

**Изменение № 5 к СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия»**

**Утверждено и введено в действие** приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

**Дата введения** \_\_\_\_\_

**Содержание**

Дополнить наименованием приложения М в следующей редакции:  
«Приложение М Методика определения пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки.....»

**Введение**

Дополнить шестым абзацем в следующей редакции:  
«Изменение № 5 выполнено авторским коллективом АО «НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (руководитель разработки – канд. техн. наук *И.В. Лебедева*, канд. техн. наук *Л.М. Арутюнян*, *Д.С. Богачев*) при участии РААСН (д-р техн. наук *В.И. Травуш*) и ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (канд. геогр. наук *М.В. Клюева*).».

**2 Нормативные ссылки**

Заменить ссылку «СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология» на «СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология».

Дополнить нормативными ссылками в следующей редакции:

«СП 14.13330 «Строительство в сейсмических районах».

СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия» (с Изменениями №1, №2).

СП 385.1325800 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

**4 Общие положения**

Пункт 4.1. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«При необходимости учета длительности нагрузок, в том числе, влияния реологических или нелинейных свойств материалов, при проверке на выносливость, усталостную прочность и в других случаях, оговоренных в нормах проектирования конструкций и оснований, устанавливаются пониженные нормативные значения нагрузок от оборудования, людей, животных и транспортных

средств на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий.».

Пункт 4.2. Перечисление а). Заменить слова «в соответствии с 7.2-7.4,» на «в соответствии с 7.2,7.3,».

Дополнить перечислением в) в следующей редакции:

«в) при расчете по особым предельным состояниям - принимают равными единице, если в нормах проектирования конструкций и оснований не установлены другие значения.».

Пункт 4.3. Изложить в новой редакции:

«4.3 Расчетные значения особых проектных нагрузок (экстремальных климатических, ударных, взрывных, нагрузок от пожарных автомобилей на стилобатные и подземные части зданий) устанавливаются в соответствии с СП 296.1325800, сейсмических – в соответствии с СП 14.13330, особых аварийных нагрузок – в соответствии с СП 385.1325800 или в задании на проектирование.».

Дополнить пунктом 4.8 в следующей редакции:

«4.8 Пониженные нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок устанавливаются в соответствии с 8.2.3; равномерно распределенных нагрузок от транспортных средств – в соответствии с 8.4.4; крановых нагрузок – в соответствии с 9.19 и 9.20; снеговых нагрузок – в соответствии с 10.11, таблицам Д.1 Приложения Д.2, Л.1 Приложения Л; температурных климатических воздействий – в соответствии с 13.7.

Примечание – При расчете на прогрессирующее обрушение пониженные нормативные значения кратковременных нагрузок, перечисленных в разделе 8, определяются умножением их нормативных значений на коэффициент 0,35; в разделе 9 – в соответствии с 9.19 и 9.20; в разделе 10 - умножением их нормативных значений на коэффициент 0,5.».

## **5 Классификация нагрузок**

Пункт 5.4. Перечисление и). Изложить в новой редакции:

«и) пониженные значения кратковременных нагрузок (см. 4.1, 4.8).».

## **8 Нагрузки от оборудования, людей, животных, складированных материалов и изделий, транспортных средств**

### **8.2 Равномерно распределенные нагрузки**

Пункт 8.2.3. Изложить в новой редакции:

«8.2.3 Пониженные нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок, указанных в таблице 8.3, устанавливаются в зависимости от рассматриваемой расчетной ситуации:

- при определении вертикальных предельных прогибов элементов конструкций на основе физиологических и эстетико-психологических требований – по таблице Д.1 Приложения Д.2;

- при определении вертикальных предельных прогибов элементов конструкций, ограничиваемые исходя из технологических и конструктивных требований - по таблице Л.1 Приложения Л.

В других случаях пониженные нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок устанавливаются в нормах проектирования строительных конструкций и оснований, но не менее 0,35.»

#### **8.4 Нагрузки от транспортных средств**

Пункт 8.4.4. Изложить в новой редакции:

«8.4.4 Пониженные нормативные значения равномерно распределенных нагрузок от транспортных средств устанавливаются в нормах проектирования или в задании на проектирование в зависимости от рассматриваемой расчетной ситуации, но не менее 0,35.».

### **10 Снеговые нагрузки**

Пункт 10.2. Третий абзац. Исключить слова: «, указанные в таблице 10.1».

Пункт 10.4. Второй абзац. Изложить в новой редакции:

«Для зданий и сооружений, имеющих габаритные размеры покрытия, превышающие 100 м в обоих направлениях, за исключением покрытий, указанных на схемах Б.1 и Б.5 приложения Б, а также во всех случаях, не предусмотренных приложением Б (при иных формах покрытий, при необходимости учета различных направлений переноса снега по покрытию, близко расположенных зданий и сооружений окружающей застройки и т. п.), схемы распределения снеговой нагрузки по покрытиям и значения коэффициента  $\mu$  устанавливаются на основе опыта нормирования снеговых нагрузок, результатов модельных испытаний в аэродинамических трубах (см. приложения Ж и И) с учетом 4.7 или имеющихся данных, с учетом оценки объемов снегопереноса и снегонакопления.».

Пункт 10.7. Таблица 10.2. Заменить ссылку: «СП 131.13330.2018» на: «СП 131.13330.2020».

Пункт 10.11. Изложить в новой редакции:

«10.11 Для районов со средней температурой января минус 5 °С и ниже (по таблице 5.1 СП 131.13330.2020) пониженное нормативное значение снеговой нагрузки устанавливается в зависимости от рассматриваемой расчетной ситуации, но не ниже 0,5 от ее полного нормативного значения. При этом коэффициенты  $c_e$  и  $c_t$  принимают равными единице.

Для районов со средней температурой января выше минус 5 °С пониженное значение снеговой нагрузки не учитывают.».

Дополнить пунктом 10.14 в следующей редакции:

«10.14 Экстремальные значения снеговой нагрузки необходимо учитывать в соответствии с СП 296.1325800.2017 в особых сочетаниях для населенных пунктов, указанных в табл. А.1 Приложения А.».

### **11 Воздействия ветра**

Преамбула. Второй абзац снизу. Исключить.

Подраздел 11.1 Основная ветровая нагрузка.

Пункт 11.1.5. Подпункт 2. Заменить слова « $h$  – высота здания.» на « $h$  – высота здания от поверхности земли.».

Пункт 11.1.8. Дополнить примечанием 3:

«3 Расчет зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки включает:

- определение усилий и перемещений (суммарных и по формам колебаний);
- определение сил инерции по формам колебаний;
- определение предельных частот колебаний;
- оценку усталостной прочности и выносливости элементов сооружения.».

Пункт 11.1.8, б. Заменить слова «(см. преамбулу к разделу 11)» на «(см. 11.4).».

Пункт 11.1.8, в. Изложить в новой редакции:

«в) для сооружений, у которых вторая собственная частота меньше предельной, необходимо производить динамический расчет с учетом  $s$  первых форм собственных колебаний.

Число  $s$  следует определять из условия  $f_s < f_{lim} < f_{s+1}$ .

Допускается использовать уточненную методику, приведенную в Приложении М.».

Пункт 11.1.10. Перечисление а). Изложить в новой редакции:

«а) для железобетонных и каменных зданий и сооружений, а также для зданий со стальным или смешанным сталежелезобетонным каркасом при наличии сплошных наружных ограждающих конструкций  $\delta = 0,3$ ;».

Перечисление в). Изложить в новой редакции:

«в) для конструкций из стекла, а также для смешанных сооружений, имеющих одновременно стальные и железобетонные несущие конструкции при отсутствии сплошных наружных ограждающих конструкций,  $\delta = 0,22$ .».

Дополнить пунктом 11.4 в следующей редакции:

«**11.4** Коэффициент надежности по нагрузке для основной и пиковой ветровых нагрузок следует принимать равным 1,4.

При расчете на резонансное вихревое возбуждение коэффициент надежности по нагрузке принимают равным 1,0.».

Дополнить пунктом 11.5 в следующей редакции:

«**11.5** Экстремальные значения ветровой нагрузки необходимо учитывать в соответствии с СП 296.1325800.2017 в особых сочетаниях.».

## **12 Гололедные нагрузки**

Дополнить пунктом 12.6 в следующей редакции:

«12.6 Экстремальные значения гололедной нагрузки необходимо учитывать в соответствии с СП 296.1325800.2017 в особых сочетаниях для населенных пунктов, указанных в табл. А.2 Приложения А.».

## **13 Температурные климатические воздействия**

Дополнить пунктом 13.9 в следующей редакции:

«13.9 Экстремальные значения температурных климатических воздействий необходимо учитывать в соответствии с СП 296.1325800.2017 в особых сочетаниях для населенных пунктов, указанных в табл. А.3 Приложения А.».

### **Приложение Б Схемы снеговых нагрузок и коэффициенты формы $\mu$**

Подраздел Б.3. Экспликация к формуле (Б.2). Изложить в новой редакции: «но не более 4,0 и не более  $3h_l/S_0$ ;  $b_l = h_l$ , но не более  $b$ . При  $h_l < f$ , где  $f$  – стрела подъема покрытия фонаря, следует принимать  $b_l = h_l + f/2$ .».

Подраздел Б.8. Перечисление е). Третью строку записать в виде:

« $\mu_1 = 1 - 2m_2$  для покрытий без парапетов при  $\mu \leq \frac{2h}{S_0}$ , где  $\mu$  принимается из пункта б);».

Подраздел Б.11. Здания с купольными круговыми и близкими к ним по очертанию покрытиями. Пункт б).

После первого абзаца добавить новый абзац в следующей редакции:

«Здесь В-В– линия сопряжения поверхностей различной кривизны;  $\alpha_1$  – уклон нижней поверхности;  $\alpha_2$  – уклон верхней поверхности; точка С соответствует уклону одной из поверхностей в  $30^\circ$ , либо уклону в точке А, если он составляет не более  $30^\circ$ . Остальные обозначения показаны на рис. Б.14 а.».

Третий абзац. Изложить в новой редакции:

«Для вариантов 2 и 3 коэффициент  $\mu_2$  вычисляется согласно пункту Б.11,а по схеме варианта 2 на рис. Б.14. При этом  $r_1$  принимается, как показано на рис. Б.14а. Коэффициент  $\mu_3$  вычисляется по схеме варианта 2 на рис. Б.14 для центральной части покрытия при  $r_1 = l_2/2$ , а  $z$  отсчитывается от центра проекции сферы.».

Дополнить абзацем в следующей редакции:

«Для покрытий в виде сочетания двух сферических поверхностей различной кривизны на эллиптическом плане следует выполнить расчет коэффициентов  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  и  $\mu_3$  независимо для большего и меньшего диаметров эллипса, как указано выше, с интерполяцией полученных значений снеговой нагрузки для промежуточных направлений.».

Подраздел Б.13 Покрытие с парапетами

Пункт в). Дополнить предложением:

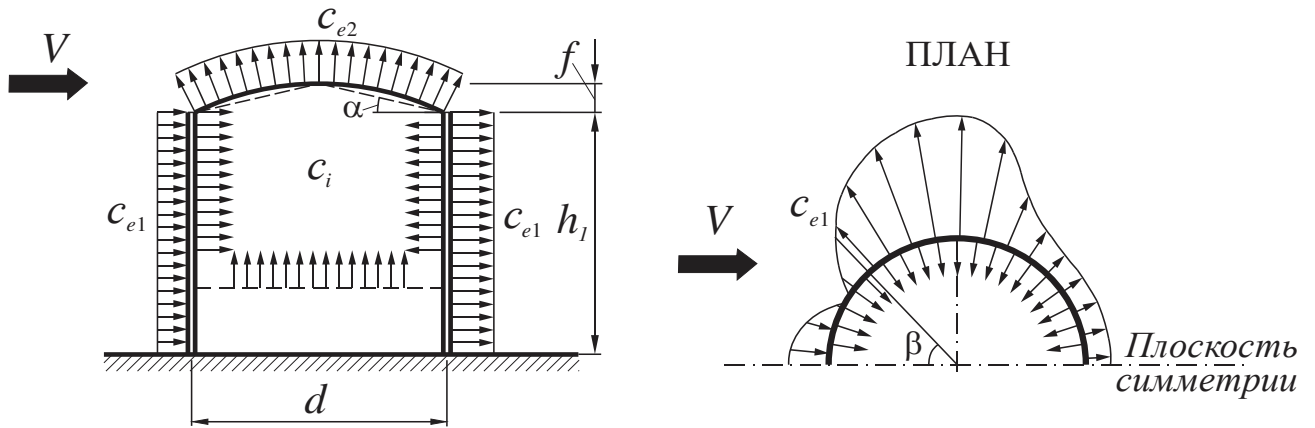
«При этом коэффициент формы  $\mu$  принимают не более  $3h/S_0$ .».

### **Приложение В Ветровые нагрузки.**

Подраздел В.1.12 Сооружения и конструктивные элементы с круговой цилиндрической поверхностью

Рисунок В.15 представить в следующем виде:

«



»

Таблицу В.6 представить в следующем виде:

«Т а б л и ц а В.6

$h_l/d$	1/6	1/4	1/2	1	2	$\geq 5$
$c_{e2}, c_i$	-0,5	-0,55	-0,7	-0,8	-0,9	-1,05

»

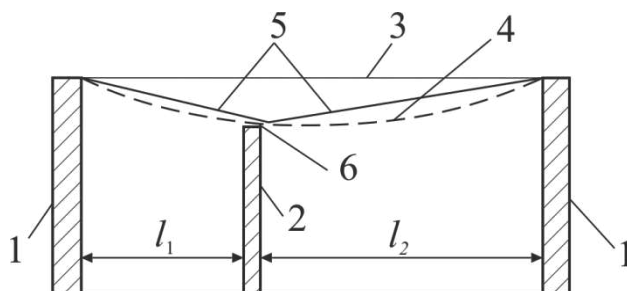
Подраздел В.1.14 Решетчатые конструкции

Шестой абзац. Изложить в новой редакции:

«Для ферм из труб при  $Re < 4 \cdot 10^5$  и ферм из профилей коэффициент  $\eta$  определяется по таблице В.8 в зависимости от относительного расстояния между фермами  $b/h$  (рисунок В.19) и коэффициента заполнения ферм  $\varphi = \frac{1}{A_k} \sum A_i$  .».

**Приложение Д Прогнбы и перемещения**  
**Раздел Д.1 Определение прогибов и перемещений.**  
Пункт Д.1.7. Рисунок Д.1, а) представить в виде:

«



»

**Раздел Д.2 Предельные прогибы**

Подраздел Д.2.1 Вертикальные предельные прогибы элементов конструкций.

Таблица Д.1. Примечание 1. Изложить в новой редакции:

«1 За расчетный пролет  $l$  элемента конструкции принимается расстояние между точками опирания элемента, назначаемое при расчетах конструкций.

Для консоли вместо  $l$  следует принимать удвоенный ее вылет.

Для безбалочного железобетонного перекрытия за пролет  $l$  следует принимать:

а) в монолитной конструкции – расстояние между осями колонн,

б) в сборной конструкции:

- для ригелей рам - расстояние между осями колонн;

- для квадратных в плане пролетных плит - размер диагонали плиты;

- для прямоугольных в плане пролетных плит с отношением сторон более 1,5:1 - размер большей стороны плиты.»

Пункт Д.2.4.6. После слов «элементов витражей, стеклопакетов» добавить слова: «, навесных фасадных систем».

**Приложение Е Карты районирования территории Российской Федерации по климатическим характеристикам**

*(Издано отдельной брошюрой)*

Дополнить следующими картами районирования по климатическим характеристикам:

Карта 1,в. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по весу снегового покрова. Дополнение к карте 1. Районирование территории Российской Федерации по весу снегового покрова.

Карта 2,ж. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по давлению ветра. Дополнение к карте 2. Районирование территории Российской Федерации по давлению ветра.

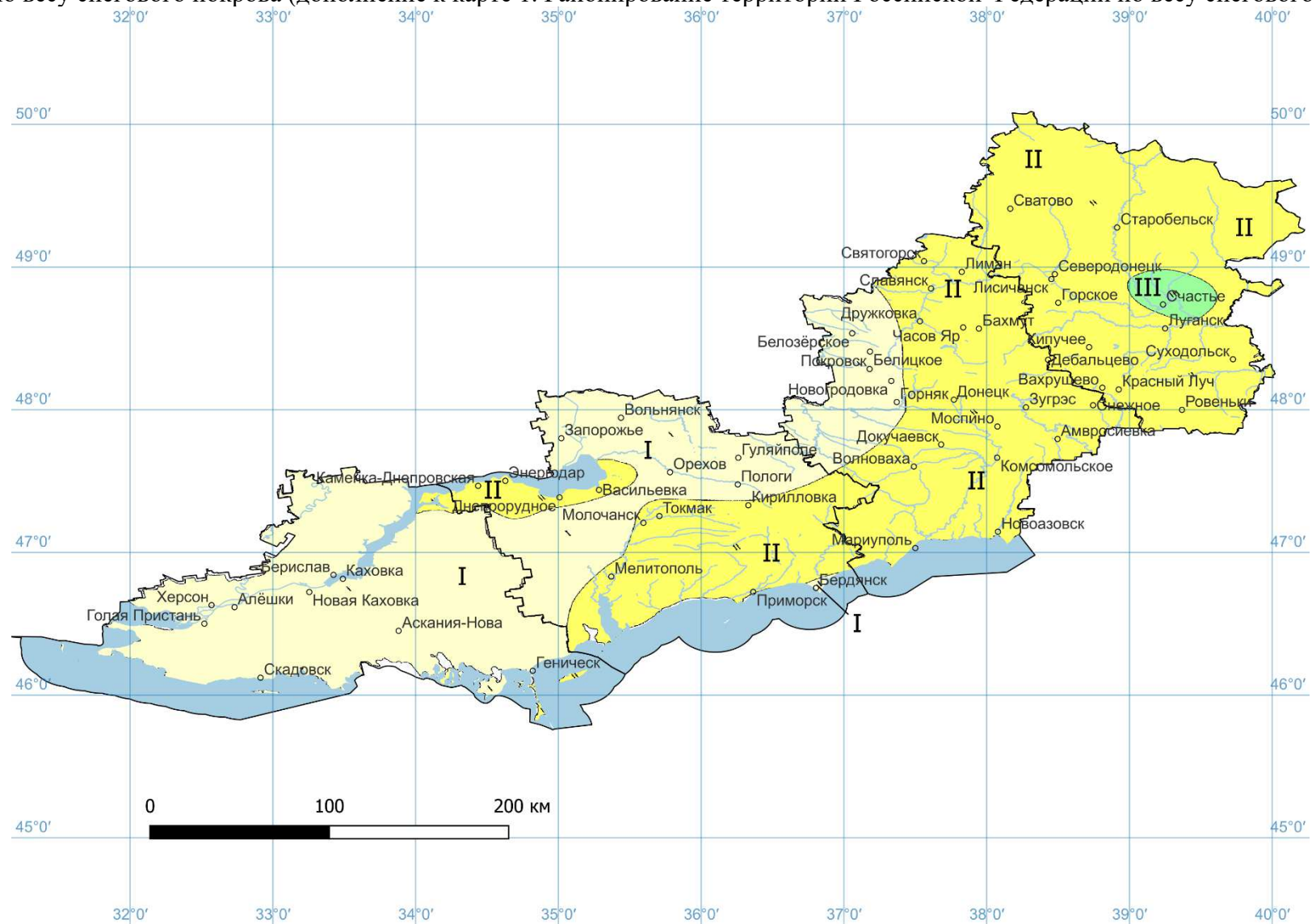
Карта 3,ж. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по толщине стенки гололеда. Дополнение к карте 3. Районирование территории Российской Федерации по толщине стенки гололеда.

Карта 4,б. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по нормативным значениям минимальной температуры воздуха, °С. Дополнение к карте 3. Районирование территории Российской Федерации по нормативным значениям минимальной температуры воздуха, °С.

Карта 5,б. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по нормативным значениям максимальной температуры воздуха, °С. Дополнение к карте 3. Районирование территории Российской Федерации по нормативным значениям максимальной температуры воздуха, °С.

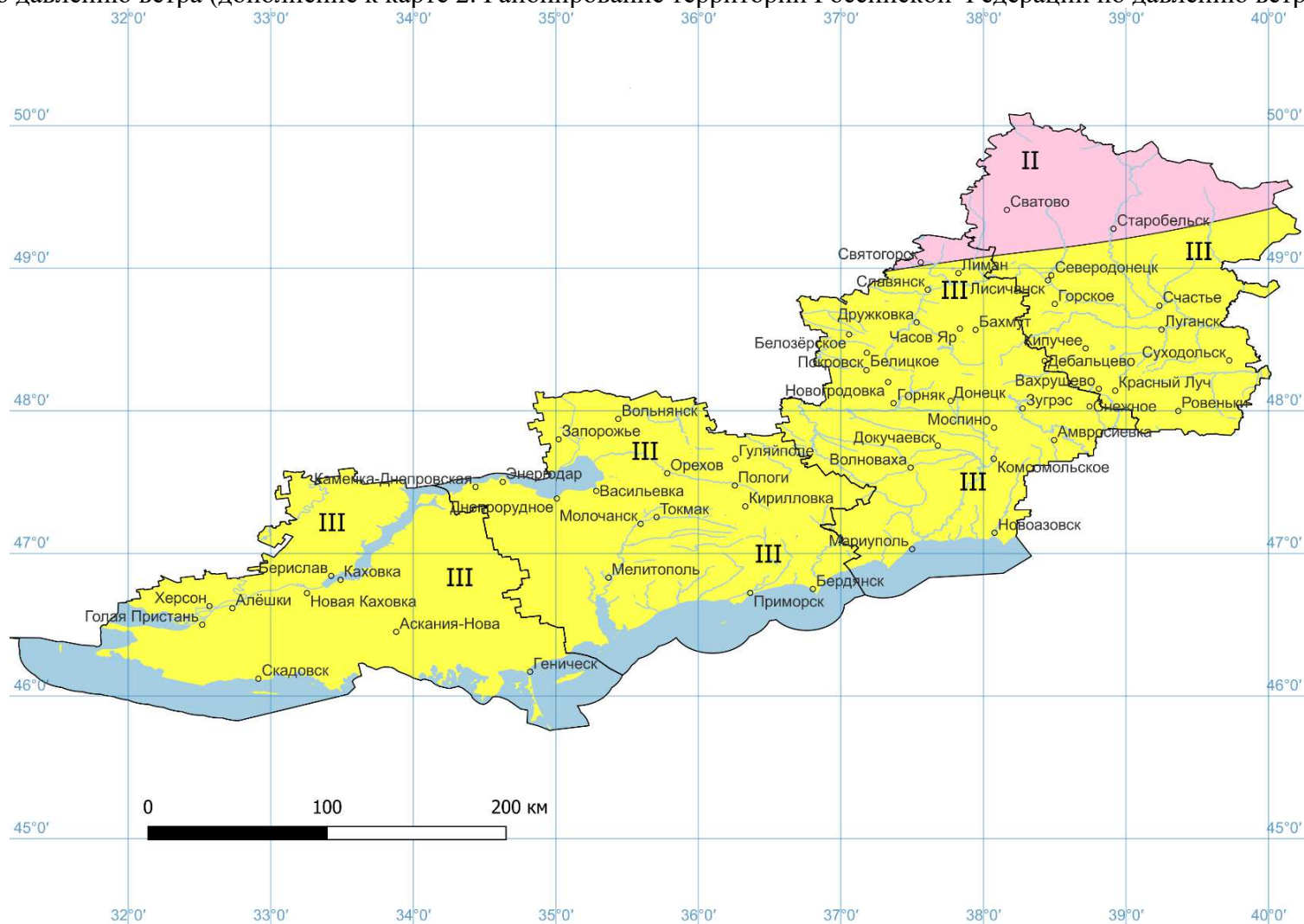


**Карта 1,в** Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской области, Херсонской области по весу снежного покрова (дополнение к карте 1. Районирование территории Российской Федерации по весу снежного покрова).



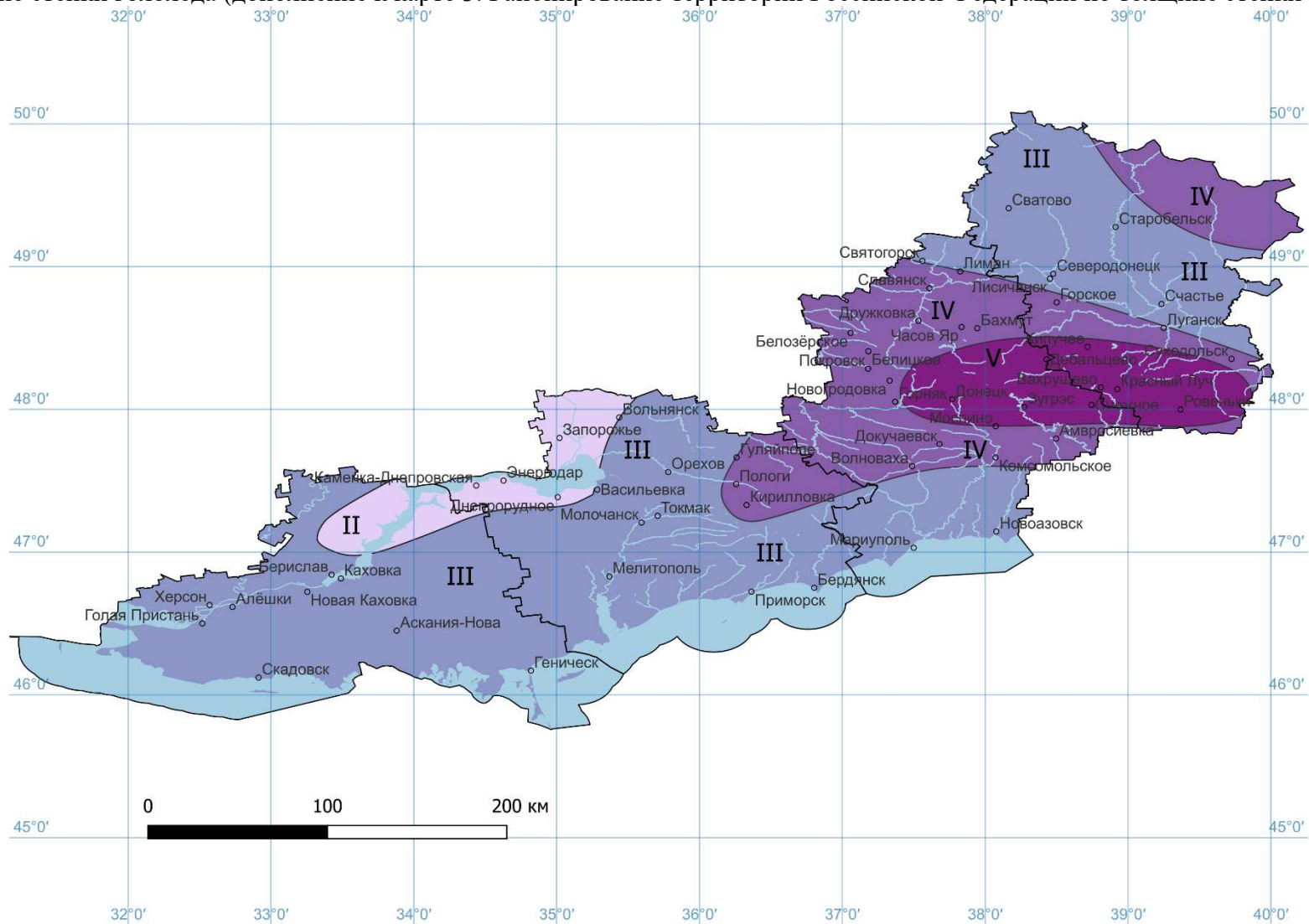
Продолжение Изменения № 5 к СП 20.13330.2016

Карта 2,ж. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по давлению ветра (дополнение к карте 2. Районирование территории Российской Федерации по давлению ветра).



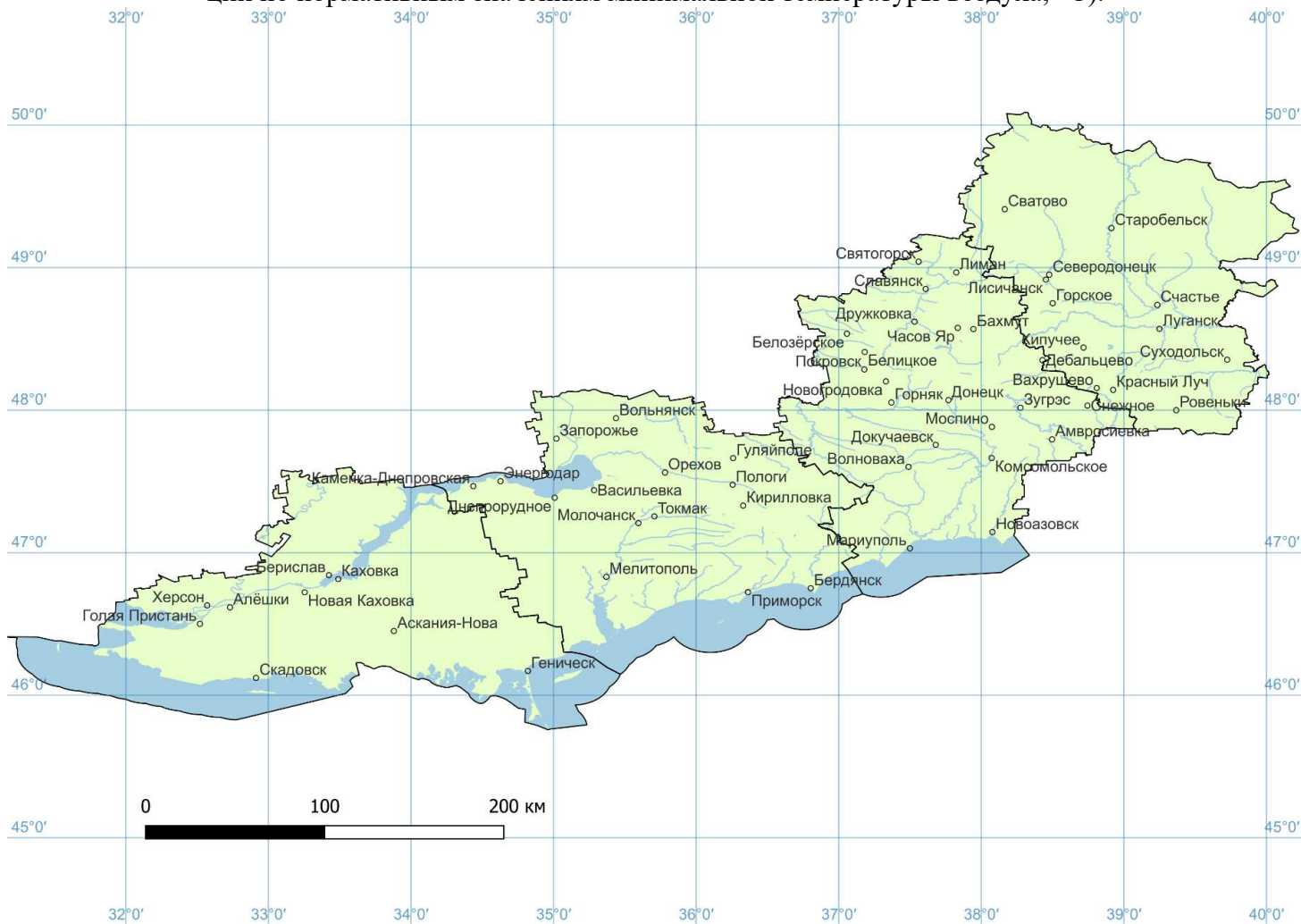
Продолжение Изменения № 5 к СП 20.13330.2016

Карта 3,ж. Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по толщине стенки гололеда (дополнение к карте 3. Районирование территории Российской Федерации по толщине стенки гололеда).



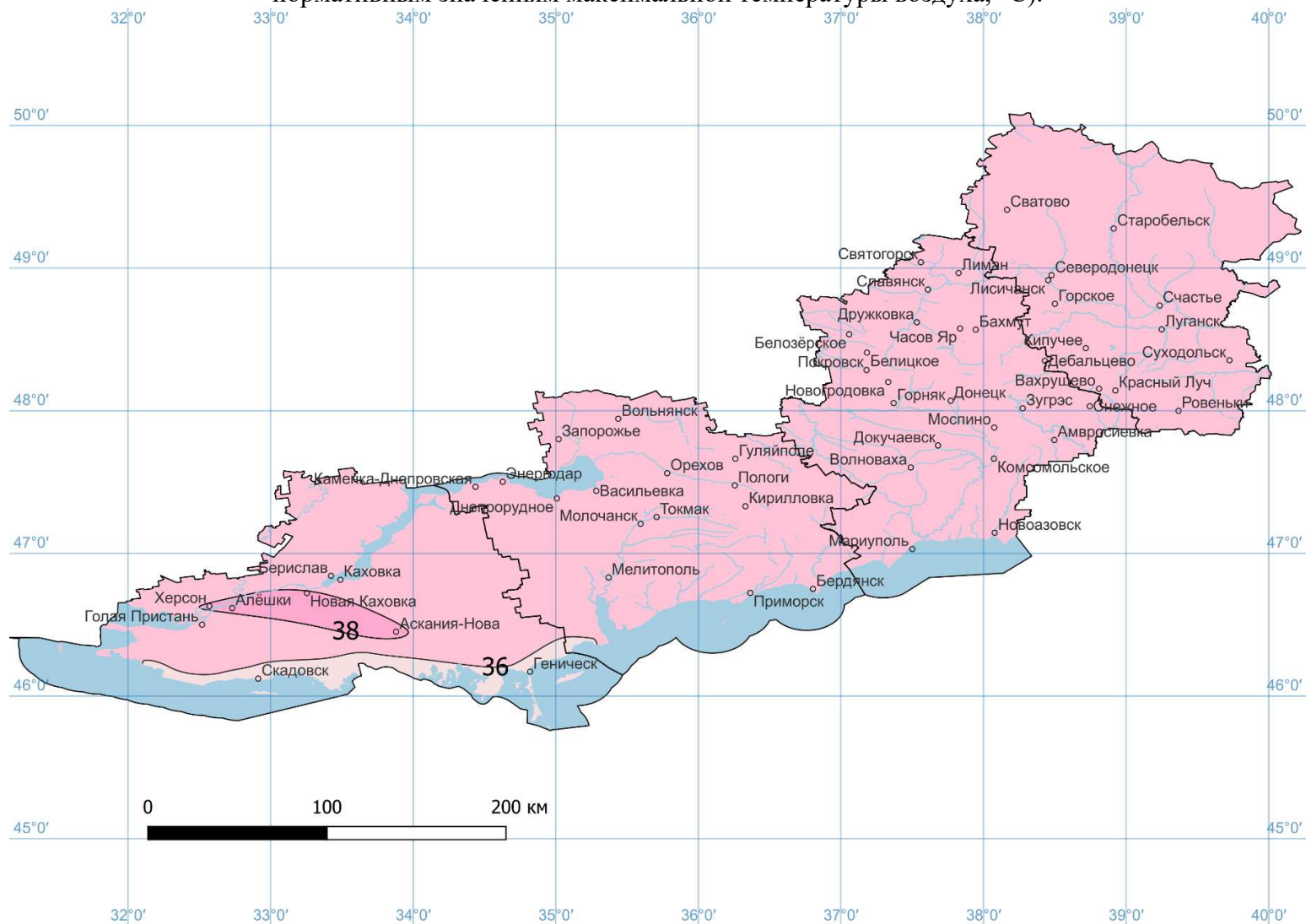
Продолжение Изменения № 5 к СП 20.13330.2016

**Карта 4,б.** Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по нормативным значениям минимальной температуры воздуха, °С (дополнение к карте 3. Районирование территории Российской Федерации по нормативным значениям минимальной температуры воздуха, °С).



## Продолжение Изменения № 5 к СП 20.13330.2016

**Карта 5,б.** Районирование территории Донецкой Народной Республики, Луганской Республики, Запорожской области и Херсонской области по нормативным значениям максимальной температуры воздуха, °С (дополнение к карте 3. Районирование территории Российской Федерации по нормативным значениям максимальной температуры воздуха, °С).



Примечания к карте 1. Дополнить примечанием 4 в следующей формулировке:

«4 Высотный коэффициент  $k_h$  для горных районов определяют по формуле:

$$k_h = \frac{S_g(h) - S_g(0)}{0,001 \times S_g(0) \times (h - h_0)}$$

Здесь

$S_g(h) = S_{g,50}(h)/1,4$ , где  $S_{g,50}$  - превышаемый в среднем один раз в 50 лет ежегодный максимум веса снегового покрова на высоте  $h$  проведения маршрутной снегосъемки в горном районе местности (см. 10.2);

$S_g(0)$  – нормативное значение веса снегового покрова (ВСП) на начальной высоте, относительно которой вычисляется высотный коэффициент;

$h$ , м – высота, на которой проводятся измерения ВСП в горном районе;

$h_0$ , м – начальная высота, для которой установлено нормативное значение ВСП.

Для других высот в данном районе местности используют полученное значение высотного коэффициента.»

## Приложение И.2 Подобие по параметру шероховатости

Второй абзац. Исключить все слова «как правило».

## Приложение К Нормативные значения веса снегового покрова для городов Российской Федерации

Таблица К.1. – Нормативные значения веса снегового покрова.

Дополнить следующими позициями:

«

Луганская Народная Республика		
1	Лисичанск	0,9
2	Луганск	1,0
Донецкая Народная Республика		
1	Артемовск (Бахмут)	1,05
2	Донецк	1,1
3	Дружковка	1,15
4	Мариуполь	0,75
5	Покровск	0,5
Запорожская область		
1	Бердянск	0,45
2	Запорожье	0,5
3	Мелитополь	0,95
Херсонская область		
1	Новая Каховка	0,5
2	Херсон	0,5

»

## Приложение Л Значения предельных прогибов и перемещений зданий и их отдельных элементов, ограничиваемые исходя из технологических и конструктивных требований

### **Раздел Л.1 Вертикальные предельные прогибы элементов конструкций, ограничиваемые исходя из технологических и конструктивных требований**

Таблица Л.1. Примечание 1. Изложить в новой редакции:

«1 За расчетный пролет  $l$  элемента конструкции принимается расстояние между точками опирания элемента.

Для консоли за расчетный пролет  $l$  следует принимать удвоенный ее вылет.

Для безбалочного железобетонного перекрытия за расчетный пролет  $l$  следует принимать:

- а) для монолитной конструкции – расстояние между осями колонн,
- б) для сборной конструкции:
  - для ригелей рам - расстояние между осями колонн;
  - для квадратных в плане пролетных плит - размер диагонали плиты;
  - для прямоугольных в плане пролетных плит с отношением сторон более 1,5:1 - размер большей стороны плиты.»

### **Раздел Л.3 Горизонтальные предельные перемещения и прогибы зданий, отдельных элементов конструкций и опор конвейерных галерей от ветровой нагрузки и крена фундаментов**

Таблица Л.2. Пункт 1. После слов: «Многоэтажные здания» добавить слова: «, многоэтажные этажерки промышленных зданий»

Пункт 3. Графа 3. Изложить в новой редакции:

« $h_s/150$   
 $h_s/200$   
 $h_s/300$ ».

Дополнить свод правил приложением М в следующей редакции:

#### **«Приложение М**

#### **Методика определения пульсационной составляющей основной ветровой нагрузки**

**М.1** При проектировании и расчетах несущих конструкций сооружения, имеющего сложную пространственную расчетную схему, требуется учет совместных колебаний сооружения по различным собственным формам и их взаимной корреляции при действии пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

**М.2** Пульсационные ветровые нагрузки являются динамическими и имеют случайную природу, поэтому в расчетах сооружений они должны учитываться исходя из статистических характеристик скорости ветра и наиболее неблагоприятных возможных мест приложения ветровой нагрузки.

Расчетные значения усилий  $Q_p$  и перемещений  $u_p$  в элементах конструкции от действия ПВ-нагрузки определяют по формулам:

$$Q_p = \sigma_Q \gamma_g, \quad (\text{М.1})$$

$$u_p = \sigma_u \gamma_g, \quad (\text{М.2})$$

где  $\sigma_Q$  и  $\sigma_u$  – стандарт усилий и перемещений, соответственно;

$\gamma_g = 3,0$  – коэффициент обеспеченности пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

### М.3 Статистические характеристики для определения пульсационной составляющей ветровой нагрузки

Стандарт перемещений  $\sigma_u$  и стандарт усилий  $\sigma_Q$  необходимо определять на основе численного расчета сооружения на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки, с применением методики решения линейной динамической задачи о вынужденных колебаниях сооружений при действии пульсационной составляющей ветровой нагрузки, приведенной в М.3 – М.8.

При этом используют метод разложения усилий и перемещений в ряды по ортонормированным собственным формам колебаний сооружения.

#### М.3.1 Стандарт перемещений

Стандарт перемещений определяют по формуле

$$\sigma_u = \sqrt{D_u}, \quad (\text{М.3})$$

где  $D_u$  - дисперсия перемещений.

Дисперсию перемещений определяют как

$$D_u = \frac{\zeta_{10}^2}{(2\pi)^4} \sum_{k=1}^{K_{max}} \frac{1}{f_k^2} \sum_{k_1=1}^{K_{max}} \frac{1}{f_{k_1}^2} \bar{\varphi}_k(x) \bar{\varphi}_{k_1}(x) G_{kk_1}, \quad (\text{М.4})$$

где  $x = (x_1, x_2, x_3)$  – координаты, описывающие геометрию сооружения;

$K_{max}$  - число учитываемых собственных форм, определяемое согласно 11.1.8;

$\zeta_{10}$  - расчетное значение коэффициента пульсации давления ветра на высоте 10 м, определяемое по табл. 11.3;

$\bar{\varphi}_k(x)$  - вектор  $k$ -ой собственной формы в точке  $x$ ;

$f_k$  (Гц) –  $k$ -ая собственная частота;

$G_{kk_1}$  - обобщенное воздействие, учитывающие совместные колебания сооружения по  $k$ -ой и  $k_1$ -ой формам.

#### М.3.2 Стандарт усилий

В том случае, если усилие  $Q$  или другой внутренний силовой фактор связано с перемещением линейной зависимостью

$$Q = L(u), \quad (\text{М.5})$$

то стандарт усилий определяют по формуле

$$\sigma_Q = \sqrt{D_Q}, \quad (\text{М.6})$$

где  $D_Q$  - дисперсия усилий, определяемая как

$$D_Q = \frac{\zeta_{10}^2}{(2\pi)^4} \sum_{k=1}^{K_{max}} \frac{1}{f_k^2} \sum_{k_1=1}^{K_{max}} \frac{1}{f_{k_1}^2} L(\bar{\varphi}_k(x)) L(\bar{\varphi}_{k_1}(x)) G_{kk_1}, \quad (\text{М.7})$$

### М.4 Обобщенное динамическое воздействие $G_{kk_1}$



Обобщенное динамическое воздействие  $G_{kk_1}$ ,  $\text{H}^2/\text{M}^2$ , определяют как

$$G_{kk_1} = \int_A \int_A g_k^{(v)}(x^{(1)}) g_{k_1}^{(v)}(x^{(2)}) \xi_{kk_1}^2(x^{(1)}, x^{(2)}) dx^{(1)} dx^{(2)}, \quad (\text{M.8})$$

где

$$g_k^{(v)}(x) = \bar{\phi}_k(x) \cdot \bar{w}(x) \cdot \zeta(z), \quad (\text{M.9})$$

$$\xi_{kk_1}^2(x^{(1)}, x^{(2)}) = \int_0^\infty \frac{S_{p,o}(f; x^{(1)}, x^{(2)})}{\Delta_k(f) \Delta_{k_1}(f)} df, \quad (\text{M.10})$$

$$\Delta_k^2(f) = [1 - (f/f_k)^2]^2 + \gamma_k (f/f_k)^2, \quad (\text{M.11})$$

$$S_p(f; x^{(1)}, x^{(2)}) \equiv \sigma_o^2 S_{p,o} = \sigma_o^2 S_{v,o}(f) r_v(f; x^{(1)}, x^{(2)}), \quad (\text{M.12})$$

где  $\bar{w}(x)$  - вектор средней составляющей ветровой нагрузки в точке  $x$ ,  $\text{H}/\text{M}^2$ ;  
 $A$  - поверхность сооружения, на которую действует пульсационная ветровая нагрузка;

$\zeta(z)$  - коэффициент пульсаций давления ветра;

$z$  - высота над поверхностью земли в точке с координатами  $x$ , м;

$S_{v,o}(f)$  - нормированный энергетический спектр продольной компоненты скорости вектора;

$r_v(f; x^{(1)}, x^{(2)})$  - коэффициент корреляции пульсаций скорости ветра в точках

$$x^{(1)} = (x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, x_3^{(1)}) \text{ и } x^{(2)} = (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, x_3^{(2)});$$

$f$  (Гц) - частота;

$\sigma_o$  - стандарт спектра скорости ветра;

$\xi_{kk_1}$  - локальный коэффициент динамичности, учитывающий совместную реакцию сооружения по  $k$ -ой и  $k_1$ -ой формам.

Коэффициент пульсаций  $\zeta(z)$  давления ветра на высоте  $z$  определяется по формуле (11.6) в соответствии с 11.1.8.

**М.5** Нормированный энергетический спектр пульсационной составляющей скорости ветра  $S_{v,o}(f)$  описывают соотношением

$$S_{v,o}(f) = \frac{4}{3} \frac{\lambda^2}{f(1+\lambda^2)^{4/3}}, \quad (\text{M.13})$$

$$\lambda = f L_x / V_0, \quad (\text{M.14})$$

где  $\lambda$  - безразмерная частота;

$f$  - частота в Гц для каждой из учитываемых форм колебаний;

$L_x = 1200$  м - интегральный продольный масштаб турбулентности;

$V_0 = 29,7$  м/с - базовая скорость ветра на высоте 10 м для места строительства (г. Волгоград).

**М.6** Коэффициент корреляции  $r_v(f; x^{(1)}, x^{(2)})$  пульсаций скорости ветра в точках  $x^{(1)} = (x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, x_3^{(1)})$  и  $x^{(2)} = (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, x_3^{(2)})$  определяют по формуле:

$$r_v(f; x^{(1)}, x^{(2)}) = \exp\{-fT_v(x^{(1)}, x^{(2)})\}, \quad (\text{M.15})$$

$$T_v(x^{(1)}, x^{(2)}) = \frac{\Delta l_v(x^{(1)}, x^{(2)})}{V_0}, \quad (\text{M.16})$$

$$\Delta l_v^2 = \sum_{i=1}^3 b_i^2 \Delta x_i^2; \quad \Delta x_i = |x_i^{(1)} - x_i^{(2)}|, \quad (\text{M.17})$$

где  $T_v(x^{(1)}, x^{(2)})$  – период корреляции порывов в точках  $x^{(1)}$  и  $x^{(2)}$ ;

$V_0$  – базовая скорость ветра на высоте 10 м (см. 2.8);

$\Delta x_i$  ( $i=1,2,3$ ) – проекции расстояния между точками  $x^{(1)}$  и  $x^{(2)}$  на оси правой системы координат, в которой ось  $Ox_1$  ориентирована по направлению средней скорости ветра, а ось  $Ox_3$  направлена вертикально вверх;

$b_i$  ( $i=1,2,3$ ) – эмпирические константы, принимаемые  $b_1 = 20$ ;  $b_2 = b_3 = 8$ .

**М.7** Предельную частоту колебаний  $f_{lim}$  и соответствующее число  $K_{max}$  учитываемых форм колебаний допускается определять из условия:

$$\xi_{k_{max}}^2 \leq (1 + \varepsilon_\partial) v_0^2, \quad (\text{M.18})$$

где  $\xi_{k_{max}}$  – коэффициент динамичности для формы колебаний  $K_{max}$ , который может быть получен на основе приближенного подхода при  $k=k_1 = K_{max}$  из уравнения:

$$\xi_{kk_1}^2 = \int_0^\infty \frac{S_{v,0}(f)}{\Delta_k(f)\Delta_{k_1}(f_1)} r_m(f) df, \quad (\text{M.19})$$

где  $\xi_{kk_1}$  – общий для всего сооружения коэффициент динамичности;

$v_0$  – квазистатическая составляющая скорости ветра, определяемая из уравнения

$$v_0^2 = \int_0^\infty S_{v,0}(f) r_m(f) df. \quad (\text{M.20})$$

Здесь

$$r_m(f) = r(f, T_{v,m}); \quad (\text{M.21})$$

$T_{v,m}$  – единый (осредненный для всего сооружения) период корреляции;

$\varepsilon_\partial \leq 0,01$  – точность динамического расчета.

Допускается принять, что коэффициент динамичности для формы  $K_{max}$  с точностью до величины  $\varepsilon_\partial$  равен единице.

**М.8** Для каждого варианта нагружения расчетные значения перемещений и внутренних усилий в элементах конструкции от действия пульсационной составляющей ветровой нагрузки при проведении расчетов необходимо учесть совместно с перемещениями и внутренними усилиями от средней составляющей ветровой нагрузки соответствующего направления.».

УДК 69:006

ОКС 91.040.01

Ключевые слова: нагрузка; воздействие; сочетание нагрузок; постоянная, длительная, кратковременная, особая нагрузка; прогиб, перемещение

---

Руководитель организации-разработчика  
АО «НИЦ «Строительство»

Заместитель генерального директора  
по научной работе



А. И. Звездов

Директор  
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко



И. И. Ведяков

Руководитель разработки

Зав. лабораторией №3  
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко



И. В. Лебедева

Исполнитель

Зав. сектором нормирования нагрузок  
и разработки нормативов  
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко



Л. М. Арутюнян