda_{ст.2}$ – східні довготи на станціях X, 1, 2, (град. мін. сек.); $\varphi_{ст.X}$, $\varphi_{ст.1}$, $\varphi_{ст.2}$ – північні широти на станціях X, 1, 2, (град. мін. сек.); $K_{вис.}$ – висотно-кліматичний коефіцієнт; $K_{довг.}$ – східно-довготний кліматичний коефіцієнт; $K_{шир.}$ – північно-широтний кліматичний коефіцієнт.

Висновки. Застосування геодезичних і картографічних параметрів для напрямків між метеостанціями і перехідними метеостанціями і даних 130-річних спостережень (1890–2020 рр.) за кліматичними навантаженнями і впливами на 9-ти метеостанціях Закарпаття дає змогу за методикою напрямків і висотно-кліматичних, східно-довготних кліматичних, північно-широтних кліматичних коефіцієнтів визначити для кожного населеного пункту, вершини і перевалу Українських Карпат дані за сніговими, вітровими навантаженнями на будівлі і споруди, глибину промерзання ґрунту, температуру повітря і ґрунту, сонячну радіацію й інші кліматичні нормативи. Застосування цих параметрів для проектування унеможливить руйнування будівель і споруд у результаті природних катаклізмів.

Бібліографічний список

1. Андреев Н. В. Топография картография: факультативный курс. 2-е изд., перераб. Москва: Просвещение, 1985.
2. Андреев Н. В. Методическое пособие по факультативному курсу «Топография и картография». 2-е изд., перераб. Москва: Просвещение, 1985.
3. Андреева Г. К., Бабиченко Н. В. Некоторые вопросы построения климатических карт. Киев: УкрНИГМИ. Вып. 131. 1974. С. 106–116.
4. Аверхиев М. С. Метеорология. Москва: Изд. МГУ, 1951.
5. Гук Я. С. Розрахунок параметрів сонячної радіації в межах 48°03' – 49°32'16" північної широти для населених пунктів Закарпатської області. *Науковий вісник УжНУ. Серія Фізика*. 2006. Вип. 19. С. 206–208.
6. Кінаш Р. І., Гук Я. С. Методика визначення параметрів будівельної кліматології для населених пунктів, вершин і перевалів Закарпатської області. Львів: Problems of the Technical Meteorology.
7. Кінаш Р. І., Гук Я. С. Методика визначення снігових навантажень в географічно-довготних напрямках для населених пунктів і вершин Українських Карпат в межах Закарпатської області. Рівне: *Ресурсо-економні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*: зб. наук. пр. 2008. Вип. 16, ч. I. С. 170–178.
8. Кінаш Р. І., Гук Я. С. Методика визначення снігових навантажень в географічно-широтних напрямках для населених пунктів і вершин Українських Карпат в межах Закарпатської області. *Науковий вісник НУ «Львівська політехніка»*. 2007. № 5. С. 110–117.
9. Kinash R. I., Huck J. S. Technique of Determination the Parameter of snow loads for Tomns, Peaks and Passes of Carpatian region. Canada: Snow Engineering VI. 2008 June. № 1–5.
10. Закарпатська область. Загальногеографічна карта, м-б 1: 250000. Київ: АГП, 2006. 1 лист.

Стаття надійшла 31.08.2021