

Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури

Пашинський Микола Вікторович

УДК 624.042.5

**ТЕРИТОРІАЛЬНЕ РАЙОНУВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ
НАВАНТАЖЕНЬ І ВПЛИВІВ НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ**

05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Центральнотехнічному національному технічному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Філімоніхін Геннадій Борисович,
завідувач кафедри деталей машин і прикладної
механіки Центральнотехнічного національного технічного університету

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Пічугін Сергій Федорович,
завідувач кафедри конструкцій з металу, дерева
та пластмас Полтавського національного
технічного університету імені Юрія
Кондратюка;

кандидат технічних наук, доцент
Пушкар Наталя Володимирівна
професор кафедри залізобетонних конструкцій
та транспортних споруд Одеської державної
академії будівництва та архітектури

Захист дисертації відбудеться „15“ січня 2019 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.085.01 в Одеській державній академії будівництва та архітектури за адресою: 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, ауд. а.360.

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Одеської державної академії будівництва та архітектури за адресою: 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4

Автореферат розісланий „ 13 “ грудня 2018 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
к.т.н., доцент

С.О. Кровяков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Кліматичні навантаження є одними з найбільш мінливих величин, що враховуються в розрахунках несучих будівельних конструкцій, тому точність і достовірність їх визначення істотно впливає на рівень надійності та економічні показники конструкцій. Величини цих навантажень в основному визначаються кліматичними умовами та географічним положенням будівельного об'єкта. В Україні, в країнах Європейського союзу та в більшості країн світу характеристичні значення кліматичних навантажень встановлюють такими, що можуть перевищуватися один раз на 50 років, і визначають за картами територіального районування.

Державні будівельні норми України ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи" містять карти районування території України за характеристичними значеннями чотирьох кліматичних навантажень: ваги снігового покриву, вітрового тиску, товщини стінки ожеледі та вітрового тиску при ожеледі. Порівняно з нормами інших країн Європи, карти ДБН В.1.2-2:2006 мають більш згладжені межі територіальних районів, а тому їх використання може призводити до надмірних запасів при визначенні кліматичних навантажень.

Виходячи з викладеного, удосконалення існуючих та розроблення нових методів територіального районування кліматичних навантажень є актуальним науковим завданням, розв'язання якого може істотно підвищити точність розрахунків несучих будівельних конструкцій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота відповідає переліку напрямів наукових досліджень, зорієнтованих на економії енергоресурсів та підвищення надійності будівельних конструкцій, виконана в рамках тематичного плану науково-дослідницьких робіт кафедри Будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету, у тому числі за темою "Нормування температури атмосферного повітря для теплотехнічних розрахунків огорожувальних конструкцій будівель у Кіровоградській області" (номер державної реєстрації 0113U003620).

Мета роботи: на основі імовірнісного подання метеорологічних даних розробити удосконалені методи визначення й територіального районування характеристичних значень кліматичних навантажень на будівельні конструкції для території України.

Завдання досліджень полягають у наступному:

- 1) проаналізувати відомі закони розподілу екстремумів, обрати раціональний вид закону розподілу для імовірнісного опису послідовностей максимальних значень кліматичних навантажень та виявити точність оцінювання характеристичних значень кліматичних навантажень за імовірнісною моделлю послідовності річних максимумів;
- 2) з використанням реальних метеорологічних даних проаналізувати, порівняти й удосконалити відомі методи визначення кліматичних навантажень в заданій проектній точці;

- 3) обґрунтувати критерії для оцінювання якості територіального районування, проаналізувати точність і запаси карт територіального районування кліматичних навантажень в ДБН В.1.2-2:2006;
- 4) удосконалити методи територіального районування за характеристичними значеннями кліматичних навантажень та розробити технологію їх практичної реалізації;
- 5) за розробленими чи удосконаленими методиками виконати декілька варіантів територіального районування України за характеристичними значеннями кліматичних навантажень та проаналізувати точність розроблених рекомендацій.

Об'єкт дослідження: територіальна мінливість кліматичних навантажень на будівельні конструкції на території України.

Предмет дослідження: територіальне районування характеристичних значень кліматичних навантажень на будівельні конструкції.

Методи дослідження: методи математичної статистики для оброблення результатів метеорологічних спостережень, методи теорії імовірностей і теорії надійності для визначення розрахункових значень кліматичних навантажень, чисельні методи математики та використання засобів векторної графіки для територіального районування характеристичних значень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- вперше розмежовані області доцільного використання законів розподілу екстремумів першого та третього типу залежно від характеристик вибірки максимальних значень навантаження;
- удосконалено методику визначення розрахункових значень кліматичних навантажень за імовірнісною моделлю послідовності річних максимумів;
- вперше математично обґрунтовані інтервали згладжування випадкового поля характеристичних значень, які забезпечують урахування максимально можливого обсягу метеоданих при визначенні навантажень в заданій точці;
- обґрунтоване використання рівня забезпеченості та стандарту відхилень фактичних даних окремих метеостанцій від встановлених районних значень у якості показників запасу та точності територіального районування;
- доведена можливість і доцільність реалізації адміністративно-територіального районування України за характеристичними значеннями кліматичних навантажень.

Практичне значення результатів роботи:

- розроблені практичні рекомендації щодо визначення розрахункових значень кліматичних навантажень за імовірнісною моделлю послідовності річних максимумів з урахуванням характеристик наявної вибірки;
- удосконалена комп'ютерна технологія розроблення карт територіального районування за характеристичними значеннями кліматичних навантажень;
- для включення в нормативні документи державного рівня розроблені карти територіального районування за характеристичними значеннями кліматичних навантажень, а також пропозиції щодо їх адміністративно-територіального районування.

Результати роботи використовувалися при виконанні кваліфікаційних магістерських робіт у Центральнотехнічному національному університеті та прийняті для впровадження в Державні будівельні норми України "Навантаження і впливи".

Особистий внесок здобувача.

Усі наукові та інженерні результати дисертаційної роботи отримані автором особисто під загальним керівництвом д.т.н., професора Філімоніхіна Г.Б. У спільних працях автору належать:

- формування бази даних і статистичний аналіз метеорологічної інформації;
- аналіз та розмежування умов доцільного використання законів розподілу максимумів різних типів;
- обґрунтування, удосконалення та порівняльний аналіз методів визначення характеристичних значень навантажень в заданій проектній точці;
- удосконалення методики та розроблення технології побудови карт територіального районування;
- реалізація адміністративно-територіального та картографічного районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву, максимального тиску вітру, ваги і товщини стінки ожеледі та вітрового тиску при ожеледі.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи оприлюднювались на: Всеукраїнських науково-практичних семінарах "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій" (2015–2016 рр., м. Кіровоград,); Всеукраїнській інтернет-конференції «Інформаційні технології та землеустрій в управлінні територіальним розвитком» (2016 р., м. Полтава), науково-практичній конференції "Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу м. Одеси" (2016 р., м. Одеса), II міжнародній конференції "Експлуатація та реконструкція будівель і споруд" (2017 р., м. Одеса), 5-й міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми інженерної механіки" (2018 р., м. Одеса), міжнародній конференції "Modern methods, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences" (27-28 грудня, 2017 р., м. Радом, Польща), а також на щорічних наукових конференціях ЦНТУ в 2016...2018 роках.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи викладено у 16 наукових працях, серед них: 5 публікацій у наукових фахових виданнях України, 2 у наукових періодичних виданнях іноземних держав, одна з яких включена до міжнародних наукометричних баз, 5 тез доповідей на наукових конференціях, а також 4 статті, що додатково відображають результати роботи, три з яких включено до міжнародних наукометричних баз.

Обсяг і структура роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку літературних джерел з 176 найменувань та трьох додатків. Дисертація викладена на 238 сторінках, у тому числі 161 сторінка основного тексту, 64 таблиці, 52 рисунки, 22 сторінки списку використаних джерел, 22 сторінки додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми досліджень, сформульована мета й завдання роботи, викладена суть основних результатів, відображена їх наукова новизна і практична значимість.

Перший розділ містить огляд літератури з питань дослідження, імовірнісного подання, нормування й територіального районування кліматичних навантажень на будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Сучасна методологія нормування навантажень на будівельні конструкції, яка базується на загальних принципах теорії надійності, започаткована й розвинута в роботах Л.Є. Анапольської, О.О. Бать, В.В. Болотіна, А.Я. Дрівінга, М.В. Заваріної, Р.І. Кінаша, Л.В. Клепікова, В.А. Отставнова, С.Ф. Пічугіна, В.А. Пашинського, А.В. Перельмутера, А.Р. Ржаніцина, Ю.Д. Сухова та інших вчених. Розроблені імовірнісні моделі кліматичних навантажень, загальні принципи та практичні методи визначення розрахункових значень і їх територіального районування стали основою для створення Державних будівельних норм України.

Окремі питання дослідження й нормування кліматичних навантажень і впливів на будівельні конструкції розв'язували Л.Б. Гарцман, В.М. Гордєєв, Т.М. Деркач, В.С. Дорофєєв, Ю.В. Дрижирук, В.К. Єгупов, А.М. Карюк, І.В. Лєдовской, А.В. Махінько, І.В. Молька, П.Д. Окулов, В.В. Пашинський, Н.М. Попович, Н.В. Пушкар, В.О. Семко, Є. Сіміу, С.В. Турбін, І.З. Федик, Ю.І. Федоров, О.Г. Фенко, F. Castino, A. Flaga, I. Holand, M. Kasperski, V. Meloysund, M. O'Rourke, B. Ruszczak, J.A. Zuranski та інші дослідники.

Аналіз літературних джерел показав, що для імовірнісного опису кліматичних навантажень і впливів найчастіше використовується модель послідовності максимальних значень навантаження, яка дозволяє досить просто визначати характеристичні та граничні розрахункові значення за заданим періодом повторюваності. Територіальна мінливість кліматичних навантажень зазвичай відображається картами районування характеристичних значень.

За результатами бібліографічного огляду сформульовані завдання дисертаційного дослідження, які полягають в узагальненні отриманих результатів шляхом побудови карт територіального районування та розробленні пропозицій для включення до державних нормативних документів.

У другому розділі проаналізована методика обчислення розрахункових значень кліматичних навантажень за поширеною імовірнісною моделлю послідовності річних максимумів. При великих значеннях коефіцієнта варіації подвійний експоненціальний закон розподілу Гумбеля, який використовується для імовірнісного опису максимальних значень кліматичних навантажень, дає значну імовірність фізично неможливих від'ємних значень навантаження, що може приводити до похибок при обчисленні розрахункових значень.

Порівняльний аналіз законів розподілу екстремальних значень, описаних в таблиці 1, виконано на модельних прикладах розподілів з коефіцієнтами варіації, характерними для кліматичних навантажень, та на реальних результатах метеорологічних спостережень за вітром і сніговим покривом.

Закони розподілу екстремальних значень

Закон розподілу	Область визначення	Функція розподілу
Гумбеля (тип I)	$-\infty \leq q \leq +\infty$	$F(Q) = \exp \left[-\exp \left(\frac{\alpha - q}{\beta} \right) \right]$ (1)
Розподіл типу II	$q > 0$	$F(q) = \exp \left[-\left(\frac{q}{\beta} \right)^{-\alpha} \right]$ (2)
Вейбулла (тип III)	$q > 0$	$F(q) = 1 - \exp(-\beta \times q^\alpha)$ (3)
Зрізаний Гумбеля	$q > 0$	$F(q) = C \times \exp \left[-\exp \left(\frac{\alpha - q}{\beta} \right) \right] - C + 1$ (4)

Зрізаний розподіл Гумбеля (4) є модифікацією закону розподілу першого типу (1), у якого область визначення обмежується знизу нулем, а імовірність реалізації від'ємних значень $F(0)$ враховується у правій частині розподілу при $q > 0$. Параметри розподілів (1)...(4) визначаються методом моментів за відомими формулами або шляхом розв'язання нелінійних рівнянь чи систем.

Порівняння розрахункових значень навантажень, обчислених за законами розподілу екстремальних значень (1)...(4), виконане на модельному прикладі, який включає 10 розподілів з математичними сподіваннями $M = 100$ та стандартами $S = 20 \dots 200$. Для кожного з 40 розподілів визначені параметри, обчислені розрахункові значення для періодів повторюваності $T = 20 \dots 1000$ років та порівняні з відповідними значеннями, отриманими за законом розподілу Гумбеля, який традиційно застосовується для імовірнісного опису вибірок максимумів змінних навантажень на будівельні конструкції. Загальний характер проведеного аналізу забезпечується значеннями коефіцієнтів варіації $0,2 \leq V \leq 2,0$, які охоплюють увесь можливий діапазон для розподілів річних максимумів кліматичних навантажень.

Порівняно з традиційним розподілом Гумбеля (1), розподіл максимумів другого типу (2) завищує розрахункові значення при великих періодах повторюваності T і малих коефіцієнтах варіації навантаження V . При великих V і малих T розподіл (2) дає менші розрахункові значення, ніж розподіл (1). Закон розподілу (3) завищує розрахункові значення при коефіцієнтах варіації $V \geq 0,8$, причому відсоток перевищень зростає з ростом періоду повторюваності. Зрізаний розподіл Гумбеля (4) можна використовувати лише при коефіцієнтах варіації $V < 1$ і в усіх випадках він завищує розрахункові значення порівняно з (1). При $V < 0,6$ це завищення є незначним, а з ростом V і T воно зростає до 13%.

Окрім модельних прикладів, проаналізовані вибірки річних максимумів ваги снігового покриву, швидкості та тиску вітру на 20-ти метеостанціях, які розміщені в різних географічних районах України і для яких наявні досить тривалі ряди спостережень. Коефіцієнти варіації річних максимумів ваги снігового покриву змінюються від 0,48 до 0,96, швидкості вітру – від 0,12 до 0,35, а вітрового тиску – від 0,24 до 0,68. Широкий діапазон зміни числових характеристик забезпечив отримання досить загальних висновків щодо меж придатності розглянутих законів розподілу екстремумів. Результати перевірки

узгодженості законів розподілу (1)...(4) з 60 вибірками річних максимумів наведені в таблиці 2, де вказані кількості вибірок, яким не суперечать проаналізовані закони розподілу на рівнях значимості $\alpha = 0,05$ та $\alpha = 0,01$.

Таблиця 2

Узагальнені результати перевірки узгодженості законів розподілу чотирьох типів з вибірками річних максимумів кліматичних навантажень

Навантаження і впливи	Кількості розподілів, що не суперечать вибіркам							
	на рівні значимості $\alpha=0,05$				на рівні значимості $\alpha=0,01$			
	тип 1	тип 2	тип 3	(4)	тип 1	тип 2	тип 3	(4)
Вага снігу	17	0	17	20	17	0	20	20
Тиск вітру	4	0	1	2	8	2	2	5
Швидкість вітру	13	4	3	11	16	6	6	13
Усі навантаження	34	4	21	33	41	8	28	38

Дані таблиці 2 показують, що закон розподілу другого типу погано узгоджується з дослідними даними. Інші закони розподілу краще узгоджуються з даними по швидкості вітру, ніж з вітровим тиском. Закон розподілу першого типу не суперечить переважній більшості даних по вазі снігового покриву та по швидкості вітру. Закон розподілу третього типу узгоджується з дослідними даними при великих коефіцієнтах варіації, та дещо гірше – при малих коефіцієнтах варіації. Зрізаний розподіл Гумбеля краще, ніж розподіл першого типу, узгоджується з вибірками, які мають великі коефіцієнти варіації.

Виходячи з отриманих результатів, для імовірнісного опису вибірок річних максимумів ваги снігового покриву та швидкості вітру можна рекомендувати використання законів розподілу Гумбеля (1) та Вейбулла (3). Розрахункові значення вітрового навантаження краще визначати через попередньо визначені розрахункові значення швидкості вітру.

Межі раціонального використання законів розподілу екстремумів першого та третього типу встановлені з умови забезпечення запасів надійності при визначенні розрахункових значень навантажень. Для імовірнісного опису вибірок річних максимумів кліматичних навантажень при коефіцієнтах варіації, менших за 0,85...1,0, слід використовувати закон розподілу Гумбеля (1), а при більших значеннях коефіцієнтів варіації – закон розподілу Вейбулла (3).

Виходячи з запропонованого В.А. Пашинським показника точності у вигляді нормованої похибки розрахункового значення, з урахуванням періоду повторюваності характеристичного значення $T=50$ років та встановленої за експериментальними даними залежності стандарту вибірки річних максимумів від характеристичного значення навантаження, отримана наближена формула для стандарту оцінки характеристичного значення

$$S_Q = 0,6 Q_0 / \sqrt{N} \quad (5)$$

де Q_0 – характеристичне значення навантаження; N – обсяг вибірки річних максимумів, за якою обчислене Q_0 .

У третьому розділі проаналізовані та удосконалені методи визначення характеристичних значень кліматичних навантажень в заданій географічній точці території (далі – проектна точка) за даними метеорологічних станцій регіону. Для цього сформована база метеорологічних даних 172 рівнинних метеостанцій України, яка включає статистичні характеристики річних максимумів і характеристичні значення ваги снігового покриву, ваги ожеледі, максимального тиску вітру та тиску вітру при ожеледі. За цими даними описаними нижче методами обчислені характеристичні значення чотирьох навантажень у п'яти проектних точках, розміщених в районах міст Кропивницький, Львів, Ніжин, Харків та Херсон.

Визначення за фактичними даними метеостанцій, розташованої в зоні проектної точки. Цей метод може давати нестабільні результати внаслідок впливу мезокліматичних особливостей окремих метеостанцій.

Об'єднання числових характеристик вибірок річних максимумів на сусідніх метеостанціях дозволяє отримати узагальнені результати, характерні для території в зоні проектної точки. Результати спостережень на L метеостанціях представлені відомими обсягами вибірок N_k , їх середніми значеннями M_k та дисперсіями D_k ($k=1...L$). Можливість об'єднання даних обраної групи метеостанцій перевіряється за процедурою дисперсійного аналізу, робочі формули якої модифіковано таким чином, що за відсутності вибірок максимумів порівнюються їх числові характеристики. Розрахункові та характеристичні значення навантаження в проектній точці визначаються за числовими характеристиками об'єднаної вибірки:

$$N = \sum_{k=1}^L N_k; \quad M = \sum_{k=1}^L M_k N_k / N; \quad D = \frac{D_3(N-L) + D_\phi(L-1)}{N-1}, \quad (6)$$

де D_3 і D_ϕ – залишкова та факторна дисперсії, отримані при проведенні дисперсійного аналізу.

Об'єднання характеристичних значень навантаження Q_k на суміжних метеостанціях реалізується у випадку відсутності вибірок річних максимумів та їх числових характеристик. Можливість об'єднання даних метеостанцій перевіряється за процедурою дисперсійного аналізу з використанням відповідним чином адаптованих формул для визначення залишкової та факторної дисперсії. Характеристичні значення Q_k вважаються математичними сподіваннями, а їх дисперсії наближено визначаються за формулою (5). Шукане характеристичне значення навантаження в проектній точці дорівнює

$$Q = \sum_{k=1}^L Q_k N_k / N. \quad (7)$$

За результатами порівняльного аналізу розроблена оптимальна стратегія відбору суміжних метеостанцій для об'єднання числових характеристик та характеристичних значень.

Метод площинної інтерполяції, описаний у відомчому нормативному документі Мінпаливенерго, полягає в тому, що характеристичне значення навантаження в проектній точці визначається з рівняння площини, проведеної через характеристичні значення цього навантаження для трьох сусідніх

метеостанцій, які утворюють інтерполяційний трикутник. Аналіз показав, що основним недоліком цього методу є суб'єктивний вибір інтерполяційного трикутника та значний розкид результатів, обчислених для однієї й тієї ж проектної точки за різними інтерполяційними трикутниками.

Удосконалений спосіб площинної інтерполяції відрізняється тим, що інтерполяційні трикутники формуються за результатами дисперсійного аналізу близькості даних трьох обраних метеостанцій, а остаточний результат встановлюється шляхом осереднення результатів обчислення за декількома інтерполяційними трикутниками.

Згладжування характеристичних значень навантаження з використанням вагової функції, яка зменшує значимість метеостанцій по мірі віддалення від проектної точки. Порівняно з відомим методом, використаним при розробленні карт територіального районування України за характеристичними значеннями кліматичних навантажень для ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи", цей метод удосконалено за рахунок урахування обсягів вибірок, за якими визначалися характеристичні значення навантажень, та обґрунтованого вибору інтервалу згладжування з використанням процедури дисперсійного аналізу.

Вихідними даними є характеристичні значення навантаження Q_k та обсяги вибірок N_k , за якими вони визначені, для усіх L метеостанцій території. Дисперсії характеристичних значень оцінюються за формулою (5). Для кожної з L метеостанцій обчислюється вагова функція, яка враховує відстань d_k від k -тої метеостанції до проектної точки, за однією з формул:

$$C_k = e^{-\frac{d_k}{a}} \quad (8)$$

$$C_k = \begin{cases} 1 - \frac{d_k}{a} & \text{при } d_k < a \\ 0 & \text{при } d_k \geq a \end{cases} \quad (9)$$

$$C_k = \begin{cases} 1 & \text{при } d_k < a \\ 0 & \text{при } d_k \geq a \end{cases} \quad (10)$$

де a – інтервал згладжування, виражений в одиницях відстані.

Еквівалентний обсяг спостережень N_{ek} для k -тої метеостанції та сумарний еквівалентний обсяг спостережень, за яким визначається характеристичне значення в проектній точці дорівнюють

$$N_{ek} = C_k \times N_k; \quad N_e = \sum_{k=1}^L N_{ek}. \quad (11)$$

Характеристичне значення навантаження в проектній точці дорівнює

$$Q = \sum_{k=1}^L N_{ek} \times Q_k / N_e \quad (12)$$

Залишкова та факторна дисперсії для визначення F -критерію дорівнюють

$$D_3 = \sum_{k=1}^L N_{ek} \times D_k / N_e; \quad D_\Phi = \sum_{k=1}^L N_{ek} (Q_k - Q)^2 / L. \quad (13)$$

Спостережене значення статистики критерію Фішера $F = D_\Phi / D_3$ порівнюється з критичним значенням $F_{\alpha}(k_\Phi, k_3)$ для обраного рівня значимості та кількості ступенів свободи, залежної від еквівалентної кількості врахованих

метеостанцій та даних. Оптимальним є найбільший інтервал згладжування a , при якому виконується умова $F \leq F_{cr}$ і тим самим забезпечується урахування максимально можливої кількості метеоданих при збереженні їх однорідності.

Результати розрахунків для чотирьох кліматичних навантажень у п'яти проектних точках вказують на недоцільність використання прямокутної вагової функції (10) і близькість результатів, отриманих на основі експоненціальної (8) та трикутної (9) вагових функцій. Різниця між їх результатами не перевищує $\pm 3\%$. Тому для практичного використання рекомендовані вагові функції (8) і (9) з інтервалами згладжування, наведеними в таблиці 3. Відхилення інтервалу згладжування від оптимального значення з таблиці 1 в межах 10...20% змінює результат згладжування на 1...2%.

Таблиця 3
Рекомендовані значення інтервалів згладжування

Навантаження	для (8)	для (9)
Вага снігового покриву	50...55	130...150
Вага ожеледі	15...25	40...70
Тиск вітру	30...35	70...80
Тиск вітру при ожеледі	40...45	110...120

Для аналізу точності описаних методів за ними визначені характеристичні значення чотирьох навантажень у проектних точках в районах м. Львів, Ніжин, Кропивницький, Харків та Херсон.

У якості еталонних використані характеристичні значення, осереднені по усіх розглянутих методах їх визначення. Близькість характеристичних значень навантажень, отриманих різними методами, свідчить про достатню точність цих методів. Результати аналізу виявили найбільш точні методи визначення характеристичних значень кліматичних навантажень в заданій проектній точці:

- площинна інтерполяція з осередненням результатів розрахунку за кількома інтерполяційними трикутниками, вибраними дисперсійним аналізом;
- згладжування характеристичних значень навантаження з експоненціальною (8) або трикутною (9) ваговою функцією.

Головним недоліком методів площинної інтерполяції є трудомісткість, обумовлена необхідністю "ручного" вибору інтерполяційних трикутників, здійснення процедури дисперсійного аналізу та осереднення отриманих результатів. Тому для практичного використання рекомендовані методи, засновані на згладжуванні характеристичних значень навантаження з ваговою функцією (8) або (9), які забезпечують досить високу точність визначення характеристичних значень в заданих проектних точках.

У четвертому розділі викладені методи територіального районування кліматичних навантажень. Зміни характеристичних значень навантаження по території є випадковим полем з випадковими відхиленнями даних окремих метеостанцій від математичного сподівання поля, яке відображає закономірні зміни навантаження по території. Завдання територіального районування полягає в поділі території країни на райони та встановленні районних значень, які відображають територіальну мінливість навантаження та забезпечують достатні, але не надмірні запаси надійності.

Якість територіального районування оцінюється середнім значенням M_d відсотка відхилень встановленого районного значення навантаження від

фактичних значень для окремих метеостанцій, стандартом цих відхилень S_d та забезпеченістю районування, рівною частці метеостанцій, для яких районування виконане в запас надійності. Забезпеченість і середнє відхилення M_d характеризують запас районування, а стандарт відхилень S_d – точність районування, пропорційну можливій величині надмірних запасів. Ці показники для карт територіального районування ДБН В.1.2-2:2006 наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Показники якості карт територіального районування ДБН В.1.2-2:2006

Статистичні характеристики	Вага снігового покриву	Вага ожеледі	Максимальний тиск вітру	Тиск вітру при ожеледі
Середнє M_d	5,3	29,3	17,4	23,7
Стандарт S_d	17,4	23,8	16,9	17,9
Забезпеченість	0,698	0,872	0,831	0,907

Дані таблиці вказують на те, що карти територіального районування ДБН В.1.2-2:2006 за характеристичними значеннями ваги і товщини стінки ожеледі, максимального вітрового тиску та тиску вітру при ожеледі мають достатні запаси, але карта районування ваги снігового покриву занижує характеристичні значення для 30% метеостанцій. Аналіз показників для окремих територіальних районів показав, що для забезпечення рівномірних по території відносних запасів районування слід вводити запаси районування, пропорційні характеристичним значенням навантажень.

Метод картографічного районування характеристичних значень чи інших параметрів кліматичних навантажень полягає в поділі території на райони, для кожного з яких встановлюється районне значення, що забезпечує запас надійності для переважної більшості метеостанцій. Для побудови карт територіального районування за характеристичними значеннями кліматичних навантажень розроблено й реалізовано алгоритм, заснований на методиці згладжування даних метеостанцій за формулами (8), (11), (12) з інтервалами згладжування з таблиці 2. Межі територіальних районів проводяться як ізолінії верхньої межі випадкового поля характеристичних значень

$$Q_{\max} = M_Q (1 + t \times V_Q), \quad (14)$$

де M_Q і V_Q – математичне сподівання та узагальнений коефіцієнт випадкового поля характеристичних значень; t - показник запасу, необхідний для досягнення заданого рівня забезпеченості районування.

Запропонована методика проілюстрована прикладом розроблення карти територіального районування України за вагою ожеледі, як найбільш мінливим навантаженням. Побудована карта містить 5 територіальних районів, має рівень забезпеченості районування 0,95, середній запас районування $M_d = 26,1\%$ та стандарт запасу $S_d = 17,3\%$. Ці показники є кращими, ніж наведені в таблиці 4 показники відповідної карти ДБН В.1.2-2:2006, що свідчить про придатність розробленої методики картографічного районування кліматичних навантажень.

Адміністративно-територіальне районування полягає в присвоєнні усієї території адміністративної області єдиного характеристичного значення навантаження. Воно встановлюється як максимум заданої забезпеченості за результатами статистичної обробки даних метеостанцій, розміщених на території області. Аналіз реальних метеоданих показав, що при цьому розподіл характеристичних значень в межах області можна вважати нормальним.

Рівень забезпеченості територіального районування слід обирати не меншим, ніж наведені в таблиці 3 забезпеченості карт ДБН В.1.2-2:2006, а в якості показника точності доцільно використовувати стандарти відсотка відхилень встановленого обласного значення навантаження від фактичних значень для окремих метеостанцій, які для карт ДБН також вказані в таблиці 3.

В якості прикладів за даними 8 метеостанцій Кіровоградської області, територія якої дещо витягнута в широтному напрямку, та 7 метеостанцій Запорізької області, яка примикає до Азовського моря, визначені обласні характеристичні значення чотирьох навантажень при забезпеченості 0,95.

Дані 6% метеостанцій перевищують обласні характеристичні значення на 8...15%, тобто районування виконано не в запас надійності. Максимальні запаси територіального районування можуть сягати 77%.

У чотирьох випадках з восьми розглянутих стандарти відсотків відхилень обласних значень від даних метеостанцій S_d перевищили наведені в таблиці 3 значення S_d для карт ДБН В.1.2-2:2006. Це вказує на великий розкид характеристичних значень в межах області та надлишкові запаси районування. Спроби поділу території проаналізованих областей на групи адміністративних районів привели до зменшення розкиду характеристичних значень і запасів районування. Однак такий поділ ускладнює використання результатів районування, може призвести до складного та географічно необґрунтованого характеру розподілу виділених зон по території області та стає недостовірним при малій кількості метеостанцій. Тому в більшості випадків доцільно відмовитися від поділу території адміністративних областей на групи районів.

Автоматизований спосіб визначення розрахункових параметрів навантажень полягає у створенні інформаційно-довідкової системи у вигляді спеціального сайту, програмне забезпечення якого дозволить встановлювати для заданого місця будівництва повний комплекс кліматичних параметрів, необхідних для проектування об'єкта. Сформульовані вимоги до інформаційно-довідкової системи, її структура, загальний алгоритм роботи та порядок використання, згідно з яким результати можуть видаватися автоматично у вигляді довідки з цифровим підписом, яка й буде офіційним державним документом, що встановлює для проектувальника значення розрахункових параметрів кліматичних навантажень і впливів на будівельний об'єкт в заданому запитом географічному районі. За умови щорічного поповнення бази метеорологічних даних та удосконалення методів розрахунку автоматизований спосіб районування гарантує по суті щорічне оновлення норм навантажень та високу точність при мінімальних витратах часу проектувальника.

У п'ятому розділі за даними 172 рівнинних метеостанцій виконане адміністративно-територіальне й картографічне районування території України

за характеристичними значеннями чотирьох кліматичних навантажень: ваги снігового покриву, ваги і товщини стінки ожеледі, максимального тиску вітру, тиску вітру при ожеледі. Навантаження від ожеледі встановлене як вага ожеледі G_0 (Н/м) на одному метрі стержня діаметром 10 мм, оскільки саме ця величина вимірюється в процесі метеорологічних спостережень. Перехід до еквівалентної товщини стінки ожеледі B_0 (мм) здійснюється за формулою

$$B_0 = 6,2\sqrt{G_0} - 5,4, \quad (15)$$

отриманою за інформацією з "Правил улаштування електроустановок". На розробленій карті для кожного району вказані два характеристичні значення: погонної ваги ожеледі на проводі діаметром 10 мм у Н/м та товщини стінки ожеледі на площинних елементах у міліметрах.

Адміністративно-територіальне районування виконане за методикою, обґрунтованою в розділі 4. Виходячи з наведених в таблиці 3 рівнів забезпеченості карт районування ДБН В.1.2-2:2006, обласні характеристичні значення встановлені для рівнів забезпеченості 0,85, 0,90 і 0,95. Результати районування для забезпеченості 0,95 представлені в таблиці 5, де вказані характеристичні значення чотирьох кліматичних навантажень для кожної області України. В останніх рядках таблиці наведені найбільші та найменші по території України характеристичні значення навантажень.

Загальна картина територіальних змін характеристичних значень усіх навантажень близька до карт територіального районування ДБН В.1.2-2:2006, але діапазони зміни обласних характеристичних значень усіх навантажень є ширшими, ніж діапазони зміни районних значень з карт ДБН В.1.2-2:2006.

Таблиця 5

Характеристичні значення кліматичних навантажень для областей України

Області України	Характеристичні значення навантажень				Області України	Характеристичні значення навантажень			
	S_0	G_0	W_0	W_{0G}		S_0	G_0	W_0	W_{0G}
АРК	1110	13	610	330	Одеська	1380	28	470	260
Вінниця	1990	18	500	240	Полтавська	2150	16	420	250
Волинська	1490	12	530	190	Рівненська	1690	13	580	220
Дніпропетр.	1880	19	530	280	Сумська	2320	15	380	230
Донецька	2050	34	640	390	Тернопільська	2020	18	560	260
Житомирська	1990	17	490	230	Харківська	2170	19	550	250
Закарпатська	2200	7	360	160	Херсонська	1150	18	640	320
Запорізька	1320	27	640	410	Хмельницька	1600	18	510	230
Івано-Франк.	1350	33	430	150	Черкаська	2000	19	470	210
Київська	1860	16	370	220	Чернівецька	1350	14	450	250
Кіровоградська	1420	28	510	260	Чернігівська	2150	10	560	240
Луганська	1530	43	620	510					
Львівська	1710	13	670	240	Мінімум	1110	7	360	150
Миколаївська	1410	25	620	300	Максимум	2320	43	670	510

Зросли характеристичні значення снігового навантаження, районування якого в ДБН В.1.2-2:2006 має низьку забезпеченість. Аналіз даних показав, що в семи випадках зі 100 стандарти відносних запасів S_d , які є показником точності районування, істотно перевищують значення S_d для карт ДБН В.1.2-2:2006. Це вказує на можливість виникнення надлишкових запасів районування за рахунок великого розкиду даних по території окремих областей.

Для практичного використання при проектуванні будівельних конструкцій рекомендується таблиця 4, яка містить характеристичні значення чотирьох кліматичних навантажень для рівнинної території України. Вона може замінити собою чотири карти районування характеристичних значень в ДБН В.1.2-2:2006, що зробить норми навантажень більш компактними й зручними у використанні та практично виключить помилки, обумовлені неточним визначенням місця розташування об'єкта.

Картографічне районування території України за характеристичними значеннями чотирьох кліматичних навантажень виконане за методикою, описаною в розділі 4. При побудові карт територіального районування враховувалися інтервали згладжування з таблиці 1, забезпеченості районування 0,9 і 0,95 та районні значення навантажень, аналогічні картам ДБН В.1.2-2:2006. Карти районування, розроблені для забезпеченості 0,95 за алгоритмом з розділу 4, наведені на рисунках 1...4.

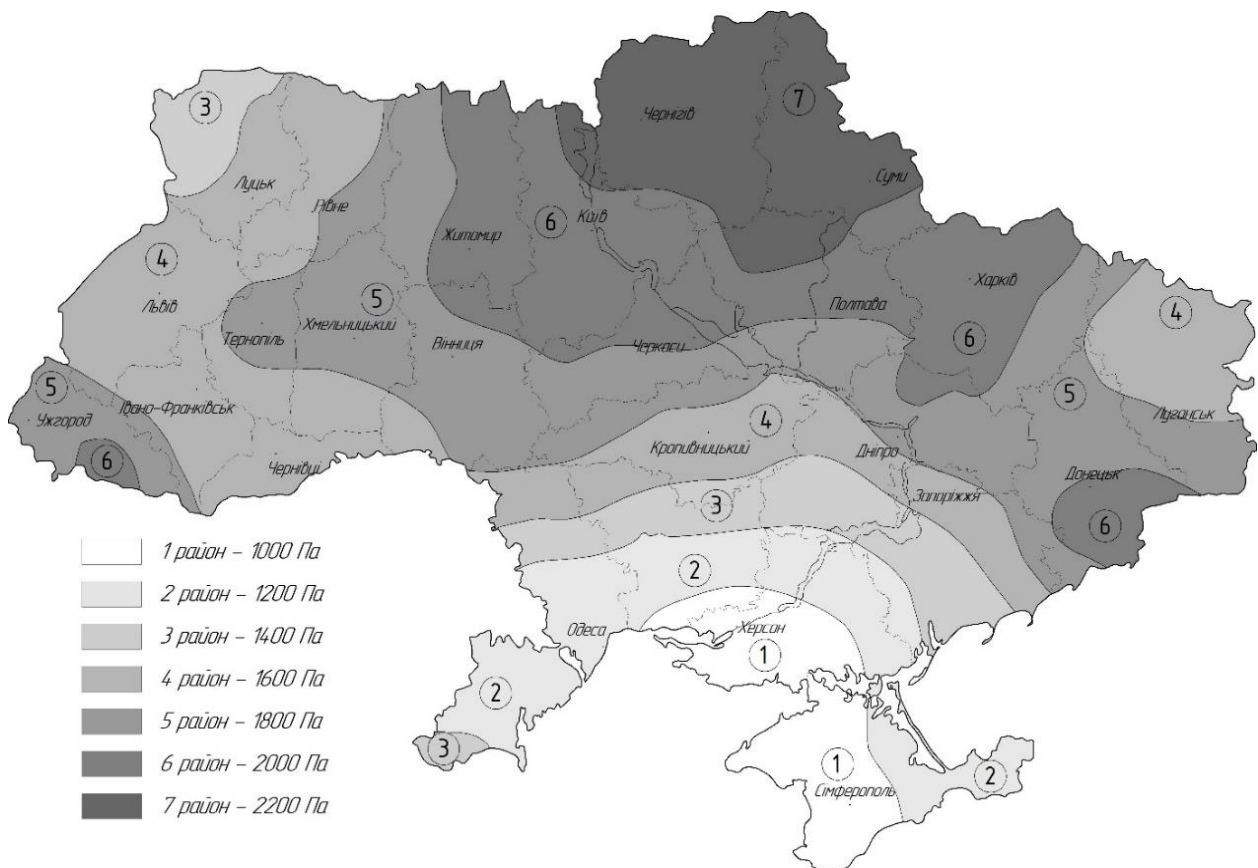


Рис. 1. Територіальне районування України за вагою снігового покриву

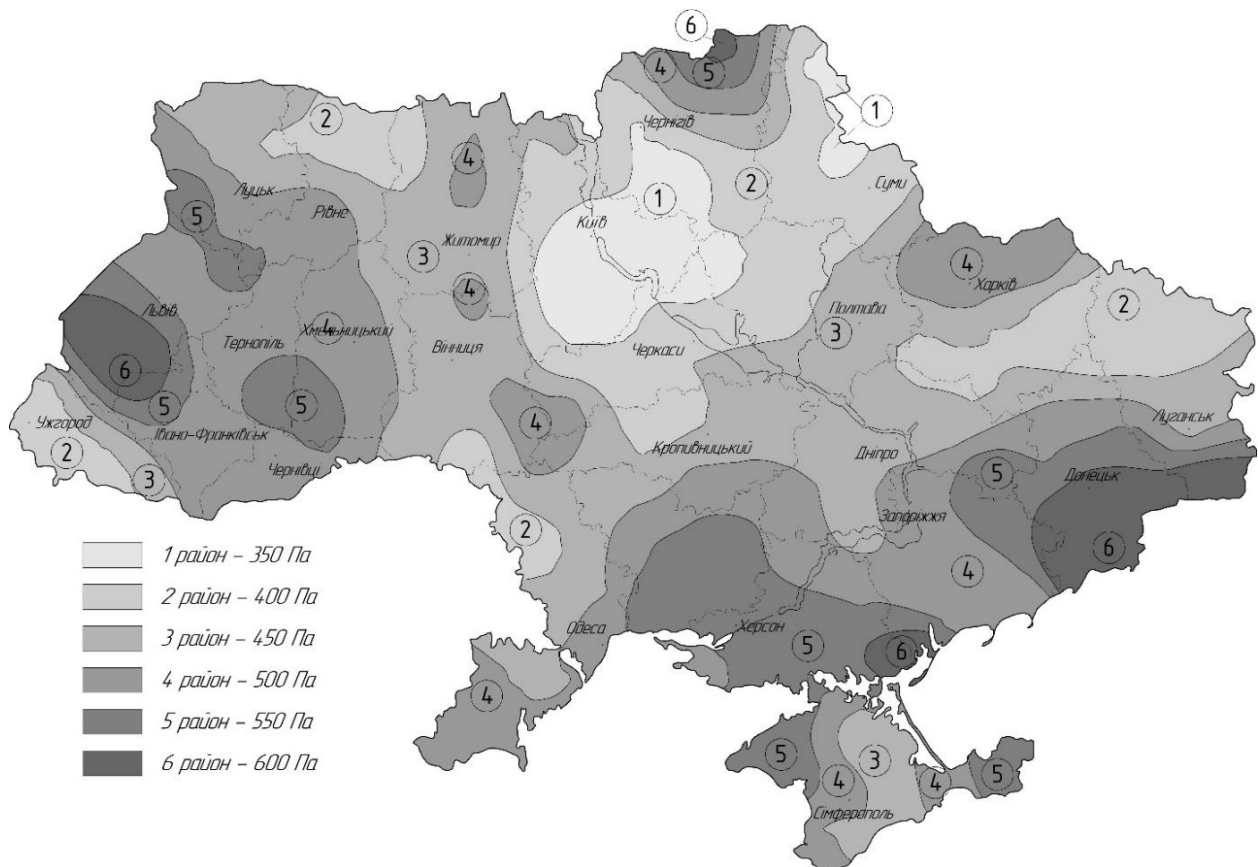


Рис. 2. Територіальне районування України за максимальним тиском вітру

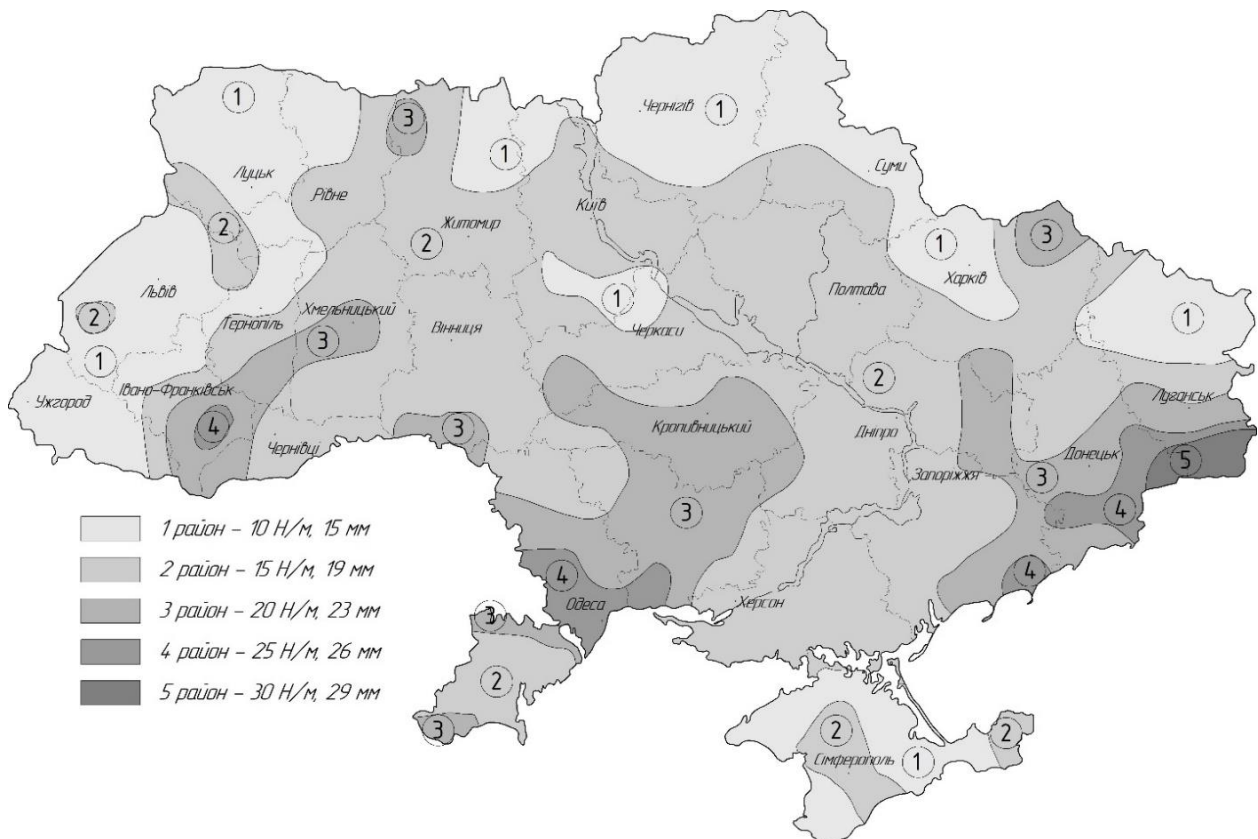


Рис. 3. Територіальне районування України за вагою ожеледі

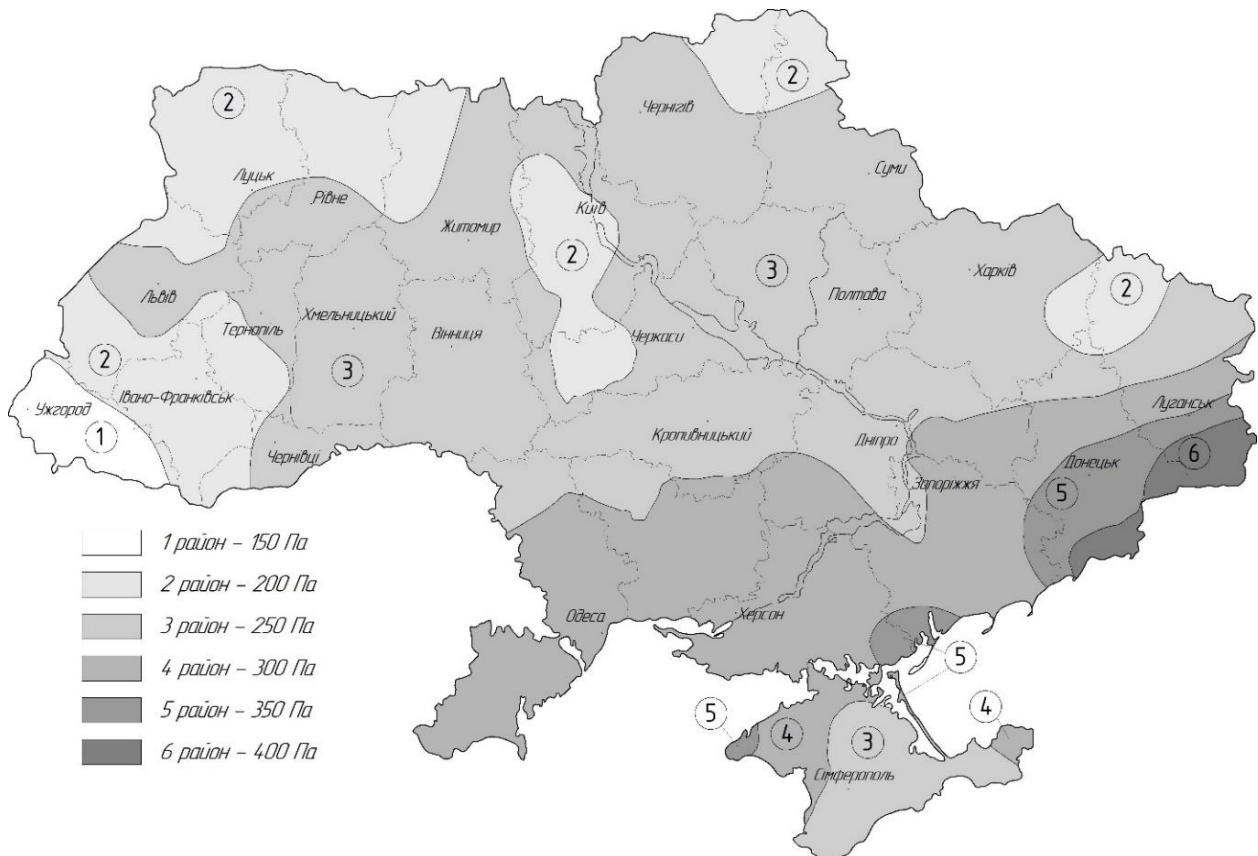


Рис. 4. Територіальне районування України за тиском вітру при ожеледі

Фактичні рівні забезпеченості та інші показники якості територіального районування оцінювалися за належністю 172 врахованих метеостанцій до територіальних районів з карт районування, представлених на рисунках 1...4. Методика оцінювання показників якості територіального районування викладена в розділі 4, а його результати наведені в таблиці 6 у порівнянні з показниками якості адміністративно-територіального районування та карт ДБН В.1.2-2:2006.

За винятком снігового навантаження, середні запаси районування та середньозважені по території значення навантажень для картографічного районування отримані меншими, ніж для адміністративно-територіального та карт ДБН В.1.2-2:2006, хоча забезпеченості виконаного районування є вищими. Це обумовлено деталізацією розроблених карт за рахунок використання оптимальних інтервалів згладжування з таблиці 3. Обидва реалізовані способи територіального районування забезпечують вищу точність і загалом менші запаси, ніж карти ДБН В.1.2-2:2006, що підтверджується наведеними в таблиці 5 стандартами запасу S_{Δ} .

Виконаний порівняльний аналіз показав, що картографічне районування, відображене картами з рисунків 1...4, є найточнішим. Переваги адміністративно-територіального районування, результати якого наведені в таблиці 5, полягають у спрощенні норм навантажень унаслідок заміни карт районування однією таблицею та в забезпеченні безпомилковості визначення характеристичних значень навантажень за належністю будівельного об'єкта до певної адміністративної області.

Таблиця 6

Запаси територіального районування кліматичних навантажень

Характеристики карт	Методи районування				
	Карти ДБН	Адмін 0.9	Адмін 0.95	Карт. 0.9	Карт. 0.95
Вага снігового покриву					
Забезпеченість районування	0,70	0,88	0,94	0,88	0,94
Середній запас M_{Δ}	5,3	19,5	23,6	16,6	21,7
Стандарт запасу S_{Δ}	17,4	15,6	15,2	14,3	12,8
Середньозважене навантаження, Па	1425	1658	1745	1610	1687
Максимальний тиск вітру					
Забезпеченість районування	0,83	0,91	0,95	0,9	0,93
Середній запас M_{Δ}	17,4	19,7	23,9	13,2	15,3
Стандарт запасу S_{Δ}	16,9	16,1	15,5	11,1	11,3
Середньозважене навантаження, Па	483	500	530	454	468
Вага ожеледі					
Забезпеченість районування	0,87	0,90	0,95	0,88	0,95
Середній запас M_{Δ}	29,3	36,6	39,6	20,1	26,1
Стандарт запасу S_{Δ}	23,8	22,3	21,5	20,0	17,3
Середньозважене навантаження, Н/м	19,18	17,67	19,57	13,86	14,81
Тиск вітру при ожеледі					
Забезпеченість районування	0,91	0,88	0,95	0,87	0,94
Середній запас M_{Δ}	23,7	21,2	25,4	15,4	22,8
Стандарт запасу S_{Δ}	17,9	14,7	14,1	16,6	15,2
Середньозважене навантаження, Па	257	257	273	230	254

Виконаний аналіз дозволяє рекомендувати для упровадження обидва реалізовані способи територіального районування характеристичних значень кліматичних навантажень: як адміністративно-територіальне, так і традиційне картографічне районування. Обидві розроблені пропозиції дозволяють досить точно визначати характеристичні значення кліматичних навантажень при високих рівнях забезпеченості районування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу модельних прикладів та результатів метеорологічних спостережень встановлено, що для імовірнісного опису послідовностей річних максимумів кліматичних навантажень при коефіцієнтах варіації, менших за 0,85...1,0, слід використовувати подвійний експоненціальний розподіл Гумбеля (розподіл екстремумів першого типу), а при більших значеннях коефіцієнта варіації – закон розподілу Вейбулла (розподіл екстремумів третього типу). Отримана наближена формула для стандарту характеристичного значення, оціненого за вибіркою річних максимумів.

2. Обґрунтована методика використання процедури дисперсійного аналізу для об'єднання даних суміжних метеостанцій та встановлення доцільних інтервалів згладжування випадкової поверхні характеристичних значень кліматичних навантажень. Виконаний на базі результатів метеорологічних спостережень на 172 рівнинних метеостанціях України порівняльний аналіз семи методів визначення характеристичних значень кліматичних навантажень в заданій проектній точці показав, що оцінювання навантаження за даними однієї метеостанції, об'єднання даних сусідніх метеостанцій за результатами дисперсійного аналізу та використання методу площинної інтерполяції може призвести до значних похибок обчислення результуючих характеристичних значень.
3. Для практичного використання рекомендується метод згладжування характеристичних значень навантаження з експоненціальною або трикутною ваговою функцією, який забезпечує досить високу точність результатів для довільних проектних точок. Встановлені доцільні інтервали згладжування характеристичних значень ваги снігового покриву, ваги ожеледі, максимального тиску вітру та тиску вітру під час ожеледі в межах 20...50 км, які забезпечують урахування максимально можливої кількості метеоданих при умові збереження їх однорідності.
4. Якість територіального районування відображається рівнями забезпеченості районування, а також середніми значеннями й стандартами відносних відхилень даних окремих метеостанцій від встановлених районних значень навантаження. Порівняння з результатами метеорологічних спостережень показало, що наведені в ДБН В.1.2-2:2006 карти районування ваги ожеледі, максимального вітрового тиску та тиску вітру при ожеледі мають достатні запаси, але карта районування ваги снігового покриву занижує характеристичні значення для 30% метеостанцій.
5. Удосконалення методів територіального районування характеристичних значень кліматичних навантажень полягає в тому, що: на базі дисперсійного аналізу модифіковано вид вагової функції для згладжування випадкового поля характеристичних значень; обрані критерії якості картографічного та адміністративно-територіального районування; розроблена інтерактивна комп'ютерна технологія побудови карт територіального районування; реалізована методика адміністративно-територіального районування.
6. Виконане адміністративно-територіальне та картографічне районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву, максимального тиску вітру, ваги ожеледі та тиску вітру при ожеледі. Таблиці та карти характеристичних значень розроблені для різних рівнів забезпеченості районування, що дозволяє обрати доцільний варіант при упровадженні в норми навантажень.
7. Розроблені карти районування є більш детальними й точними порівняно з картами чинних норм. Використання адміністративно-територіального районування істотно спрощує визначення навантажень при проектуванні, не погіршуючи характеристик точності районування порівняно з картами чинних норм навантажень.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Пашинський М.В. Запаси територіального районування кліматичних навантажень в ДБН В.1.2-2:2006 / М.В. Пашинський // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Збірник наукових праць. Випуск 8. – Луцьк, 2017. – С. 202-209.

2. Філімоніхін Г.Б. Визначення кліматичних навантажень за метеоданими при перевірочних розрахунках несучих конструкцій / Г.Б. Філімоніхін, М.В. Пашинський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2017. – Випуск № 68. – С. 59-63.

Внесок здобувача: виконано статистичний аналіз метеорологічних даних та обґрунтовано методику визначення навантажень в заданій географічній точці.

3. Пашинський В.А. Районування характеристичних значень кліматичних навантажень на території України / В.А. Пашинський, Г.Б. Філімоніхін, М.В. Пашинський // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського, 2018. – Випуск 19. – С. 88-100.

Внесок здобувача: виконані розрахунки, визначені обласні характеристичні значення навантажень та побудовані карти територіального районування.

4. Філімоніхін Г.Б. Визначення характеристичних значень кліматичних навантажень шляхом згладжування даних навколишніх метеостанцій / Г.Б. Філімоніхін, М.В. Пашинський // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне, 2018. – Випуск 35. – С. 135-142.

Внесок здобувача: статистичний аналіз даних, приклади визначення характеристичних значень та аналіз отриманих результатів.

5. Пашинський М. В. Методика побудови карт територіального районування за характеристичними значеннями кліматичних навантажень. / М.В. Пашинський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2018. – Випуск №71. – С. 61-67.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав

6. Филимоныхин Г.Б. Метод административно-территориального районирования климатических нагрузок на строительные конструкции / Г.Б. Филимоныхин, Н.В. Пашинский // Вестник БРУ, 2018 – №1(58). – С. 121-128.

Внесок здобувача: виконано обґрунтування методики визначення обласних характеристичних значень навантажень та виконані приклади районування.

7. Пашинський М. В. Точність оцінювання розрахункових значень кліматичних навантажень / М.В. Пашинський // Modern engineering and innovative technologies issue, 2 vol. 2, November 2017. – PP. 113-117. (включено до наукометричної бази Index Copernicus)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Пашинський В. В. Принципи розроблення інформаційно-довідкової системи для визначення кліматичних навантажень на будівельні конструкції / В.В. Пашинський, М.В. Пашинський // International research and practice conference "Modern methods, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences". December 27-28, 2017. – PP. 134-137.

Внесок здобувача: сформульовані вимоги до інформаційно-довідкової системи та загальні принципи її реалізації.

9. Пашинський М.В. Запаси карт територіального районування кліматичних навантажень на повітряні лінії / М.В. Пашинський // Матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції «Інформаційні технології та землеустрій в управлінні територіальним розвитком». – Полтава: ПолтНТУ, 2016 р. – С. 381-383.

10. Пашинський М.В. Програмна реалізація методики визначення кліматичних навантажень за даними метеостанцій / М.В. Пашинський // Збірник тез доповідей III Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару. – Кіровоград: КНТУ, 2015 р. – С. 108-112.

11. Пашинський М.В. Вихідні дані та методика дослідження розподілів максимальних значень кліматичних навантажень / М.В. Пашинський // Збірник матеріалів IV Всеукраїнського науково-практичного семінару «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій». – Кіровоград: КНТУ, 2016 р. – С. 125-130.

12. Пашинський М.В. Аналіз способів обчислення розрахункових значень кліматичних навантажень / М.В. Пашинський // Матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції молодих учених і студентів «Проблеми і перспективи сталого розвитку та просторового планування територій». – Полтава: ПолтНТУ, 2015 р. – С. 289-293.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

13. Пашинський М.В. Точність визначення кліматичних навантажень в заданій точці території методом інтерполяції за даними суміжних метеостанцій / М.В. Пашинський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2016. – Випуск № 61. – С. 303-308. *(включено до наукометричної бази Index Copernicus)*

14. Пашинський В.А. Способи територіального районування кліматичних навантажень / В.А. Пашинський, В.В. Пашинський, М.В. Пашинський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2016. – Випуск № 64 – С. 103-109. *(включено до наукометричної бази Index Copernicus)*

Внесок здобувача: виконано статистичний аналіз метеорологічних даних, обґрунтовані вимоги до інформаційно-довідкової системи.

15. Філімоніхін Г.Б. До імовірного опису послідовностей максимальних значень кліматичних навантажень на будівельні конструкції / Г.Б. Філімоніхін, М.В. Пашинський // Вісник Одеської державної академії будівництва та

архітектури, 2016. – Випуск № 64. – С. 110-115. (включено до наукометричної бази Index Copernicus)

Внесок здобувача: виконано аналіз узгодженості різних законів розподілу до вибірок річних максимумів навантажень та розмежовані області раціонального використання цих розподілів для визначення розрахункових значень навантажень.

16. Пашинський В.А. Методика визначення кліматичних навантажень в заданій географічній точці / В.А. Пашинський, С.О. Карпушин, М.В. Пашинський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2018. – Випуск №71. – С. 68-72.

Внесок здобувача: підготовлені вихідні дані, виконані приклади розрахунків та аналіз отриманих результатів.

АНОТАЦІЯ

Пашинський М.В. Територіальне районування кліматичних навантажень і впливів на будівельні конструкції. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, 2018.

З метою удосконалення методів визначення й територіального районування характеристичних значень кліматичних навантажень проаналізована придатність для опису вибірок максимальних значень законів розподілу чотирьох типів. Обґрунтована методика використання процедури дисперсійного аналізу для об'єднання даних суміжних метеостанцій та встановлені оптимальні інтервали згладжування випадкової поверхні характеристичних значень навантажень. Із семи розглянутих методів визначення характеристичних значень навантажень в проектній точці найкращим є метод згладжування з експоненціальною або трикутною ваговою функцією.

Удосконалена методика розроблення карт територіального районування характеристичних значень навантажень. Розроблена методика адміністративно-територіального районування, яке полягає у встановленні єдиного для території адміністративної області характеристичного значення навантаження за заданим рівнем забезпеченості. Виконане адміністративно-територіальне та картографічне районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву, максимального тиску вітру, ваги ожеледі та тиску вітру при ожеледі.

Ключові слова: кліматичні навантаження, імовірнісний опис, характеристичні значення, територіальне районування.

АННОТАЦИЯ

Пашинский Н.В. Территориальное районирование климатических нагрузок и воздействий на строительные конструкции. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения. – Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, 2018.

С целью усовершенствования методов определения и территориального районирования характеристических значений климатических нагрузок проанализирована пригодность для описания выборок максимальных значений законов распределения четырех типов. Обоснована методика использования процедуры дисперсионного анализа для объединения данных смежных метеостанций и установлены оптимальные интервалы сглаживания случайной поверхности характеристических значений нагрузок. Из семи рассмотренных методов определения характеристических значений нагрузок в проектной точке лучшим является метод сглаживания с экспоненциальной или треугольной весовой функцией.

Усовершенствована методика разработки карт территориального районирования характеристических значений нагрузок. Разработана методика административно-территориального районирования, которое заключается в установлении единого для территории административной области характеристического значения нагрузки по заданному уровню обеспеченности. Выполнено административно-территориальное и картографическое районирование территории Украины по характеристическим значениям веса снегового покрова, максимального давления ветра, веса гололеда и давления ветра при гололеде.

Ключевые слова: климатические нагрузки, вероятностное описание, характерные значения, территориальное районирование.

ABSTRACT

M.V. Pashynskiyi. Territorial zoning of climatic loads and impacts on building constructions. – Manuscript copyright.

The dissertation for the scientific degree of a Candidate of Engineering Sciences in specialty 05.23.01 – structural units, buildings, and structures. – Odessa State Academy of Construction and Architecture. – Odessa, 2018.

In the introduction the relevance of the research topic is substantiated, the purpose and tasks of work are formulated, the essence of the main results is outlined, their scientific novelty and practical significance are reflected.

The first chapter provides the analysis of literary sources devoted to the research questions, probabilistic representation, definition and territorial zoning of the characteristic values of climatic loads. For the description of climatic loads often used probabilistic models of the sequence of maximum values and quasi-stationary

differentiated random process. Methods of cartographic zoning of climatic loads require improvement, and other known methods of territorial zoning require scientific substantiation and practical implementation.

In the second chapter analyzed the suitability for describing the row samples of the maximum load values by the laws of distribution of four types: Type I Gumbel, Type II Fischer-Tipet, Type III Weibull and Cut-off Humbel distribution. The analysis of model examples and results of meteorological observations of wind velocity and wind pressure and the weight of snow showed that for coefficients of variation smaller than 0.85 ... 1.0 for the probabilistic description of the sequences of annual maximums of climatic loads it is better to use the double exponential distribution of the Humbel, and for larger values of the coefficient of variation, the Weibull distribution law.

Third chapter dedicated to the analysis and improvement of methods for determining the calculated parameters of climatic loads at a given design (geographic) point. Based on the results of meteorological observations in 172 plain meteorological stations of Ukraine, was performed a comparative analysis of seven well-known, improved or authored methods for determining the characteristic values of climatic loads at a given design point.

It was established that the estimation of the load, based on the data of one meteorological station located directly at or near the design point leads to random errors. The method of using the dispersion analysis procedure for combining the data of adjacent weather stations and the establishment of reasonable intervals of smoothing of the random surface of the characteristic values of climatic loads is substantiated. Combining the data of the nearest meteorological stations in one row sample gives more probable errors of the result compared to using the smoothing method, which takes into account the remoteness of the meteorological stations from the design point.

The comparison via the accuracy criterion showed that the best method is to smooth the characteristic values of the load with an exponential or triangular weight function. Established intervals of smoothing of the characteristic values of climatic loads (from 20 to 50 kilometers, depends on type of load), which ensure taking into account the maximum possible amount of weather data.

Fourth chapter dedicated to the development of improved methods of territorial zoning of the characteristic values of climatic loads. The quality of territorial zoning is proposed to be evaluated by the level of zoning (the share of weather stations for which zoning is performed in the safety margin) and by the standard relative deviations of regional load values from the data of individual weather stations. On the basis of the dispersion analysis, the form of the exponential weight function was modified to smooth the random field of the characteristic values of loads when constructing maps of territorial zoning.

The method of administrative-territorial zoning is developed, which establishes the only one characteristic value of the load for the territory of the administrative area, based on the given level of security. This method of zoning provides simplicity and error-free determination of climatic loads for any settlement, and also allows to

simplify the load standards by replacing the zoning maps with one table of regional characteristic values.

In the fifth chapter produces the administrative-territorial and cartographic zoning of the territory of Ukraine by the characteristic values of weight of the snow cover, the maximum wind pressure, the weight of ice and the pressure of the wind during the ice. Developed the spreadsheet of administrative-territorial zoning and maps of zoning of characteristic values for several levels of security, no less that provided by zoning maps of the current DBN V.1.2-2: 2006.

Developed maps of zoning of characteristic values are more detailed and accurate compared to the maps of the current load norms. Administrative-territorial zoning is reduced to a spreadsheet of regional characteristic values and has characteristics of accuracy, that are close to the accuracy of the maps of current load norms. Despite the higher levels of security, developed maps and a spreadsheet of administrative-territorial zoning of Ukraine for maximum wind pressure, the weight of ice and wind pressure during the ice in general do not require to increase the characteristic values in comparison with the current DBN V.1.2-2: 2006. The value of the snow cover should be increased by 12 ... 22%.

Keywords: climatic loads, probabilistic description, characteristic values, territorial zoning.

Підписано до друку 10.12.2018 р.
Формат 60 X 84/16 Папір офсетний Гарнітура Times
Друк-різографія. Ум.-друк. арк. 0,9.
Наклад 100 прим. Зам. №18-81

Видавець і виготовлювач:
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Свідоцтво ДК №4515 від 01.04.2013 р.
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4.
тел.: (048) 729-85-34, e-mail: rio@ogasa.org.ua

Надруковано в авторській редакції з готового оригінал-макету
в редакційно-видавничому відділі ОДАБА