

2. Отримані за розробленою методикою мінімальні розрахункові значення температури повітря загалом узгоджуються з відповідними даними СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» та ДСТУ «Будівельна кліматологія», але є більш детальними й зручними для використання, а також дозволяють урахувати строк служби та масивність огорожувальних конструкцій при їх теплотехнічних розрахунках.

Література

1. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.
2. Фаренюк, Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.
4. Пашинський, В.А. Імовірнісний опис процесу температури повітря / В.А.Пашинський, А.А.Кузьменко, А.М.Карюк // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Вып. 38. – К.: Техника, 2002. – С. 60 – 66.
5. Карюк, А.М., Пашинський, В.А. Методика обчислення розрахункових значень температури повітря за ймовірнісною моделлю випадкового процесу // Збірник наукових праць. Сер. Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, 2003. – Вып. 13. – С. 24 – 27.
6. Карюк, А.М., Пашинський, В.А. Територіальне районування України за статистичними характеристиками температури повітря // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. Сер. Технические науки и архитектура. – К.: Техника. – 2004. – Вып. 60. – С. 123 – 129.
7. Карюк, А.М. Розрахункові значення температури повітря на території України // Збірник наукових праць. Сер. Галузеве машинобудування, будівництво. – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – Вып. 17. – С. 13 – 16.

Надійшла до редакції 16.03. 2011

© А.Н. Карюк

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Проведен сравнительный анализ минимальных расчетных значений температуры воздуха для проектирования ограждающих конструкций и систем отопления зданий, полученных автором по данным 485-ти пунктов наблюдения Украины, с действующими строительными нормами и проектом Государственного стандарта Украины по климатологии и геофизике. На фоне общей гармонизации обнаружены определенные отклонения для отдельных географических районов Украины.

Ключевые слова: температура воздуха, расчетные значения, ограждающие конструкции.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGN VALUES OF AIR TEMPERATURE

A comparative analysis of minimum air temperature design values was realized for envelope structures and heating systems of buildings design which the author received according to the data of 485 observation points of Ukraine according to the actual building standards and state standard of Ukraine draft on climatology and geophysics. At the background of the general harmonization some deviations for individual geographical regions of Ukraine were found.

Key words: air temperature, design values, envelope structures.

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН СНІГОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОВЕРХНЮ ҐРУНТУ

За результатами снігомірних зйомок на 12-ти метеостанціях, розміщених у різних географічних районах України, досліджені характеристики імпульсного випадкового процесу приростів снігового навантаження на поверхні ґрунту. Установлені закономірності дозволяють побудувати ймовірнісну модель послідовності снігопадів із метою подальшого нормування снігового навантаження на тепловіділяючі покрівлі.

Ключові слова: снігове навантаження, нормування снігового навантаження, приріст снігового навантаження, снігомірні зйомки.

Постановка проблеми. Снігове навантаження на світлопрозорі покрівлі теплиць та оранжерей, які мають високу теплопровідність, є набагато меншим від навантаження на звичайні будівлі, встановленого нормативним документом [1]. Ця особливість, обумовлена підтаванням снігу на поверхні покрівлі, відображена в нормах [2], але вони потребують гармонізації з нормативними документами [1, 3], які розроблені на базі нової класифікації розрахункових значень змінних навантажень, ураховують установлений термін експлуатації будівель і містять більш детальне районування території України за характеристичними значеннями атмосферних навантажень.

Аналіз останніх досліджень. Загальні методи нормування змінних навантажень на будівельні конструкції розроблені в роботах [4 – 7]. Дослідження й нормування снігового навантаження на поверхню ґрунту, які лягли в основу розроблення норм [1], узагальнені в працях [6 – 9]. У цих роботах на підставі статистичного аналізу результатів снігомірних зйомок процеси накопичення снігового покриву на поверхні ґрунту представлені у формі квазістаціонарних випадкових процесів і послідовності річних максимумів запасу води у снігові. Ці ймовірнісні моделі дали змогу визначити граничні, експлуатаційні та квазіпостійні розрахункові значення снігового навантаження, які й були використані при розробленні нормативного документа [1]. Методи визначення та територіального районування розрахункових значень атмосферних навантажень, розроблені в роботах [4 – 8], можуть бути використані також при нормуванні снігового навантаження на тепловіділяючі покрівлі, для яких визначальним фактором є не процес накопичення снігу, а величина й частота окремих снігопадів.

Мета дослідження полягає у виявленні й узагальненні статистичних характеристик процесів приросту снігового навантаження та послідовностей снігопадів на території України.

Вихідними даними для статистичного аналізу послужили результати снігомірних зйомок на 12-ти рівнинних метеостанціях України, загальна характеристика яких наведена в таблиці 1. Оскільки вибрані тестові метеостанції розташовані в різних географічних районах України, їх дані загалом репрезентують досліджувану територію й забезпечують розроблення адекватної ймовірнісної моделі, придатної для всієї рівнинної території України. З урахуванням значної кількості снігопадів протягом року та наявної кількості років спостережень можна виконувати статистичний аналіз та оцінювати розрахункові значення снігового навантаження на тепловіділяючі покрівлі.

Таблиця 1 – Загальна характеристика тестових метеостанцій

№ з/п	Метеостанція	Область	Висота над рівнем моря	Кількість років спостережень
1	Бориспіль	Київська	121	19
2	Джанкой	АР Крим	6	12
3	Луганськ	Луганська	59	20
4	Маріуполь	Донецька	68	19
5	Мостиська	Львівська	232	18
6	Нікополь	Дніпропетровська	53	18
7	Полтава	Полтавська	160	20
8	Роздільна	Одеська	146	14
9	Сарни	Рівненська	154	18
10	Семенівка	Чернігівська	160	19
11	Умань	Черкаська	214	16
12	Чортків	Тернопільська	320	20

Результати снігомірних зйомок є послідовностями значень ваги снігу на поверхні ґрунту з інтервалом у п'ять діб. Вони утворюють нестационарний випадковий процес, детально проаналізований у роботах [6 – 8]. Визначені в цих дослідженнях функції середнього значення й стандарту снігового навантаження відображають поступове накопичення снігу протягом зими та його швидке танення весною.

Накопичення снігу відбувається внаслідок снігопадів, величини яких не перевищують п'ятиденних приростів снігового навантаження, обчислених за результатами снігозйомок як різниці послідовних значень ваги снігу

$$Y(t) = q(t) - q(t-5) \quad \text{при} \quad q(t) - q(t-5) > 0 ;$$

$$Y(t) = 0 \quad \text{при} \quad q(t) - q(t-5) \leq 0 , \quad (1)$$

де $q(t)$ і $q(t-5)$ – послідовні значення снігового навантаження на ґрунт.

Формули (1) забезпечують урахування лише додатних значень приросту снігового навантаження. Нульові значення відповідають відсутності снігопадів, а від'ємні відображають процес природного танення снігу, який не є об'єктом нашого дослідження. Обчислена за формулами (1) послідовність приростів запасу води утворює імпульсний випадковий процес, сукупність зимових реалізацій якого для метеостанції Полтава за 1981 – 1986 роки зображений на рисунку 1. Уздовж осі абсцис відкладено час у днях, причому відлік часу розпочинається з 1 листопада.

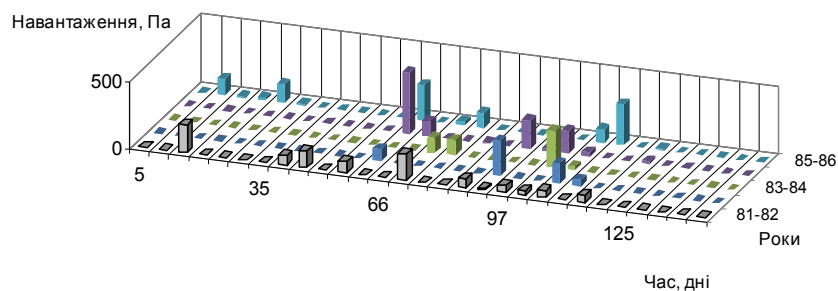


Рисунок 1 – Реалізації імпульсного процесу приростів снігового навантаження

З рисунка 1 видно, що протягом більшості п'ятиденок прирости снігового навантаження не спостерігаються. Кількість і величина імпульсів приросту навантаження істотно змінюються від однієї зими до іншої. Для кожної дати обчислені середні за всі роки спостережень значення приросту снігового навантаження та його стандарт. Послідовності обчислених значень утворюють функції середнього значення $M(t)$ і стандарту $S(t)$ висоти імпульсу, які характеризують сезонні зміни імпульсного випадкового процесу п'ятиденних приростів снігового навантаження, зображені на рисунку 2.

Така ж сама статистична обробка виконана для даних 12-ти метеостанцій, перелічених у таблиці 1. Отримані послідовності приростів снігового навантаження протягом зими складаються з 28-ми значень, значна частина яких є нульовими, що

обумовлено відсутністю снігопадів. Функції середніх значень і стандартів для всіх метеостанцій мають вигляд, аналогічний даним метеостанції Полтава.

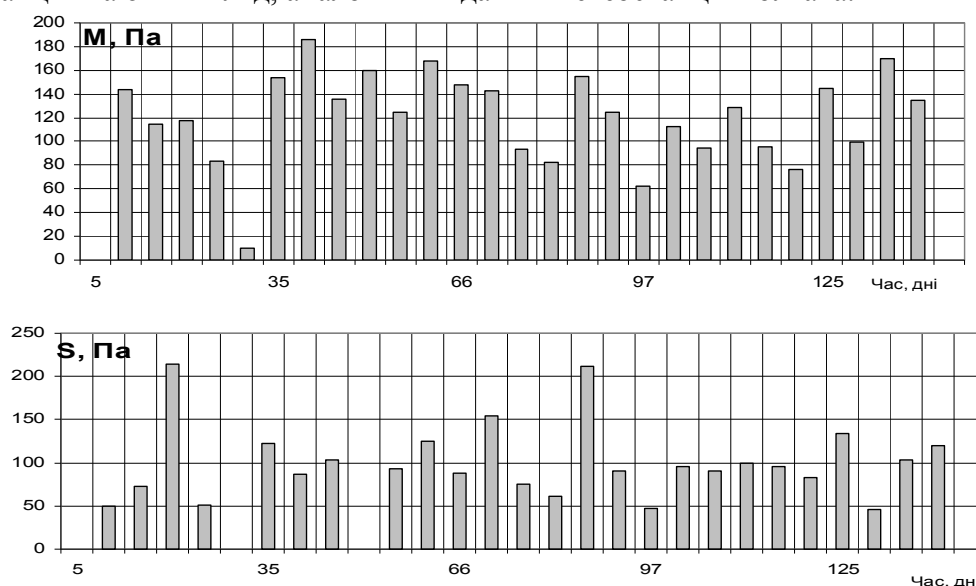


Рисунок 2 – Сезонні зміни характеристик приростів снігового навантаження

Зображені на рисунку 2 графіки сезонних змін середніх значень і стандартів дозволяють висунути гіпотезу про стаціонарність послідовності приростів снігового навантаження протягом усієї зими. Для перевірки цієї гіпотези послідовності середніх значень і стандартів приростів снігового навантаження перевірені за критерієм серій [10]. Суть критерію полягає в підрахунку кількості серій (неперервних послідовностей однозначних відхилень від медіани в більшу чи в меншу сторону) та її порівнянні з критичними значеннями, наведеними в таблицях [10]. Якщо підрахована кількість серій не виходить за межі критичних значень, вважається що проаналізовані дані утворюють стаціонарну послідовність, відхилення якої від середнього значення мають випадковий характер.

З 24 перевірених послідовностей 22 можна вважати стаціонарними на рівні значимості $\alpha=0,10$ (від 10 до 20 серій) і всі 24 – на рівні значимості $\alpha=0,05$ (від 9 до 21 серій). Проведена перевірка підтвердила стаціонарність послідовностей п'ятиденних приростів снігового навантаження, що дозволяє замість функцій середнього значення та стандарту використовувати середні протягом зими значення висоти імпульсу M_{Π} , стандарту S_{Π} та коефіцієнта варіації V_{Π} висоти імпульсу, які наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Статистичні характеристики послідовностей п'ятиденних приростів снігового навантаження

Метеостанції	N років	S_0 Па	N_p 1/рік	T_3 дБ	M_T дБ	M_{Π} мм	S_{Π} мм	V_{Π}
Джанкой	10	138	3,2	53	24,2	13,81	9,83	0,711
Нікополь	18	262	4,3	50	14,7	11,73	11,30	0,963
Мостиська	18	284	4,4	55	17,2	12,81	11,45	0,894
Сарни	18	289	5,1	55	15,5	12,25	9,06	0,739
Роздільна	14	293	3,2	45	18,2	18,51	14,89	0,805
Маріуполь	19	334	4,1	50	18,2	12,70	11,55	0,909
Луганськ	20	385	5,4	68	18,1	11,76	9,36	0,796
Бориспіль	19	434	6,6	74	15,1	11,29	9,33	0,827
Полтава	20	463	7,0	70	12,6	12,24	10,30	0,842
Умань	16	488	6,3	61	12,6	16,64	15,27	0,917
Чортків	20	524	6,0	59	13,3	14,37	12,51	0,870
Семенівка	19	495	10,1	97	12,4	9,65	7,82	0,811
Мінімум	10	138	3,2	45	12,4	9,6	7,8	0,71
Максимум	20	524	10,1	97	24,2	18,5	12,5	0,96

Закони розподілу висоти імпульсу проаналізовані за даними тих же 12-ти метеостанцій, перелічених у таблиці 1. Характерний вигляд гістограм розподілу висоти імпульсу наведений на рисунку 3. Вигляд гістограм та подані в таблиці 2 значення коефіцієнтів варіації в межах від 0,71 до 0,96 вказують на можливість опису цих гістограм двома законами розподілу.

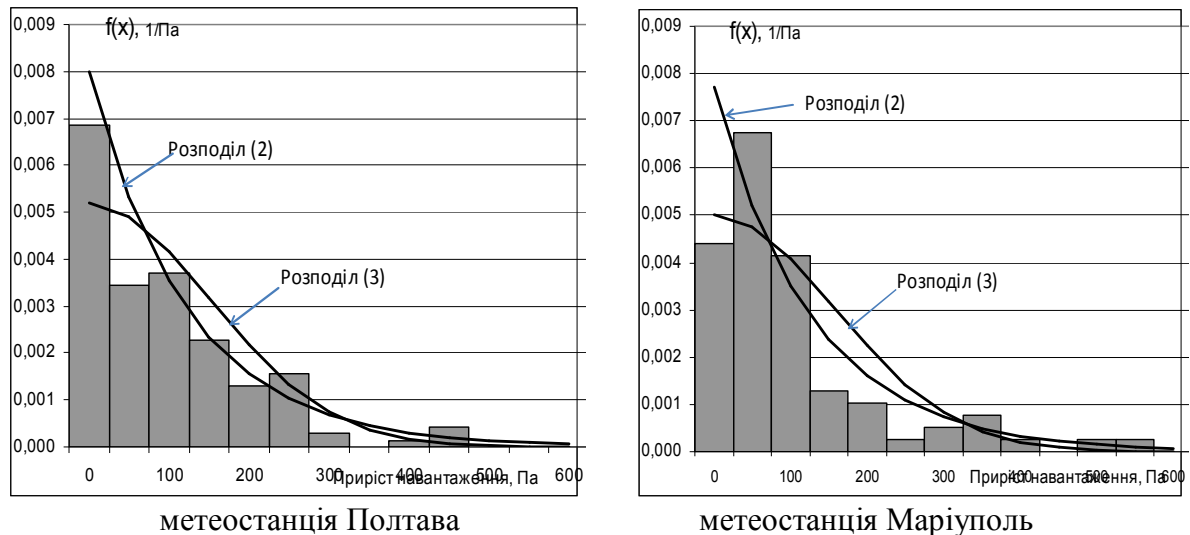


Рисунок 3 – Гістограми розподілу п'ятиденних приростів снігового навантаження

Експоненціальний закон розподілу [11] при коефіцієнті варіації $V=1$ має густину та інтегральну функцію розподілу

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}; \quad F(x) = 1 - \lambda e^{-\lambda x}; \quad \lambda = 1/M. \quad (2)$$

Односторонній нормальний розподіл, названий у роботі [11] розподілом модуля нормальної випадкової величини, має коефіцієнт варіації $V = \sqrt{\pi/2 - 1} \approx 0,76$ та густину ймовірності, яку можна записати через математичне сподівання M ,

$$f(x) = \frac{2}{\pi M} \exp\left(-\frac{x^2}{\pi M^2}\right) \quad (3)$$

Інтегральна функція одностороннього нормального розподілу визначається за формулою

$$F(x) = 2 \Phi\left(\frac{x}{\pi M^2}\right) - 1, \quad (4)$$

де $\Phi(\bullet)$ – функція стандартного нормального розподілу, для визначення якої можна скористатися таблицями [10] або спеціальними функціями, вбудованими в математичні пакети програм.

З рисунка 3 видно, що ближчим до фактичної форми гістограми розподілу висоти імпульсу на метеостанції Полтава є експоненціальний закон, а на метеостанції Маріуполь – односторонній нормальний. Відповідність розподілів (2) і (3) до дослідних даних за критерієм узгодженості Пірсона [10]. У переважній більшості випадків обидва теоретичні закони не суперечать дослідним даними на рівнях значимості $\alpha \geq 0,05$. Отже, розподіли приростів снігового навантаження можна наближено описувати як експоненціальним, так і одностороннім нормальним законами розподілу.

Важливою характеристикою імпульсного випадкового процесу є закон розподілу часу між імпульсами. Для дослідження сформовані й оброблені вибірки інтервалів часу між суміжними імпульсами приростів навантаження. Результати статистичної обробки (близькість коефіцієнтів варіації до одиниці) та гістограми розподілу, приклади яких

наведені на рисунку 4, вказують на можливість використання експоненціального закону розподілу. Перевірка за критерієм узгодженості Пірсона [10] показала, що розподіли інтервалів часу між імпульсами приростів снігового навантаження не суперечать експоненціальному закону на рівні значимості $\alpha \geq 0,05$. У таблиці 2 наведені середні значення інтервалів часу між імпульсами M_T , які повністю визначають експоненціальний розподіл.

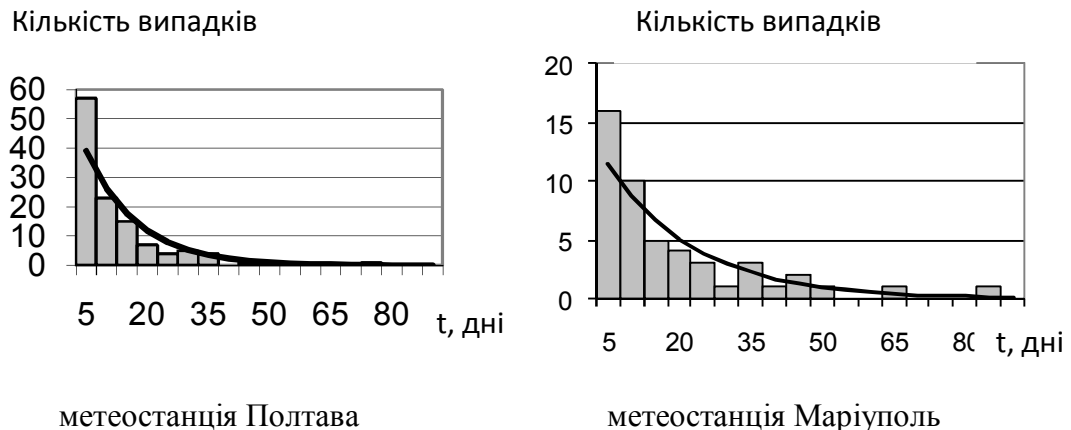


Рисунок 4 – Гістограми розподілу інтервалу часу між імпульсами процесу п'ятиденних приростів снігового навантаження

Для вичерпного подання частотної структури поряд із розподілом часу між імпульсами приростів снігового навантаження слід задати середньорічну кількість імпульсів чи середню тривалість зими. Визначені шляхом прямого підрахунку за наявними реалізаціями середньорічна кількість імпульсів N_P та середня тривалість зими T_3 для кожної з 12-ти досліджених метеостанцій наведені в таблиці 2. Там же вказані кількості років спостережень N і середні річні максимуми снігового навантаження S_0 , які узагальнено характеризують режим сніговідкладення в даній місцевості, а тому використовувалися в нормах [12] як нормативне значення. Два останні рядки таблиці визначають розкид наведених показників у межах вибірки досліджених метеостанцій.

З таблиці 2 видно, що середня висота імпульсу M_P , її стандарт S_P і коефіцієнт варіації V_P не залежать від величини S_0 . Середньорічна кількість імпульсів N_P зростає, а середній час між імпульсами M_T зменшується при зростанні S_0 , як це показано на рисунку 5.

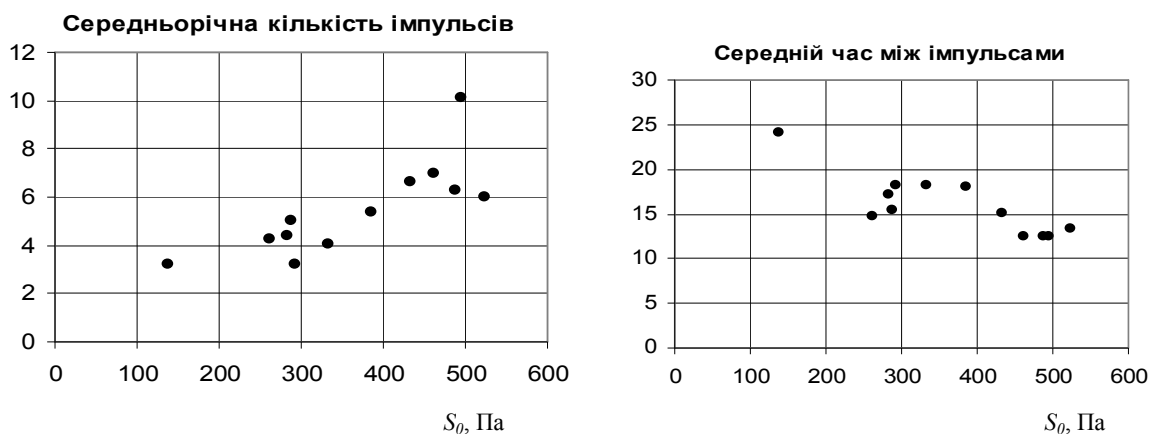


Рисунок 5 – Залежності статистичних характеристик імпульсного процесу п'ятиденних приростів снігового навантаження від величини S_0

Аналіз географічної мінливості показників таблиці 2 показує, що з півдня на північ України середні річні максимуми снігового навантаження S_0 , середньорічна кількість імпульсів приросту снігового навантаження N_P і середня тривалість зими T_3

зростають, а середній час між імпульсами приросту навантаження M_T зменшується. Статистичні характеристики висоти імпульсу M_{II} і S_{II} не мають вираженої територіальної мінливості.

Висновки за результатами проведених досліджень:

1. Імпульсний випадковий процес п'ятиденних приростів снігового навантаження можна вважати стаціонарним у часі.
2. Випадкова величина висоти імпульсів практично не залежить від географічного району України і може бути описана експоненціальним або одностороннім нормальним законом розподілу.
3. Розподіл часу між послідовними імпульсами приросту снігового навантаження відповідає експоненціальному закону, що разом із стаціонарністю в часі висоти імпульсу дозволяє вважати послідовності п'ятиденних приростів снігового навантаження простим потоком подій.
4. Отримані результати дозволяють перейти до розроблення ймовірнісної моделі послідовності снігопадів та визначення розрахункових значень снігового навантаження на тепловиділяючі покрівлі теплиць.

Література

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
2. ДБН В.2.2-2-95. Будинки і споруди. Теплиці та парники.
3. ДБН В.1.2-14:2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
4. Перельмутер, А.В. Про класифікацію навантажень та дій на будівельні конструкції / А.В. Перельмутер, В.А. Пашинський // Технічна метеорологія Карпат: матеріали Першої міжнародної науково-технічної конференції - ТМК-98 – Львів: Оксарт. – 1998 – С. 75 – 78.
5. Пичугин, С.Ф. Расчет надежности металлических конструкций (полученные результаты и нерешенные вопросы) / С.Ф. Пичугин // Надежность строительных конструкций. Работа научной школы проф. Пичугина С.Ф.: сборник научных трудов. – Полтава: ООО «АСМИ», 2010. – С. 16 – 35.
6. Пашинський, В.А. Методологія нормування кліматичних навантажень і впливів на будівельні конструкції / В.А. Пашинський // Надежность строительных конструкций. Работа научной школы проф. Пичугина С.Ф.: сборник научных трудов. – Полтава: ООО «АСМИ», 2010. – С. 37 – 53.
7. Пашинський, В.А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції на території України / В.А. Пашинський – К.: УкрНДІпроектстальконструкція, 1999. – 185 с.
8. Пичугин, С.Ф. Вероятностные модели снеговой нагрузки / С.Ф. Пичугин // Технічна метеорологія Карпат: матеріали Першої міжнародної науково-технічної конференції-ТМК-98. – Львів: Оксарт. – 1998 – С. 79 – 84.
9. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лащенко, В.А. Пашинский, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин; под общей ред. А.В. Перельмутера. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 482 с.
10. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики. / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: ВЦ АН СССР, 1968. – 476 с.
11. Шор, Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. / Я.Б. Шор. – М.: Советское радио, 1962. – 552 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ ПОЧВЫ

По результатам снегомерных съемок на 12-ти метеостанциях, размещенных в разных географических районах Украины, исследованы характеристики импульсного случайного процесса приростов снеговой нагрузки на поверхность почвы. Установленные закономерности разрешают построить вероятностную модель снегопадов с целью дальнейшего нормирования снеговой нагрузки на тепловыделяющие покрытия.

Ключевые слова: *снеговая нагрузка, нормирование снеговой нагрузки, прирост снеговой нагрузки, снегомерные съемки.*

STATISTICAL ANALYSIS OF CHANGES IN SNOW LOAD ON THE SOIL SURFACE

According to the snow measurement data of 12 meteorological stations located in different geographical regions of Ukraine, explored characteristics of the pulsed random process of increments of snow load on the soil surface. The established regularities allow us to construct a probabilistic snowfalls model in order to further standardization of snow load on the heat-radiating roofs.

Key words: *snow load, standardization of snow load, increment of snow load, snow measurement data.*