

УДК 528.94:551.509.25

МЕТОДИКА ПЕРЕСЧЕТА ПРОГНОЗНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРИОДОВ ПОВТОРЯЕМОСТИ

Дмитриева А.В.

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Путем статистической обработки эмпирических данных о снеговой нагрузке на поверхности земли, нами ранее установлено, что на территории Беларуси экстремальные значения этого параметра могут подчиняться трем основным типам вероятностных распределений – Гумбеля (тип I), Вейбулла (тип II) и Фреше (тип III) [1,2]. В этом случае пересчет характеристических значений снеговой нагрузки с обеспеченностью 0.98 (для периода повторяемости 50 лет), на меньшие или большие значения обеспеченности (соответственно, меньшие или большие периоды повторяемости), выполняемый стандартным методом (по зависимости Гумбеля) [3], не может быть корректным для всей территории Беларуси. В связи с этим, была поставлена задача районирования территории по типу (закону) распределения эмпирических распределений снеговой нагрузки.

Для решения данной задачи использование любых методов гритинга применительно к параметру «тип распределения» будет некорректным, так как этот параметр принадлежит к номинальной («слабой») шкале измерений. Однако каждому типу распределения можно поставить в однозначное соответствие числовой параметр «достоверность аппроксимации», принадлежащий к самой сильной, абсолютной шкале. Таким образом, необходимо построить т.н. диаграмму преобладания – тематическую карту, иллюстрирующую превышение значения одной из анализируемых характеристик над другими для конкретных объектов. Тип распределения (I, II или III) для каждой метеостанции выбирался из наибольшей достигнутой достоверности аппроксимации данных (R^2), поэтому для каждой метеостанции имеется набор из трех значений достоверности (R_I^2 , R_{II}^2 , R_{III}^2).

Мы использовали данные наборы значений достоверности для построения трех поверхностей параметра $-\ln(R^2)$, соответствующих трем типам распределения. Предварительное логарифмирование значения достоверности обусловлено необходимостью

некоторой линейризации параметра в окрестности значения 1.00 (известно, что при хорошей аппроксимации $R^2 \rightarrow 1$). После наложения всех трех поверхностей, тип распределения в любой промежуточной точке может быть найден по тому условию, какая из поверхностей в данной точке расположена выше. Полученная указанным способом карта типов представлена на рисунке 1.

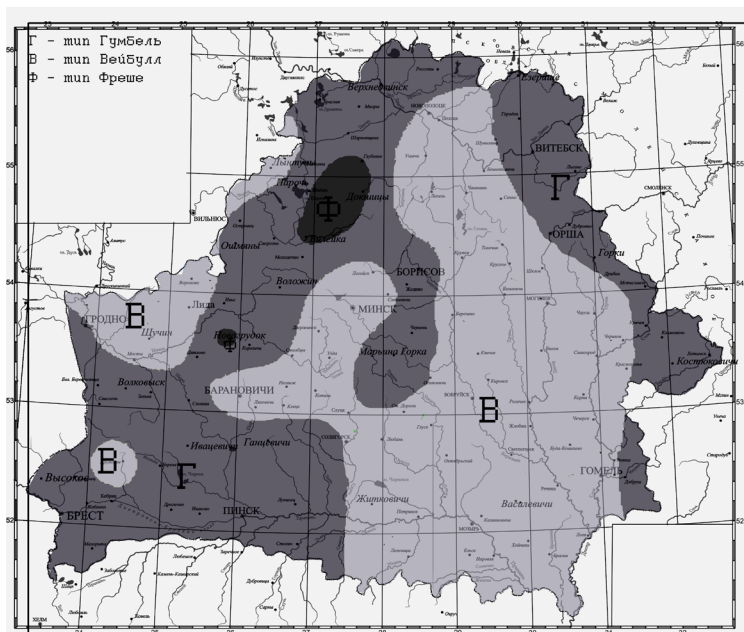
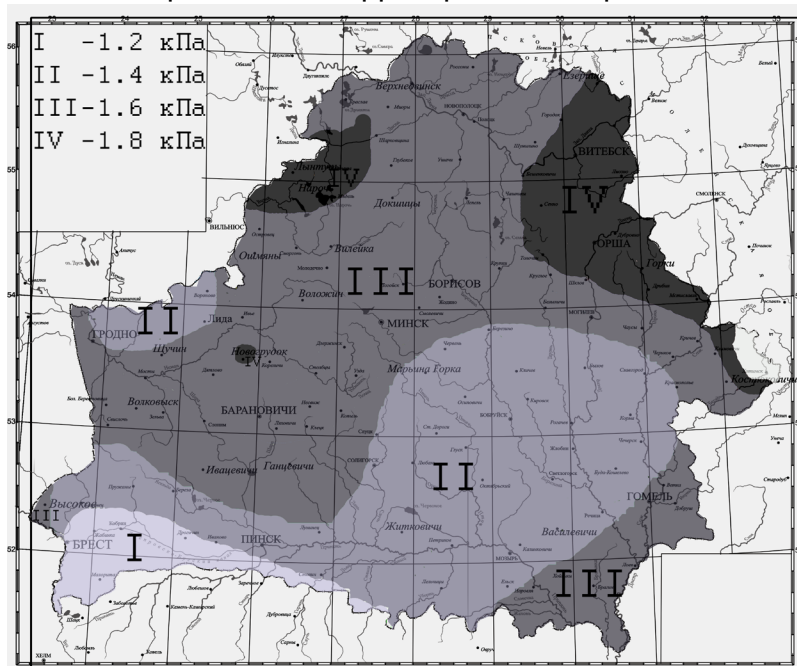


Рисунок 1 – Карта районирования территории Беларуси по типу распределения годовых максимумов снеговой нагрузки

Далее, используя карту районирования территории Республики Беларусь по снеговой нагрузке s_{50} , разработанную для периода повторяемости $T_{ret} = 50$ лет (см. рис. 2), и предыдущую карту (см. рис. 1), выполняем разбиение территории на подрайоны с одинаковой снеговой нагрузкой и типом распределения. В результате такого разбиения получено 9 различных подрайонов (всего было возможно 12 комбинаций «снеговой район – тип распределения», однако некоторые из комбинаций в данном конкретном случае не имели места).

Рисунок 2 – Карта районирования характеристических значений снеговой нагрузки (период повторяемости 50 лет)



Для каждого из подрайонов находилась общая зависимость $s_T = s_T(T_{ret})$, такая, чтобы найденное с ее помощью прогнозное значение имело достаточную обеспеченность расчетных значений снеговой нагрузки для любой из метеостанций, попадающей в данный подрайон. Общий вид зависимости (линейная, экспоненциальная или логарифмическая) при этом определялся типом распределения максимумов нагрузки для данного района (соответственно, Гумбеля, Фреше или Вейбулла). Расчетные значения определялись путем умножения характеристического значения на рекомендуемый нормами проектирования коэффициент запаса 1.5 (2.0 для особых подрайонов 1.6Ф и 1.8Ф). Пример определения искомой зависимости для подрайона 1.4В, в который попадает четыре метеостанции (Василевичи, Житковичи, Пружаны, Лида), представлен на рисунке 3, где оси абсцисс соответствует параметр $x_T = -\ln[-\ln(1 - 1/T_{ret})]$.

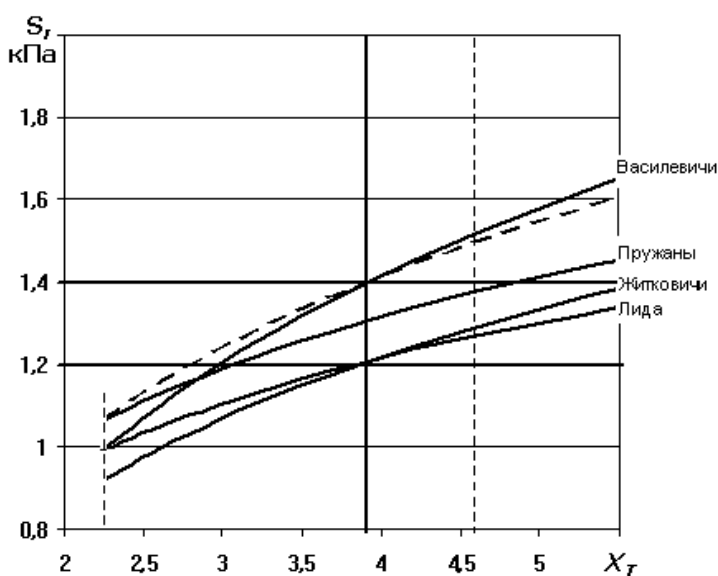


Рисунок 3 – Логарифмическая зависимость $s_T = s_{50} + k \cdot \ln(x_T/x_{50})$ для подрайона 1.4В (характеристическое значение $s_{50} = 1.4$ кПа, распределение Вейбулла). Искомая зависимость представлена пунктирной линией. Границы, соответствующие диапазону $T_{ret} = 10 \dots 100$ лет :

$$x_{10} = 2.25, x_{100} = 4.60$$

В приведенном примере зависи-

мость ищется в виде $y = a + k \cdot \ln x$. Однако, поскольку для района установлено стическое значение нагрузки, фиксировано прохождение кривой через точку с координатами (1.4; 3.90), так как $x_{50} = -\ln[-\ln(1-1/50)] = 3.90$. Конкретная зависимость для подрайона, таким образом, будет определяться единственным коэффициентом (в данном случае $k=0.60$). Указанный коэффициент варьируется таким образом, чтобы достичь наилучшей обеспеченности расчетных значений снеговой нагрузки во всем диапазоне $T_{ret} = 10 \dots 100$ лет. Мы полагали, что соответствующий период повторяемости расчетных значений должен не менее чем в пять раз превышать период повторяемости характеристических значений (составлять, для $T_{ret} = 10$ лет и $T_{ret} = 100$ лет, соответственно, 50 и 500 лет, или, иначе, достигать обеспеченности не менее 0.98 и 0.998).

Найденные для всех подрайонов итоговые зависимости были сведены в таблицу, пригодную для практического использования. Таблица содержит всю необходимую (для пересчета на иные периоды повторяемости) информацию и дополнительных пояснений не требует. Прочерки в трех графах таблицы означают, что на территории Республики Беларусь соответствующие подрайоны отсутствуют.

Таблица 1 – Зависимости и коэффициенты для пересчета характеристических значений снеговой нагрузки на периоды повторяемости T , отличные от 50 лет

Тип вероятностного распределения и вид зависимости для пересчета	Значение коэффициента пересчета k для снеговых районов			
	I ($s_{50} = 1.2 \text{ кПа}$)	II ($s_{50} = 1.4 \text{ кПа}$)	III ($s_{50} = 1.6 \text{ кПа}$)	IV ($s_{50} = 1.8 \text{ кПа}$)
Гумбеля, $s_T = s_{50} + k \cdot (x_T - x_{50})$	0,20	0,20	0,23	0,23
Вейбулла, $s_T = s_{50} + k \cdot \ln(x_T / x_{50})$	-	0,60	0,60	0,60
Фреше, $s_T = s_{50} \cdot \exp[k \cdot (x_T - x_{50})]$	-	-	0,25	0,25
$x_T = -\ln[-\ln(1-1/T)]$, $T = 10 \dots 100$ [лет], $x_{50} = -\ln[-\ln(1-1/50)] \approx 3.902$				

Литература

1. Тур, В.В. Нормирование снеговых нагрузок для территории Республики Беларусь / В.В. Тур, В.Е. Валуев, С.С. Дереченник, О.П. Мешик, И.С. Воскобойников // Строительная наука и техника (Минск). – 2008, №2. – С. 27 – 45.
2. Дмитриева, А.В. Итерационный алгоритм гридинга с покоординатной аппроксимацией для районирования метеорологических данных/ А.В. Дмитриева // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. – Брест, 2009. – Ч. 1. – С. 148 – 152.
3. Снеговые нагрузки на покрытиях зданий в условиях Севера / В.В. Филиппов, А.Т. Копылов, Т.А. Корнилов и др. – М.: Наука, 2000. – 246 с.