С.В. Шокот

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА

с примерами и разъяснениями

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

ЖИЛЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ЗДАНИЯ

в несейсмических районах

и районах без вечномерзлых грунтов

ЧАСТЬ 3

СБОР И ПРИЛОЖЕНИЕ НАГРУЗОК.

РСУ И РСН.

УЧЕТ ЭТАПНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ.

ISBN 978-5-6054300-3-2

© С.В. Шокот, 2026

Москва
Издатель С.В. Шокот
2026

УДК 624.012

ББК 38.53

Ш 78

Шокот Святослав Вячеславович.

Ш 78 Справочник конструктора с примерами и разъяснениями. Расчет и конструирование монолитных железобетонных несущих систем. Жилые и административные здания в несейсмических районах и районах без вечномерзлых грунтов: [в 15 частях] : справочник / С.В. Шокот – Москва: Издатель С.В. Шокот, 2026. – URL: https://дом-жбк.рф/Части-справочника/. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-0-1

Ч.3.: Сбор и приложение нагрузок. РСУ и РСН. Учет этапности возведения. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-3-2 (ч.3)

Справочник содержит материалы для проектирования железобетонных монолитных зданий. Справочник систематизирует опыт конструирования и расчетов. Систематизация произведена путем сведения в справочные таблицы и пошаговые инструкции. Справочник написан при использовании нормативных документов России.

Минимальные системные требования для воспроизведения электронного издания: Процессор с тактовой частотой 1.5ГГц и выше, Windows XP/Vista/7/8/8.1/10/11, 1 ГБ ОЗУ, 500Мб свободного пространства на жестком диске; программа для чтения файлов формата PDF.

Справочное электронное издание

© С.В. Шокот, 2026

Издание публикуется в авторской редакции

Техническая обработка и подготовка материалов С.В. Шокота

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2010, ПО Adobe Acrobat

Дата размещения первой редакции на сайте: 18.05.2025.

Издатель С.В. Шокот.

E-mail: 12345slava54321@mail.ru; https://дом-жбк.рф/.

Справочник конструктора с примерами и разъяснениями. Расчет и конструирование монолитных железобетонных несущих систем. Жилые и административные здания в несейсмических районах и районах без вечномерзлых грунтов: [в 15 частях] : справочник / С.В. Шокот – Москва: Издатель С.В. Шокот, 2026. – URL: https://дом-жбк.рф/Части-справочника/. - Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-0-1

Дата выпуска первой редакции: 18.05.2025.

Ч.1.: Компоновка конструктивной системы. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-1-8 (ч.1)

Ч.2.: Построение геометрии расчетной модели и назначение жесткостей элементов. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-2-5 (ч.2)

Ч.3.: Сбор и приложение нагрузок. Рсу и Рсн. учет этапности возведения. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-3-2 (ч.3)

Ч.4.: Назначение параметров для подбора сечений. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-4-9 (ч.4)

Ч.5.: Основание здания. Плитный фундамент. Свайный фундамент. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-5-6 (ч.5)

Ч.6.: Расчеты и проверки конструкций на начальном этапе. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-6-3 (ч.6)

Ч.7.: Детальный расчет и конструирование плит. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-7-0 (ч.7)

Ч.8.: Детальный расчет и конструирование колонн и пилонов. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-8-7 (ч.8)

Ч.9.: Детальный расчет и конструирование стен. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054300-9-4 (ч.9)

Ч.10.: Детальный расчет и конструирование фундаментных плит и ростверков. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-0-0 (ч.10)

Ч.11.: Детальный расчет и конструирование свай. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-1-7 (ч.11)

Ч.12.: Детальный расчет и конструирование лестниц и лестничных площадок. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-2-4 (ч.12)

Ч.13.: Расчет конструкций с учетом нелинейности. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-3-1 (ч.13)

Ч.14.:Расчет конструкций на прогрессирующее обрушение. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-6-2 (ч.14)

Ч.15.:Расчет огнестойкости конструкций. –2026 – Текст : электронный.

ISBN 978-5-6054301-7-9 (ч.15)

Содержание

		Стр.
	Термины и определения	6
1.	Общие положения ГОСТ 27751-2014 и СП 20.13330.2016	7
2.	Установившаяся расчетная ситуация	15
	СП 20.13330.2016 и СП 267.1325800.2016	15
	СП 22.13330.2016	50
	СП 26.13330.2012	56
3.	Аварийная расчетная ситуация	57
	СП 296.1325800.2017	57
	СП 385.1325800.2018	61
	СП 14.13330.2018 и СП 267.1325800.2016 к вопросу сейсмики	63
4.	Переходная расчетная ситуация	67
4.1.	Распалубливание перекрытий	68
4.2	Нагружение перекрытий складируемыми материалами	70
4.3.	Нагружения при расчете на всплытие	71
5.	Нагрузки и плотности различных материалов. Нагрузки от перегородок, фасадов и окон	72
6.	Масса здания. Примерное процентное соотношение нагрузок на здание	76
7.	Нагрузки «через пролет» и в «шахматном порядке»	77
8.	Загружения в жилых и административных зданиях. Задание нагрузок в программе.	80
9.	Расчетные сочетания усилий (РСУ) в программе	94
10.	Расчетные сочетания нагрузок (РСН) в программе	99
11.	Упрощение расчетов с учетом пульсационной ветровой нагрузки в РСУ и РСН	104
12.	Учет этапности в РСУ и РСН	107
13.	Расчет на прогрессирующее обрушение и карст по РСН	113
14.	Расчет огнестойкости по РСН	116
	Библиография	117
	Приложение А. Пример сбора нагрузок	120
	Приложение Б. Нагрузки от грунтового давления	138
	Приложение В. Пример расчета ветровой нагрузки	145
	Приложение Г. Пример расчета снеговой нагрузки	154
	Приложение Д. Пример расчета температурной нагрузки	159

Термины и определения

КЭ – конечный элемент

Академический подход к расчету – расчет, который разработан для максимального снижения стоимости конструкций, но в действительности его осуществление практически невозможно, поскольку его трудоемкость кратно превышает инженерный подход. Нормы в основном ориентированы на академический подход.

Инженерный подход – подход, который используется на реальных объектах, не запрещен нормами, но его использование тщательно скрывается от инженеров разработчиками норм, да и сами инженеры не особо любят рассказывать о своих подходах к расчету. Инженерный подход, как правило, позволяет принять решение в запас.

1. Общие положения ГОСТ 27751-2014 и СП 20.13330.2016

В соответствии с ГОСТ 27751 при расчете конструкций должны быть рассмотрены следующие **расчетные ситуации:**

- установившаяся
- переходная
- аварийная

Установившаяся (иначе называется нормальная эксплуатация) – ситуация, в которой здание пребывает 99,9% времени. За установившуюся расчетную ситуацию отвечает **основное** сочетание нагрузок.

Переходная – для монолитных конструкций понимается момент выполнения строительно-монтажных работ, капитальный ремонт, реконструкция (в т.ч. усиление). При возведении для монолитных конструкций интересуют расчеты: на перестановку опалубки по этажам, на всплытие при высоком уровне грунтовых вод.

Аварийная – ситуации, связанные с выходом отдельных конструкций из строя (прогрессирующее обрушение), пожар, землетрясение, столкновение с транспортными средствами, некоторые климатические нагрузки. За аварийную расчетную ситуацию отвечает **особое** сочетание нагрузок.

Группы предельных состояний (ГПС)

Справочная таблица 1. Вид предельного состояния (п. 5.1.2, 5.1.3 ГОСТ 27751)

Первая группа предельных состояний (1 ГПС)	Вторая группа предельных состояний (2 ГПС)
Разрушение любого характера (например, пластическое, хрупкое, усталостное);	**Достижение предельных деформаций** конструкций (например, предельных прогибов, углов поворота) или предельных деформаций оснований, устанавливаемых исходя из технологических, конструктивных или эстетико-психологических требований;
Потеря устойчивости отдельных конструктивных элементов или сооружения в целом;	**Достижение предельных уровней колебаний** конструкций или оснований, нарушающих нормальную работу оборудования или вызывающих вредные для здоровья людей физиологические воздействия;
Аварийные условия, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации (например, чрезмерные деформации в результате деградации свойств материала, пластичности, сдвига в соединениях, а также чрезмерное раскрытие трещин).	**Образование трещин**, не нарушающих нормальную эксплуатацию строительного объекта;
	Достижение предельной ширины раскрытия трещин;
	Другие явления, при которых возникает **необходимость ограничения во времени эксплуатации сооружения** из-за нарушения работы оборудования, неприемлемого снижения эксплуатационных качеств или расчетного срока службы сооружения (например, коррозионные повреждения).

Коэффициент надежности по нагрузке γ_f

Нормативные нагрузки – базовое значение нагрузок без умножения на коэффициент надежности по нагрузке γ_f.

Расчетные нагрузки – нормативное значение нагрузок с учетом умножения на коэффициент надежности по нагрузке γ_f.

Для 1 ГПС γ_f принимается по СП в зависимости от вида нагрузки.

Для 2 ГПС γ_f принимается равным **1 (единице)** (СП 20. П. 4.2. б)

Коэффициент надежности по ответственности γ_n

Коэффициент надежности по ответственности γ_n принимается в зависимости от уровня ответственности здания. По п.10.3. ГОСТ 27751 на коэффициент надежности по ответственности следует умножать эффекты воздействия (эффекты воздействия – это изгибающие моменты, поперечные и нормальные силы, напряжения и т.д.), определяемые при расчете на основные сочетания нагрузок по первой группе предельных состояний.

Пояснения автора: При расчете в линейной постановке допустимо умножать нагрузки на коэффициент надежности по ответственности γ_n, поскольку в линейной постановке имеется прямая зависимость «нагрузка – эффект воздействия». В нелинейной постановке ситуация может быть несколько сложнее, однако для большинства рассматриваемых в настоящем справочнике зданий ввод γ_n допустим также к нагрузке.

Справочная таблица 2. Коэффициент надежности по ответственности γ_n по таблице 2 ГОСТ 27751

Класс сооружений	Уровень ответственности	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета по 1 ГПС (первая группа предельных состояний)	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета **по 2 ГПС** (вторая группа предельных состояний)	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета на **особые** воздействия по СП 296, 385	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета на **особые** воздействия по СП 499 п.5.2.4.	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета на **особые** воздействия по СП 14 (кроме 2 ГПС)	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета на **особые** воздействия **по СП 468** (кроме 2 ГПС)
КС-3	Повышенный (Только для зданий высотой более 250 м и большепролетных сооружений (без промежуточных опор) с пролетом более 120 м	1,2	1 (п. 10.3 ГОСТ 27751)	1 (п. 5.5. СП 296.) 1 (п.6.3. СП 385.)	1,1	1,2	р.з.А. 1,2
КС-3	Повышенный	1,1			1,1	1,1	р.з.А. 1,1
КС-2	Нормальный	1,0			1,0	1,0	р.з.А. 1,0
КС-1	Пониженный	0,8			0,8	0,8	р.з.А. 0,8

Коэффициент динамичности η (иногда обозначается как ξ, $K_д$, ф)

Коэффициент динамичности вводится дополнительно к нагрузке помимо коэффициентов γ_f и γ_n.

Этот коэффициент относится в основном для динамических нагрузок от оборудования, нестандартных машин, а также от падающих грузов.

Принимается:

- по отдельному заданию для оборудования (выдают технологи по п. 5.1 СП 26)

- по упрощенным методикам по СП 26 для оборудования (или по таблице 3 СП 26)

- по п.8.1.2 СП 20. для вертикальных нагрузок от погрузчиков и электрокаров учитывыется путем умножения нормативных значений статических нагрузок на коэффициент динамичности, равный 1,2.

- по СП 296 для взрывов, ударов, сползающего снега.

- по СП 267 для вертолета по п. 7.2.7., для падения перекрытия на перекрытие при прогрессирующем обрушении по п. 8.3.3.5.

- по СП 385 подразумевается, что должен коэффициент динамичности вычисляется.

Классификация нагрузок

Классификация нагрузок в справочной таблице №3 дана в интерпретации для инженеров, немного отличающаяся от нормативных формулировок, но по смыслу им полностью соответствующая.

Справочная таблица №3. Классификация нагрузок (п. 5. СП 20).

№ п/п	Постоянные **Pd**	Длительные **Pl**	Кратковременные **Pt**	Особые **Ps**
1	Собственный вес конструкций **(по расчету)**	Временные перегородки **(по расчету)**	Нагрузки от людей, животных, на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий в т.ч. нагрузки от оборудования (как правило малогабаритного и легко перемещаемого) **(по СП 20)**	Сейсмические **(по СП 14)**
2	Постоянные перегородки **(по расчету)**	Вес стационарного оборудования **(по данным производителя/ по отдельному заданию)**	Вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования **(по СП 20)**	Взрывные **(по СП 296/по отдельному заданию)**
3	Фасады **(по расчету и по данным производителя)**	Подливки и подбетонки под оборудование **(по расчету)**	Нагрузки от оборудования, возникающие в пускоостановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене **(по данным производителя/ по отдельному заданию)**	Ударные в том числе нагрузки от столкновений транспортных средств с частями сооружения **(по СП 296)**
4	Полы, кровли **(по расчету)**	Нагрузки на перекрытия от складируемых материалов и стеллажного оборудования **(минимальные значения есть в СП20, однако утверждается отдельным заданием)**	Нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования (погрузчиков, электрокаров, кранов-штабелеров, тельферов, а также от мостовых и подвесных кранов), включая вес транспортируемых грузов **(по данным производителя/ по отдельному заданию)**	Нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования **(по отдельному заданию)**
5	Гидростатическое давление (от постоянного уровня грунтовых вод) **(по СП 22)**	Вес воды во временно наполненных емкостях и покрытиях (например, в бассейне) **(по расчету)**	Нагрузки от транспортных средств **(по СП 20)**	Нагрузки, обусловленные пожаром **(по СП 468)**
6	Вес и давление грунтов (насыпей, засыпок) **(по СП 22)**	Давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах, избыточное давление и разрежение воздуха, возникающее при вентиляции шахт. **(по данным производителя/ по отдельному заданию)**	Температурные **(по СП 20)**	Климатические (снеговые, ветровые, температурные и гололедные) нагрузки, действие которых может привести к аварийной расчетной ситуации **(по СП 296).**
7		Температурные технологические воздействия от стационарного оборудования **(по данным производителя/ по отдельному заданию)**	Снеговые **(по СП 20)**	Воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта (например, при замачивании просадочных грунтов) или оседанием его в районах горных выработок и в карстовых районах; **(По результатам изысканий)**
8		Вес отложений производственной пыли, если не предусмотрены соответствующие мероприятия по ее удалению. **(по расчету)**	Гололедные **(по СП 20)**	
9		Воздействия, обусловленные деформациями основания, не сопровождающимися коренным изменением структуры грунта, а также оттаиванием вечномерзлых грунтов; **(по расчету/ отдельному заданию)**	Ветровые **(по СП 20)**	
10		Воздействия, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов. **(по расчету/ отдельному заданию)**		
11		**Длительные части кратковременных**		

Сочетания нагрузок по СП 20.13330.2016

Справочная таблица №4.1. Сочетания нагрузок. Нормативный подход (в строгом соответствии с нормами)

	Коэффициенты сочетания нагрузок						
	Посто-янная	**Длительная 1 степень влияния**	**Длительная 2...100 степень влияния**	**Кратко-временная 1 степень влияния**	**Кратко-временная 2 степень влияния**	**Кратко-временная 3...100 степень влияния**	**Особая**
Основное сочетание нагрузок для расчета **установившейся ситуации**	**1** (п .6. СП 20)	**1** (п .6. СП 20)	**0,95** (п .6. СП 20)	**1** (п .6. СП 20)	**0,9** (п .6. СП 20)	**0,7** (п .6. СП 20)	-
Особое сочетание нагрузок **(аварийная ситуация общего вида и для СП 296, СП 499).**	**1** (п .6. СП 20)	**1** (п .6. СП 20)	**0,95** (п .6. СП 20)	**0,5** (п .6. СП 20)	**0,3** (п .6. СП 20)	**0,3** (п .6. СП 20)	По отдельному СП
Особое сочетание нагрузок (аварийная ситуация) для расчета **на прогрессирующее обрушение** СП 385.	**1** (п .6. СП 20)	**1** (п .6. СП 20)	**1** (п. 6.3 СП 385)	**0,35** для раздела 8 СП 20 (справочные таблицы № 8,9,10) **0,5** для снеговой нагрузки. Остальные нагрузки не учиты-ваются	-	-	Удаление конст-рукции из расчета по СП 385.
Особое сочетание нагрузок (аварийная ситуация) для расчета **на огнестойкость** СП 468	**1** (п .6. СП 20)	**1** (п .6. СП 20)	**0,95** (п .6. СП 20)	По доле длите-льности кратковрем енных нагрузок	-	-	Пожар
Особое сочетание (аварийная ситуация) для расчета на **сейсмические нагрузки**	**0,9** (п .6. СП 20)	**0,8** (п .6. СП 20)	**0,8** (п .6. СП 20)	**0,5** (п .6. СП 20)	**0,5** (п .6. СП 20)	**0,5** (п .6. СП 20)	Сейсмическое воздействие

Пояснения:

Нагрузки 1 степени влияния – это нагрузки, которые вызывают, как правило, максимальные усилия в конструкциях. Нагрузки 2 и 3 степени влияния – это нагрузки, которые вызывают усилия в конструкциях меньше, чем при 1 и 2 степени влияния соответственно.

Т.е. нормы предлагают для каждой конструкции (и даже для каждого КЭ модели!) определить какая нагрузка будет определяющей по степени влияния, а какие второстепенными. Но это можно сделать только многократно просчитав модель. Большинство программ не определяют степень влияния автоматически! Данный подход является осуществимым в реальном проектировании, если рассчитывается однопролетная шарнирно опертая балка, но никак, когда считаются сотни конструкций и иногда в нескольких схемах. Поэтому данный подход является академическим и его применение затруднительно.

Справочная таблица №4.2. Сочетания нагрузок. Допустимый инженерный подход (в запас надежности).

	Постоянная	**Все длительные**	**Все кратковременные**	**Особая**
Основное сочетание нагрузок для расчета **установившейся ситуации**	1	1	1	-
Особое сочетание нагрузок **(аварийная ситуация общего вида и для СП 296, СП 499).**	1	1	0,5	По отдельному СП
Особое сочетание нагрузок для расчета **на прогрессирующее обрушение** СП 385.	1	1	0,35 для раздела 8 СП 20 (справочные таблицы № 8,9,10) 0,5 для снеговой нагрузки. Остальные нагрузки не учитываются	Удаление конструкции из расчета по СП 385.
Особое сочетание нагрузок для расчета **на огнестойкость** СП 468	1	1	По доле длительности кратковременных нагрузок	Пожар
Особое сочетание для расчета на **сейсмические нагрузки**	0,9	0,8	0,5	Сейсмическое воздействие

Справочная таблица №5. Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f

	Постоянная	Длительные	Кратковременные	Особая
Основное сочетание нагрузок для расчета **установившейся ситуации**	По СП 20.	По СП 20. По СП 26 для оборудования	По СП 20. По СП 26 для оборудования	-
Особое сочетание нагрузок **(аварийная ситуация общего вида и для СП 296).**	При отсутствии данных принимать по СП 20	При отсутствии данных принимать по СП 20	При отсутствии данных принимать по СП 20	По отдельному заданию/ по СП 296
Особое сочетание нагрузок для расчета **на прогрессирующее обрушение СП 385. СП 267**	1 (п. 6.2. СП 385) 1 (п. 8.3.2.2. СП 267)	1 (п. 6.2. СП 385) 1 (п. 8.3.2.2. СП 267)	1 (п. 6.2. СП 385) 1 (п. 8.3.2.2. СП 267)	Удаление конструкции из расчета по СП 385.
Особое сочетание нагрузок для расчета **на карст СП 499.**	1 (п. 5.2.2. СП 499)	1 (п. 5.2.2. СП 499)	1 (п. 5.2.2. СП 499)	Удаление конструкции из расчета по СП 385.
Особое сочетание нагрузок для расчета **на огнестойкость СП 468**	1 (п. 8.4 СП 468)	1 (п. 8.4 СП 468)	1 (п. 8.4 СП 468)	Пожар
Особое сочетание для расчета на **сейсмические нагрузки**	По СП 20.	По СП 20.	По СП 20.	Табл 4.2. СП14

Справочная таблица №6. Группы предельных состояний для сочетаний

	1 ГПС	2ГПС
Основное сочетание нагрузок для расчета **установившейся ситуации**	+	+
Особое сочетание нагрузок **(аварийная ситуация общего вида и для СП 296).**	+	–
Особое сочетание нагрузок для расчета **на прогрессирующее обрушение** СП 385.	+	–
Особое сочетание нагрузок для расчета **на огнестойкость** СП 468	+	–
Особое сочетание для расчета на **сейсмические нагрузки**	+	В случаях, установленных 6.17 СП 14 или обусловленных технологическими требованиями, выполняют расчет по второй группе предельных состояний.

2. Установившаяся расчетная ситуация

СП 20.13330.2016 и СП 267.1325800.2016

Справочная таблица №7. Коэффициенты надежности по нагрузке при расчете веса (таблица 7.1 СП 20, объединенная с таблицей 6.2. СП 381)

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке для стандартных условий γ_f	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f для расчета **опрокидывания**, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может **ухудшить условия работы конструкций.**
Из СП 20.13330.2016		
Конструкции		
Металлические конструкции	**1,05**	0,9 Примечание: таже нужно рассмотреть случай со снижением кратковременных нагрузок по их доле длительности, если являются удерживающими.
Железобетонные, бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м³), , каменные, армокаменные, деревянные	**1,1**	
Изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), а также бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м³ и менее), выполняемые:		
в заводских условиях (например: плитный утеплитель, гипсокартонные листы)	**1,2**	
на строительной площадке (например: засыпка, стяжка пола, штукатурка)	**1,3**	
Грунты		
В природном залегании	**1,1**	**0,9** Примечание: таже нужно рассмотреть случай со снижением кратковременных нагрузок по их доле длительности, если являются удерживающими.
На строительной площадке	**1,15**	
Из СП 381.1325800.2018		
Грунты		
Удельный вес грунта в природном залегании. От автора: рекомендовано определять по СП 20	**1,0**	1,0
Насыпи(обратные засыпки)	**1,15**	0,85
Вода при определении давления на стены	**1,1**	0,9
Не нормировано		
Вода при определении давления всплытия (п.9.31 СП 22)	**1,0**	1,0

Справочная таблица №8. Определение нагрузок от оборудования, складируемых материалов и изделий. (Таблица 8.1. СП 20.)

Здания и помещения	**Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок, кПа**	**Нормативные значения сосредоточенных нагрузок, кН**	**Площадка приложения сосредоточенной нагрузки для расчета продавливания и местного смятия.**	**Доля длительности**	**Коэффициент надежности по нагрузке γ_f**
Торговые склады (Примечание автора: может использоваться для помещений без конкретного функционального назначения)	Не менее **5,0**	Не менее 6,0	5х5см (р.з.А)	1 (р.з.А.)	1,2 (р.з.А.)
Производственные и промышленные складские помещения	По заданию на проектирование, но не менее: **3,0** – для расчета плит и второстепенных балок; **2,0** – для расчета ригелей, колонн и фундаментов	По заданию на проектирование, но не менее 3,0	5х5см (р.з.А)	1 (р.з.А.)	1,2 (р.з.А.)
Книгохранилища; архивы **(может использоваться для кладовых)**	По заданию на проектирование, но не менее **5,0**	Не менее **6,0**	5х5см (р.з.А)	1 (р.з.А.)	1,2 (р.з.А.)

Справочная таблица №9. Определение нагрузок для различных помещений (Таблица 8.3. СП 20.) и (Таблица 7.1. СП 267)

№ п/п	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок P_t, кПа, не менее	Доля длительности	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
	Из СП 20.13330.2016			
1	Квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев; террасы	**1,5**	**0,35**	**1,3**
2	Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений	**2,0**	**0,35**	1,2
3	Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки; помещения электронно-вычислительных машин; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т.п.); технические этажи жилых и общественных зданий высотой менее 75 м; подвальные помещения	**2,0** (подлежит уточнению по заданию на проектирование на основании технологических решений)	**0,35**	1,2
4	Залы:		**0,35**	
	а) читальные	**2,0**		**1,2**
	б) обеденные (в кафе, ресторанах, столовых и т.п.)	**3,0**		**1,2**
	в) собраний и совещаний, ожидания, зрительные и концертные, спортивные, танцевальные, фитнес-центры, бильярдные	**4,0**		**1,2**
	г) торговые, выставочные и экспозиционные	**4,0**(подлежит уточнению по заданию на проектирование на основании технологических решений)		**1,2**
5	(Исключен, Изм. N 1 СП 20.).			
6	Сцены зрелищных предприятий	**5,0**(подлежит уточнению по заданию на проектирование на основании технологических решений)	**0,35**	**1,2**
7	Трибуны:			
	а) с закрепленными сиденьями	**4,0**	**0,35**	**1,2**
	б) для стоящих зрителей	**5,0**		**1,2**
8	Чердачные помещения на площади, не занятой оборудованием и материалами	**0,7**	**1**	**1,3**
9	Покрытия на участках (не следует учитывать одновременно со снеговой нагрузкой). :			
	а) с возможным скоплением людей (выходящих из	**4,0**	**0,35**	**1,2**

	производственных помещений, залов, аудиторий и т.п.)			
	б) используемых для отдыха	**1,5**	**0,35**	**1,3**
	в) прочих	**0,7**	**1**	**1,3**
10	Балконы (лоджии) с учетом нагрузки:			
	Вариант №1 а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии)	**4,0**	**0,35**	**1,2**
	Вариант №2 б) сплошной равномерной на площади балкона (лоджии), воздействие которой не благоприятнее, чем определяемое по 10,*а* Данные нагрузки, следует учитывать при расчете несущих конструкций балконов (лоджий) и участков стен в местах защемления этих конструкций.	**2,0**		**1,2**
11	Участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях	**1,5**(подлежит уточнению по заданию на проектирование на основании технологических решений)	**1**	**1,3**
12	Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях:			
	а) 1, 2 и 3	**3,0**(для КС-2)	**0,35**	**1,2**
	б) 4, 6, 11 и 13	**4,0**(для КС-2)		**1,2**
	в) 7	**5,0**		**1,2**
13	Перроны вокзалов, железнодорожные платформы и пассажирские переходы	**4,0**	**0,35**	**1,2**
14	Помещения для скота:			
	а) мелкого	**2,0** (подлежит уточнению по заданию на проектирование)	**0,35**	**1,2**
	б) крупного	**5,0** (подлежит уточнению по заданию на проектирование)		**1,2**
	Из СП 267.1325800.2016 (только для высотных КС-3)			
1	Технические этажи (этажи с оборудованием)	**10,0**	**1**	**1,2**
2	Вестибюли, фойе и коридоры первого этажа	**4,0**	**0,35**	**1,2**
3	Лестницы и входы	**5,0**	**0,35**	**1,2**
4	Карнизы	**1,4**	**1 (р.э.а)**	**1,3**
	Рекомендуемые значения, не регламентированные нормами или из них удаленные			
1	Технические помещения для КС-2 для первой итерации расчетов	**2-5**	**1**	**1,2**
2	Потолки с венткоробами, транзитными водопроводами и пр. легким вспомогательным оборудованием.	**0,2-0,5**	**1**	**1,3**

Справочная таблица №10. Определение нагрузок на автостоянках. (Таблица 8.4. СП 20. и п. 6.2.21 СП 381).

N пп.	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок P_t, кПа, не менее	Нормативные значения сосредоточенных нагрузок Q_t (рассматривается отдельно от P_t), кН, не менее	Нормативные значения сосредоточенных нагрузок **$0{,}5Q_t$ для расчета продавливания и местного смятия (п. 8.4.2 СП 20)**, кН, не менее	Площадка приложения сосредоточенной нагрузки для расчета продавливания и местного смятия	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Доля длительности
Из таблицы 8.4. СП 20.							
1	Автостоянки в зданиях для автомашин общим весом до 3 тс включительно:						
	а) площади парковки	**3,5**	**20,0**	**10**	10х10см (п.8.4.2 СП 20)	**1,2**	**0,35**
	б) пандусы и подъездные пути	**5,0**	**25,0**	**12,5**			
2	Автостоянки в зданиях для автомашин общим весом от 3 до 16 тс:						
	а) площади парковки	**5,0**	**90,0**	**45,0**	20х20см (п.8.4.2)	**1,2**	**0,35**
	б) пандусы и подъездные пути	**7,0**	**100,0**	**50,0**			
3	Автостоянки для автомашин общим весом свыше 16 тс	Должны приниматься по заданию на проектирование (требование СП 20).					
Значения из СП 381							
4	Строительная и иная техника (от автора: обычно весом до 30т)	**20** (п. 6.2.1 СП 381)	–	**200** кН (р.з.а)	20х60 (по аналогии с пожарной машиной см. СП 296 п.9.5)	**1** если нагрузка временная по п. 6.2.21 СП 381) **1,2** (таблица 6.2 СП 381)	**0** (если нагрузка временная по п. 6.2.21 СП 381) **0,35** (р.з.а.)
Примечания: Если внутригаражные проезды доступны для проезда автотранспорта, не размещаемого на автостоянке, то их следует относить к подъездным путям.							

Справочная таблица №11. Определение нагрузок от вертолета. (Таблица 7.2. СП 267).

Категория вертолета по взлетной массе	Характеристика	Нагрузка от взлета Q_k, кН Прикладывается как правило в центре пролета для расчета продольной арматуры и на продавливание	Размер грузовой площадки для расчета продавливания и местного смятия, м	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Коэффициент динамичности ξ	Доля длительности
Легкие	Массой менее 5 т	**20**	0,2x0,2	**1,2** (п 7.2.7 СП 20)	**1,4** (п 7.2.7 СП 20)	**0,35** (р.з.а)
Средние	Массой 5-15 т	**20-60**	0,3x0,3			

Справочная таблица №12. Нагрузки от перегородок.

№ п/п	Вид перегородок	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок P_t, кПа, не менее	Доля длительности	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Из СП 20.13330.2016 (только для КС-2)				
1	**Минимальное значение по п. 8.2.2. СП 20** От автора. Это нагрузка от гипсокартонных легких перегородок в помещениях высотой около 3м, причем без отделки. В реальных зданиях нагрузка, как правило, больше, поэтому нужно ориентироваться или на реальный расчет нагрузки или ,как минимум, использовать данные рекомендованные в справочнике.	**0,5**	**1**	**1,3** (р.з.а)
Из СП 267.1325800.2016 (только для КС-3)				
2	Минимальное значение по п. 7.2.3. СП 267	**1**	**1**	**1,3** (р.з.а)
Справочные данные (р.з.а.) – осреднено по многим объектам				
3	Перегородки из пазогребневых гипсовых блоков плотностью 1250кг/м³ толщиной 100мм в помещениях высотой около 3м.	**2,5**	**1**	**1,3** (р.з.а)
4	Перегородки из пенобетонных блоков плотностью 600кг/м³ толщиной 200мм в помещениях высотой около 3м.	**2,5**	**1**	**1,3** (р.з.а)
5	Перегородки из полнотелого кирпича плотностью 1800кг/м³ толщиной 120мм в помещениях высотой около 3м.	**3**	**1**	**1,3** (р.з.а)
6	Перегородки из полнотелого кирпича плотностью 1800кг/м³ толщиной 250мм в помещениях высотой около 3м.	**6**	**1**	**1,3** (р.з.а)

Частые вопросы:

Вопрос №1. Что будет если неправильно задать долю длительности?

Ответ: Доля длительности нужна для разделения расчетов железобетонных конструкций на кратковременные и длительные. Для железобетона наименее благоприятными являются длительные воздействия (прочность бетона ниже, требования по трещиностойкости дают больший вклад в требуемое армирование при длительном воздействии).

Снеговые нагрузки

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле:

$$S = c_e\, c_t \mu\, S_g$$

c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10.5–10.9 СП 20.

c_t – термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10 СП 20.

От автора: При проектировании железобетонных конструкций c_e и c_t как правило принимают равными 1, поскольку большого вклада они не вносят.

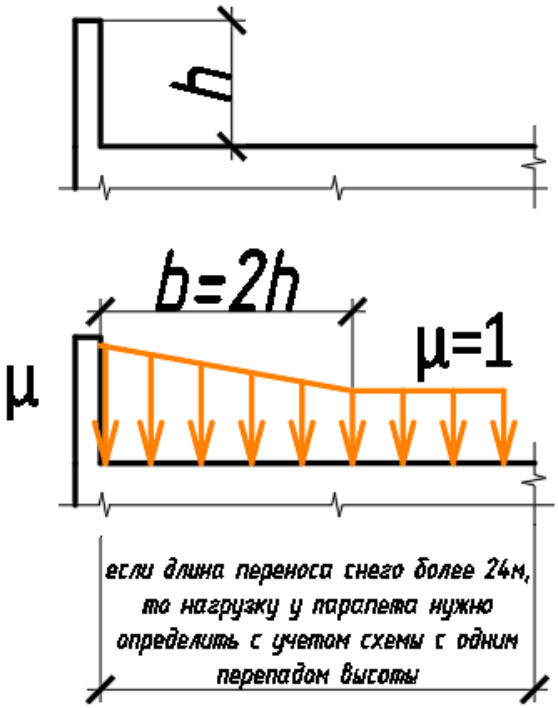
S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли.

μ – коэффициент формы, принимаемый по приложению Б СП 20.

Справочная таблица №13. Снеговые нагрузки (Таблица 10.1 СП 20)

Снеговые районы (принимаются по карте 1 приложения Е СП20)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Нормативное значение S_g, кН/м^2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	**1,4** (п.10.12 СП20)							
Доля длительности для районов со средней температурой января **минус 5°С и ниже** (по таблице 5.1 СП 131.)	**0,5**							
Доля длительности для районов со средней температурой января **минус 5°С и выше** (по таблице 5.1 СП 131.)	**0** (п.10.11 СП 20) Примечание от автора: если принять 0,5, то проектирование будет в запас							

Снеговые мешки у парапета (приложение Б.13 СП 20)



Случай $\mathbf{h} > \frac{S_0}{2}$ $\mathbf{h}$ – в метрах, $\boldsymbol{S_0} = \boldsymbol{S_g}$ – в кПа	Случай $\mathbf{h} \leq \frac{S_0}{2}$ $\mathbf{h}$ – в метрах, $\boldsymbol{S_0}$ – в кПа
$\mu = \frac{2h}{S_0}$, но не более 3.	$\mu = 1$

Снеговые мешки для здания с одним перепадом высоты (приложение Б.8. СП 20)
Формулы приведены для случая с плоскими кровлями без выступающих фонарей

$$\mu = 1 + \frac{1}{h}(m_1 l_1 + m_2 l_2)$$

h – высота перепада, отсчитываемая от верхней точки конструкций более высокой части здания у перепада высот до кровли нижнего покрытия. При $h > 8$ м при определении μ принимают $h = 8$ м.

$m_1 = 0{,}4$

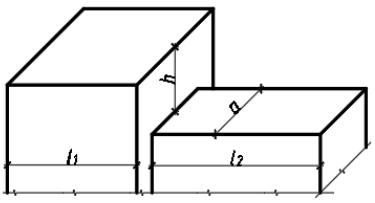
Определение m_2	
$a \geq 21$м	$a < 21$м
$m_2 = 0{,}4$	$m_2 = 0{,}5 k_1 k_2 k_3$, но не менее 0,1 $k_1 = \sqrt{\frac{a}{21}}$ $k_2 = 1$ (для уклона 0) $k_3 = 1$ (для уклона 0)

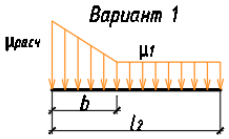
$\boldsymbol{S_0 = S_g}$

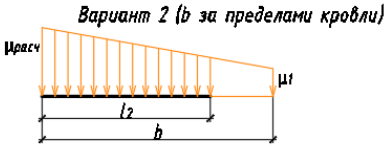
Определение габарита b	
Случай $\mu \leq \frac{2h}{S_0}$	Случай $\mu > \frac{2h}{S_0}$
$b = 2h$, но не более 16м	$b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h}{S_0} - 1 + 2m_2} 2h$, но не более 5h и не более 16м

Определение $\mu_{расч}$		
Если l_1 или $l_2 \leq$ 48м	Если 48 м< l_1 или $l_2 \leq$ 72м	Если l_1 или $l_2 >$ 72м
$\mu_{расч} = \mu$ но не более $\frac{2h}{S_0}$ и не более 4	по интерполяции	$\mu_{расч} = \mu$, но не более $\frac{2h}{S_0}$ и не более 6

Определение μ_1			
Для покрытий с парапетами и без парапетов при $b > l_2$	Для покрытий без парапетов при $\mu \leq \frac{2h}{S_0}$	Для покрытий с парапетами при $b < l_2$ и при $\mu \leq \frac{2h}{S_0}$	Для остальных случаев
$\mu_1 = 1 - 2m_2$	$\mu_1 = 1 - 2m_2$	$\mu_1 = 1 - \frac{m_2 l_2}{l_2 - h}$	$\mu_1 = \frac{l_2 - 0{,}5\mu_{расч}\, b}{l_2 - 0{,}5b}$, но не менее 0,2







Снеговые мешки для здания с двумя перепадами высоты (приложение Б.9. СП 20).
Формулы приведены для случая с плоскими кровлями без выступающих фонарей

$$\mu = 1 + \frac{1}{h}(m_1 l_1 + m_2 l_2)$$

h – высота перепада, отсчитываемая от верхней точки конструкций более высокой части здания у перепада высот до кровли нижнего покрытия. При $h > 8$ м при определении μ принимают $h = 8$ м.

$m_1 = 0{,}4$

$m_2 = 0{,}4$

Определение m_3	
$a \geq 21$м	$a < 21$м
$m_3 = 0{,}4$	$m_3 = 0{,}5 k_1 k_2 k_3$, но не менее 0,1 $k_1 = \sqrt{\frac{a}{21}}$ $k_2 = 1$ (для уклона 0) $k_3 = 1$ (для уклона 0)

$\boldsymbol{S_0 = S_g}$

Определение габарита b_1	
Случай $\mu \leq \frac{2h_1}{S_0}$	Случай $\mu > \frac{2h_1}{S_0}$
$b = 2h_1$, но не более 16м	$b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h_1}{S_0} - 1 + 2m_2} 2h_1$, но не более $5h_1$ и не более 16м

Определение габарита b_2	
Случай $\mu \leq \frac{2h_2}{S_0}$	Случай $\mu > \frac{2h_2}{S_0}$
$b = 2h_2$, но не более 16м	$b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h_2}{S_0} - 1 + 2m_2} 2h_2$, но не более $5h_2$ и не более 16м

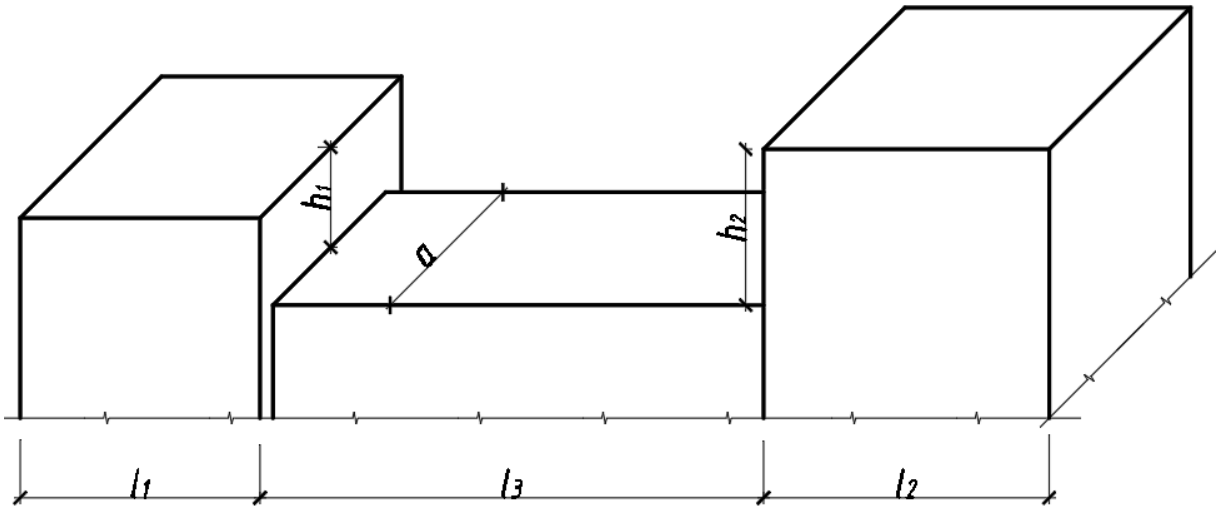
Определение $\mu_{1(1)}$			
Для покрытий с парапетами и без парапетов при $b_1 > l_2$	Для покрытий без парапетов при $\mu \leq \frac{2h_1}{S_0}$	Для покрытий с парапетами при $b_1 < l_2$ и при $\mu \leq \frac{2h_1}{S_0}$	Для остальных случаев
$\mu_{1(1)} = 1 - 2m_2$	$\mu_{1(1)} = 1 - 2m_2$	$\mu_{1(1)} = 1 - \frac{m_2 l_2}{l_2 - h_1}$	$\mu_{1(1)} = \frac{l_2 - 0{,}5\mu_{\text{расч}}\, b_1}{l_2 - 0{,}5 b_1}$, но не менее 0,2

Определение $\mu_{1(2)}$			
Для покрытий с парапетами и без парапетов при $b_2 > l_2$	Для покрытий без парапетов при $\mu \leq \frac{2h_2}{S_0}$	Для покрытий с парапетами при $b_1 < l_2$ и при $\mu \leq \frac{2h_2}{S_0}$	Для остальных случаев
$\mu_{1(2)} = 1 - 2m_2$	$\mu_{1(2)} = 1 - 2m_2$	$\mu_{1(2)} = 1 - \frac{m_2 l_2}{l_2 - h_2}$	$\mu_{1(2)} = \frac{l_2 - 0{,}5\mu_{\text{расч}}\, b_2}{l_2 - 0{,}5 b_2}$, но не менее 0,2

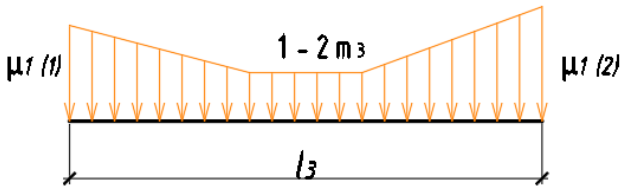
$$b_3 = b_1 + b_2 - l_3$$

$$\mu'_1 = (\mu_1 + 2m_3 - 1)\frac{b_3}{b_1} + 1 - 2m_3$$

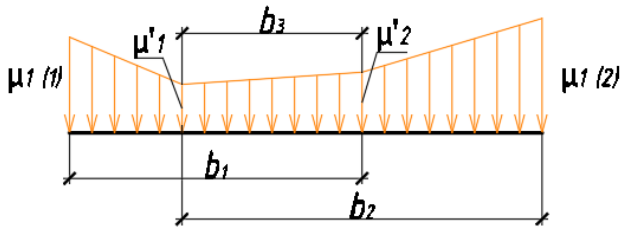
$$\mu'_2 = (\mu_2 + 2m_3 - 1)\frac{b_3}{b_2} + 1 - 2m_3$$



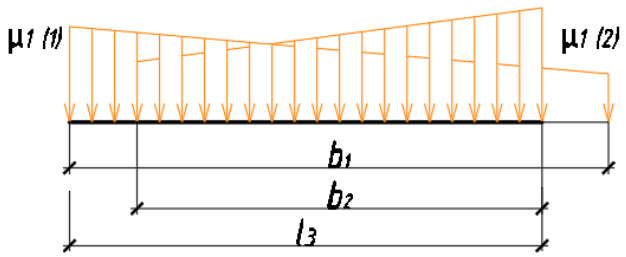
Вариант 1



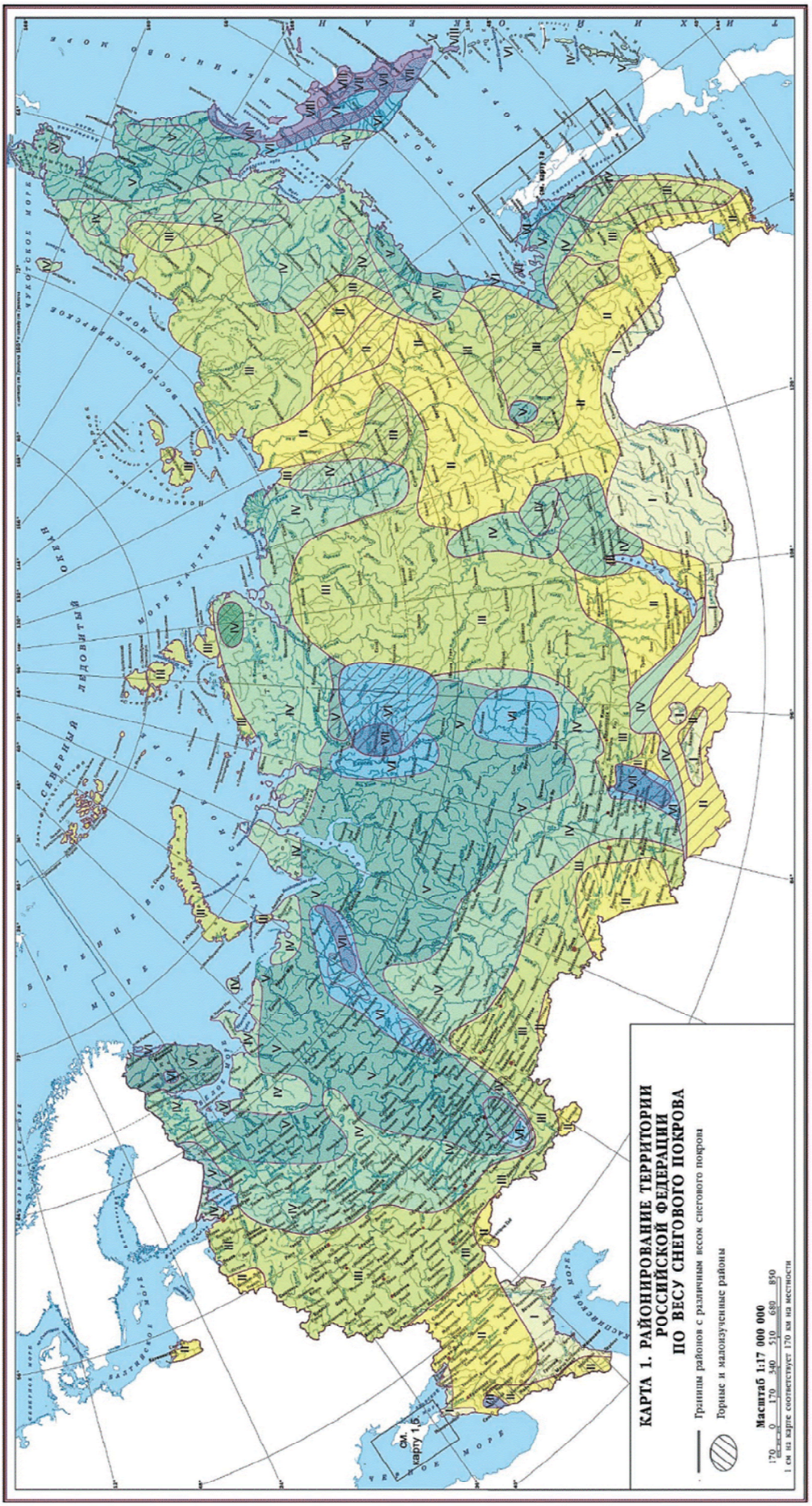
Вариант 2 (наслоение габарита b_1 и b_2)



Вариант при b_3 больше b_1



Если $b_3 > b_1$ (и/или $b_3 > b_2$), то принимается отдельно огибающая полученных эпюр $\mu_{1(1)}$ и $\mu_{1(2)}$.


КАРТА 1. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЕСУ СНЕГОВОГО ПОКРОВА
Границы районов с различным весом снегового покрова
Горные и малоизученные районы
Масштаб 1:17 000 000
0 170 340 510 680 850
1 см на карте соответствует 170 км на местности
См. карту 1.б
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
ТИХИЙ ОКЕАН
БЕРИНГОВО МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
ЯПОНСКОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ


ЮЖНО-САХАЛИНСК


ДОПОЛНЕНИЕ К КАРТЕ 1.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ВЕСУ СНЕГОВОГО ПОКРОВА
N
33 00
34 00
35 00
36 00
Армянск
Красноперекопск
Раздольное
Первомайское
Джанкой
Клепинино
Черноморское
Красногвардейское
Нижнегорский
Советский
Керчь
Ленино
Кировское
Евпатория
Саки
Белогорск
Феодосия
Симферополь
Бахчисарай
Судак
Алушта
Севастополь
Ялта
АЗОВСКОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
Границы районов
Горные и малоизученные районы
0 20 40 60 80 км
Примечание
Для горных районов при высоте местности над уровнем моря h ≤ 500 м нормативное значение веса снегового покрова принимается S_g = 1,0 кПа, а при h > 500 м определяется по формуле $S_g = 1,0 + 0,003(h - 500)$, кПа.

Ветровые нагрузки

Для расчета железобетонных конструкций используется основной тип ветровой нагрузки.

Значение основной ветровой нагрузки w следует определять как: сумму средней w_m и пульсационной w_g составляющих:

$$w = w_m + w_g$$

w_m - средняя составляющая ветровой нагрузки;
w_g – пульсационная составляющая ветровой нагрузки

Средняя составляющая w_m ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c$$

w_0 – нормативное значение ветрового давления;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e

z_e – эквивалентная высота

c – аэродинамический коэффициент, определяемый по приложению В СП 20. Для здания прямоугольной формы коэффициенты c приведен ниже.

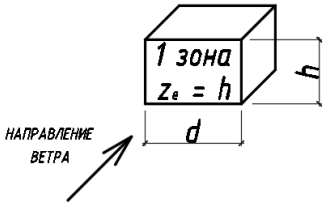
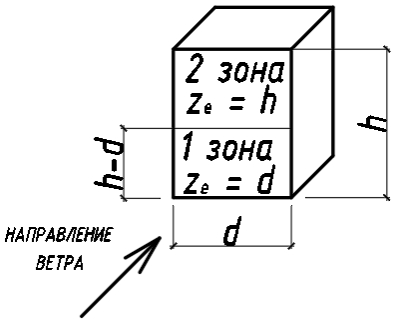
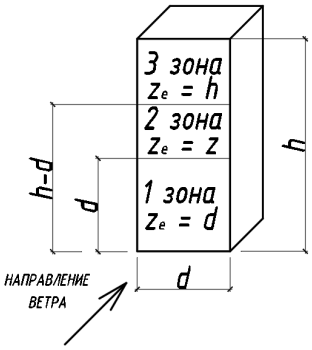
w_g (пульсационная составляющая) зависит от частот колебания самого здания и от значения w_m. В большинстве программных комплексов данное значение определяется автоматически. Порядок определения ручным расчетом приведен в п. 11.1.8 СП 20.

Также необходимо отметить, что в соответствии с п. 11.1.8г СП 20 при расчете зданий допускается учитывать динамическую реакцию **по трем низшим** собственным формам колебаний (двум изгибных и одной крутильной или смешанным крутильно-изгибным).

Справочная таблица №14. Нормативное значение ветрового давления w_0 (Таблица 11.1 СП 20).

Ветровые районы (принимаются по карте 2 приложения Е СП 20.)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0, кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	**1,4 (п.11 СП20)**							
Доля длительности	0							

Справочная таблица №15. Определение эквивалентной высоты z_e

<table>
<tr><th>Вариант №1</th><th>Вариант №2</th><th>Вариант №3</th></tr>
<tr><td>$h \le d$</td><td>$d < h \le 2d$</td><td>$h > 2d$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">$z_e = h$</td><td>Высотные отметки $z \ge h - d$
$z_e = h$</td><td>Высотные отметки $z \ge h - d$
$z_e = h$</td></tr>
<tr><td>Высотные отметки $0 < z < h - d$
$z_e = d$</td><td>Высотные отметки $d < z < h - d$
$z_e = z$
Высотные отметки $0 < z \le d$
$z_e = d$</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 

z – высота от поверхности земли</td></tr>
</table>

Справочная таблица №16. Коэффициент k (Таблица 11.2 СП 20).

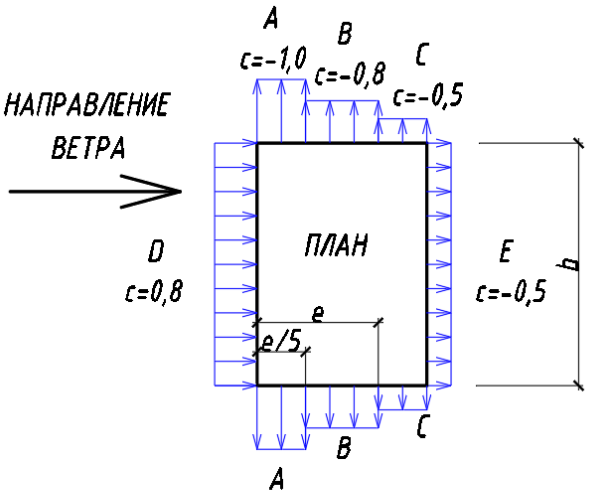
Высота z_e, м	Коэффициент k для типов местности		
	A	B	C
	открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;	городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;	городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м
≤ 5	**0.75**	**0.5**	**0.4**
6	0.8	0.53	0.4
7	0.85	0.56	0.4
8	0.9	0.59	0.4
9	0.95	0.62	0.4
10	**1**	**0.65**	**0.4**
11	1.025	0.67	0.415
12	1.05	0.69	0.43
13	1.075	0.71	0.445
14	1.1	0.73	0.46
15	1.125	0.75	0.475
16	1.15	0.77	0.49
17	1.175	0.79	0.505
18	1.2	0.81	0.52
19	1.225	0.83	0.535
20	**1.25**	**0.85**	**0.55**
21	1.2625	0.8625	0.5625
22	1.275	0.875	0.575
23	1.2875	0.8875	0.5875
24	1.3	0.9	0.6
25	1.3125	0.9125	0.6125
26	1.325	0.925	0.625
27	1.3375	0.9375	0.6375
28	1.35	0.95	0.65

29	1.3625	0.9625	0.6625
30	1.375	0.975	0.675
31	1.3875	0.9875	0.6875
32	1.4	1	0.7
33	1.4125	1.0125	0.7125
34	1.425	1.025	0.725
35	1.4375	1.0375	0.7375
36	1.45	1.05	0.75
37	1.4625	1.0625	0.7625
38	1.475	1.075	0.775
39	1.4875	1.0875	0.7875
40	**1.5**	**1.1**	**0.8**
41	1.51	1.11	0.81
42	1.52	1.12	0.82
43	1.53	1.13	0.83
44	1.54	1.14	0.84
45	1.55	1.15	0.85
46	1.56	1.16	0.86
47	1.57	1.17	0.87
48	1.58	1.18	0.88
49	1.59	1.19	0.89
50	1.6	1.2	0.9
51	1.61	1.21	0.91
52	1.62	1.22	0.92
53	1.63	1.23	0.93
54	1.64	1.24	0.94
55	1.65	1.25	0.95
56	1.66	1.26	0.96
57	1.67	1.27	0.97
58	1.68	1.28	0.98
59	1.69	1.29	0.99
60	**1.7**	**1.3**	**1**
61	1.7075	1.3075	1.0075
62	1.715	1.315	1.015
63	1.7225	1.3225	1.0225
64	1.73	1.33	1.03
65	1.7375	1.3375	1.0375
66	1.745	1.345	1.045
67	1.7525	1.3525	1.0525
68	1.76	1.36	1.06
69	1.7675	1.3675	1.0675
70	1.775	1.375	1.075
71	1.7825	1.3825	1.0825
72	1.79	1.39	1.09
73	1.7975	1.3975	1.0975
74	1.805	1.405	1.105
75	1.8125	1.4125	1.1125
76	1.82	1.42	1.12
77	1.8275	1.4275	1.1275
78	1.835	1.435	1.135
79	1.8425	1.4425	1.1425
80	**1.85**	**1.45**	**1.15**
81	1.8575	1.4575	1.155
82	1.865	1.465	1.16
83	1.8725	1.4725	1.165
84	1.88	1.48	1.17
85	1.8875	1.4875	1.175
86	1.895	1.495	1.18
87	1.9025	1.5025	1.185
88	1.91	1.51	1.19
89	1.9175	1.5175	1.195
90	1.925	1.525	1.2
91	1.9325	1.5325	1.205
92	1.94	1.54	1.21
93	1.9475	1.5475	1.215
94	1.955	1.555	1.22

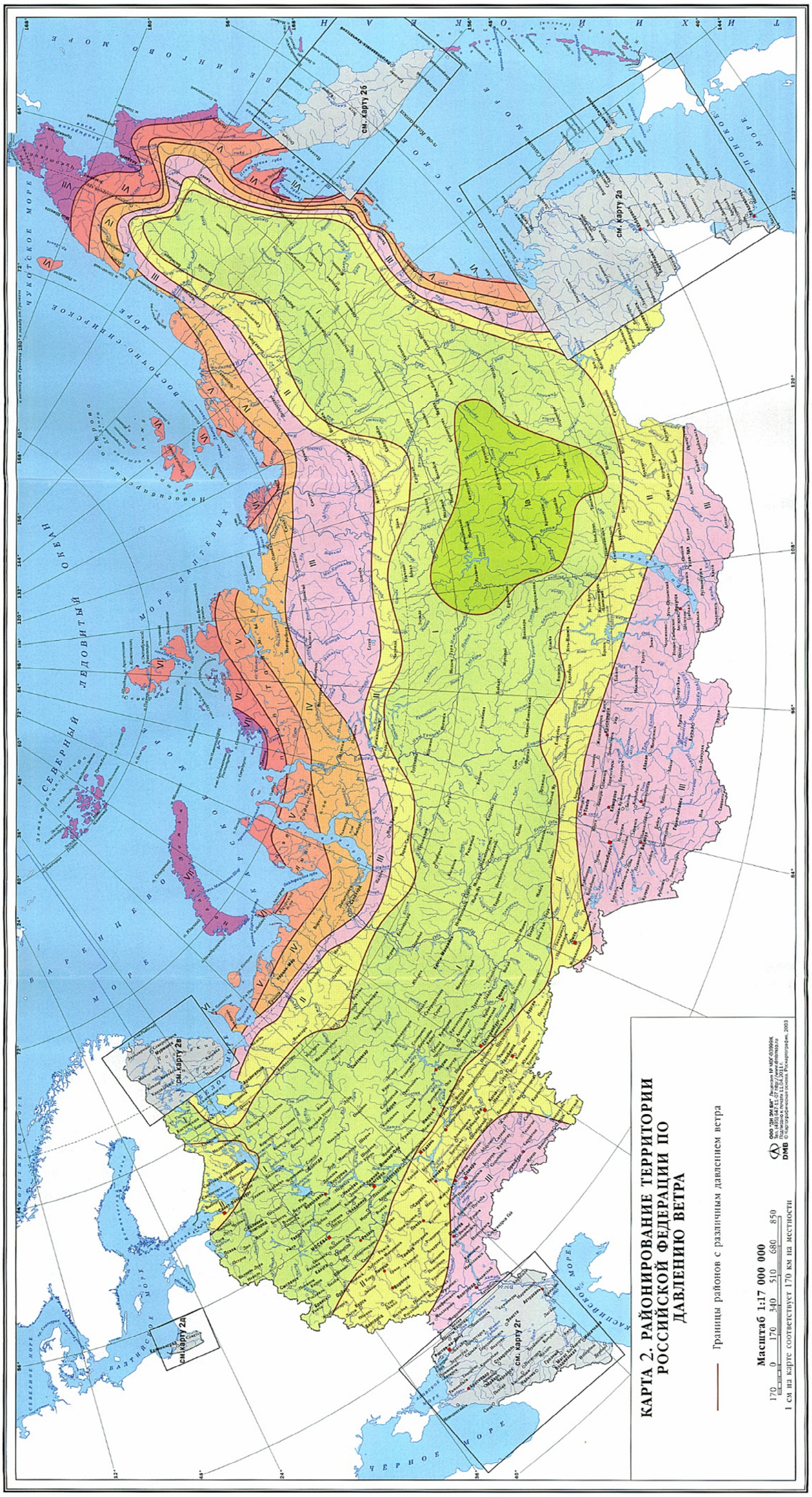
95	1.9625	1.5625	1.225
96	1.97	1.57	1.23
97	1.9775	1.5775	1.235
98	1.985	1.585	1.24
99	1.9925	1.5925	1.245
100	**2**	**1.6**	**1.25**
102	2.01	1.612	1.262
104	2.02	1.624	1.274
106	2.03	1.636	1.286
108	2.04	1.648	1.298
110	2.05	1.66	1.31
112	2.06	1.672	1.322
114	2.07	1.684	1.334
116	2.08	1.696	1.346
118	2.09	1.708	1.358
120	2.1	1.72	1.37
122	2.11	1.732	1.382
124	2.12	1.744	1.394
126	2.13	1.756	1.406
128	2.14	1.768	1.418
130	2.15	1.78	1.43
132	2.16	1.792	1.442
134	2.17	1.804	1.454
136	2.18	1.816	1.466
138	2.19	1.828	1.478
140	2.2	1.84	1.49
142	2.21	1.852	1.502
144	2.22	1.864	1.514
146	2.23	1.876	1.526
148	2.24	1.888	1.538
150	**2.25**	**1.9**	**1.55**
152	2.258	1.908	1.56
154	2.266	1.916	1.57
156	2.274	1.924	1.58
158	2.282	1.932	1.59
160	2.29	1.94	1.6
162	2.298	1.948	1.61
164	2.306	1.956	1.62
166	2.314	1.964	1.63
168	2.322	1.972	1.64
170	2.33	1.98	1.65
172	2.338	1.988	1.66
174	2.346	1.996	1.67
176	2.354	2.004	1.68
178	2.362	2.012	1.69
180	2.37	2.02	1.7
182	2.378	2.028	1.71
184	2.386	2.036	1.72
186	2.394	2.044	1.73
188	2.402	2.052	1.74
190	2.41	2.06	1.75
192	2.418	2.068	1.76
194	2.426	2.076	1.77
196	2.434	2.084	1.78
198	2.442	2.092	1.79
200	**2.45**	**2.1**	**1.8**
202	2.458	2.108	1.808
204	2.466	2.116	1.816
206	2.474	2.124	1.824
208	2.482	2.132	1.832
210	2.49	2.14	1.84
212	2.498	2.148	1.848
214	2.506	2.156	1.856
216	2.514	2.164	1.864
218	2.522	2.172	1.872
220	2.53	2.18	1.88

222	2.538	2.188	1.888
224	2.546	2.196	1.896
226	2.554	2.204	1.904
228	2.562	2.212	1.912
230	2.57	2.22	1.92
232	2.578	2.228	1.928
234	2.586	2.236	1.936
236	2.594	2.244	1.944
238	2.602	2.252	1.952
240	2.61	2.26	1.96
242	2.618	2.268	1.968
244	2.626	2.276	1.976
246	2.634	2.284	1.984
248	2.642	2.292	1.992
250	**2.65**	**2.3**	**2**
252	2.654	2.308	2.008
254	2.658	2.316	2.016
256	2.662	2.324	2.024
258	2.666	2.332	2.032
260	2.67	2.34	2.04
262	2.674	2.348	2.048
264	2.678	2.356	2.056
266	2.682	2.364	2.064
268	2.686	2.372	2.072
270	2.69	2.38	2.08
272	2.694	2.388	2.088
274	2.698	2.396	2.096
276	2.702	2.404	2.104
278	2.706	2.412	2.112
280	2.71	2.42	2.12
282	2.714	2.428	2.128
284	2.718	2.436	2.136
286	2.722	2.444	2.144
288	2.726	2.452	2.152
290	2.73	2.46	2.16
292	2.734	2.468	2.168
294	2.738	2.476	2.176
296	2.742	2.484	2.184
298	2.746	2.492	2.192
300	**2.75**	**2.5**	**2.2**

Аэродинамический коэффициент c для прямоугольных в плане зданий (приложение В1.2. СП 20)



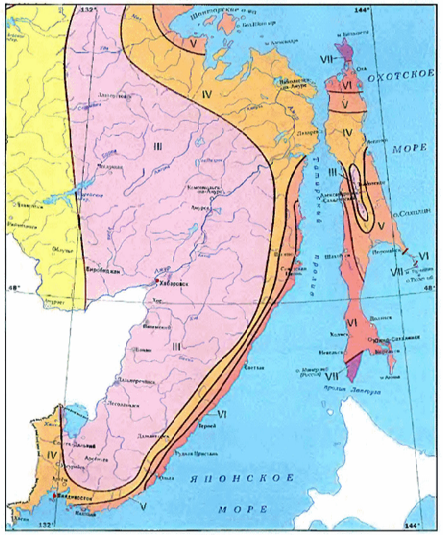
Примечание: e равняется меньшему из b или 2h.
h- высота здания


КАРТА 2. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА
Границы районов с различным давлением ветра
Масштаб 1:17 000 000
1 см на карте соответствует 170 км на местности

ДОПОЛНЕНИЯ К КАРТЕ 2. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА

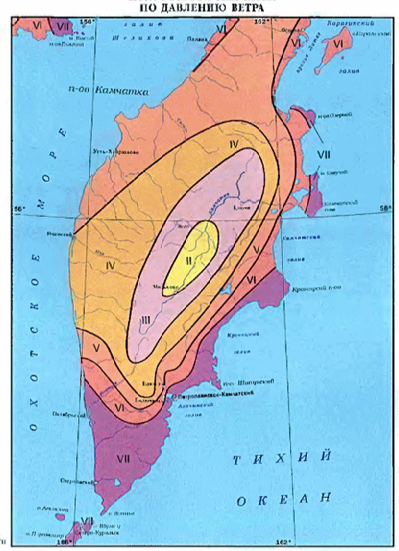
Границы районов

КАРТА 2а.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ И ОСТРОВА САХАЛИН ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА



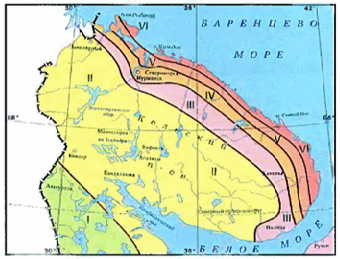
Масштаб 1:10 000 000
100 0 100 200 300
1 см на карте соответствует 100 км на местности

КАРТА 2б.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА



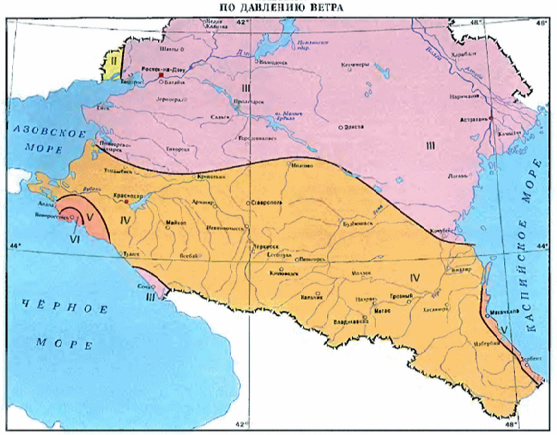
Масштаб 1:7 000 000
70 0 70 140 210
1 см на карте соответствует 70 км на местности

КАРТА 2в.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА



Масштаб 1:7 000 000
70 0 70 140 210
1 см на карте соответствует 70 км на местности

КАРТА 2г.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАВКАЗА ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА

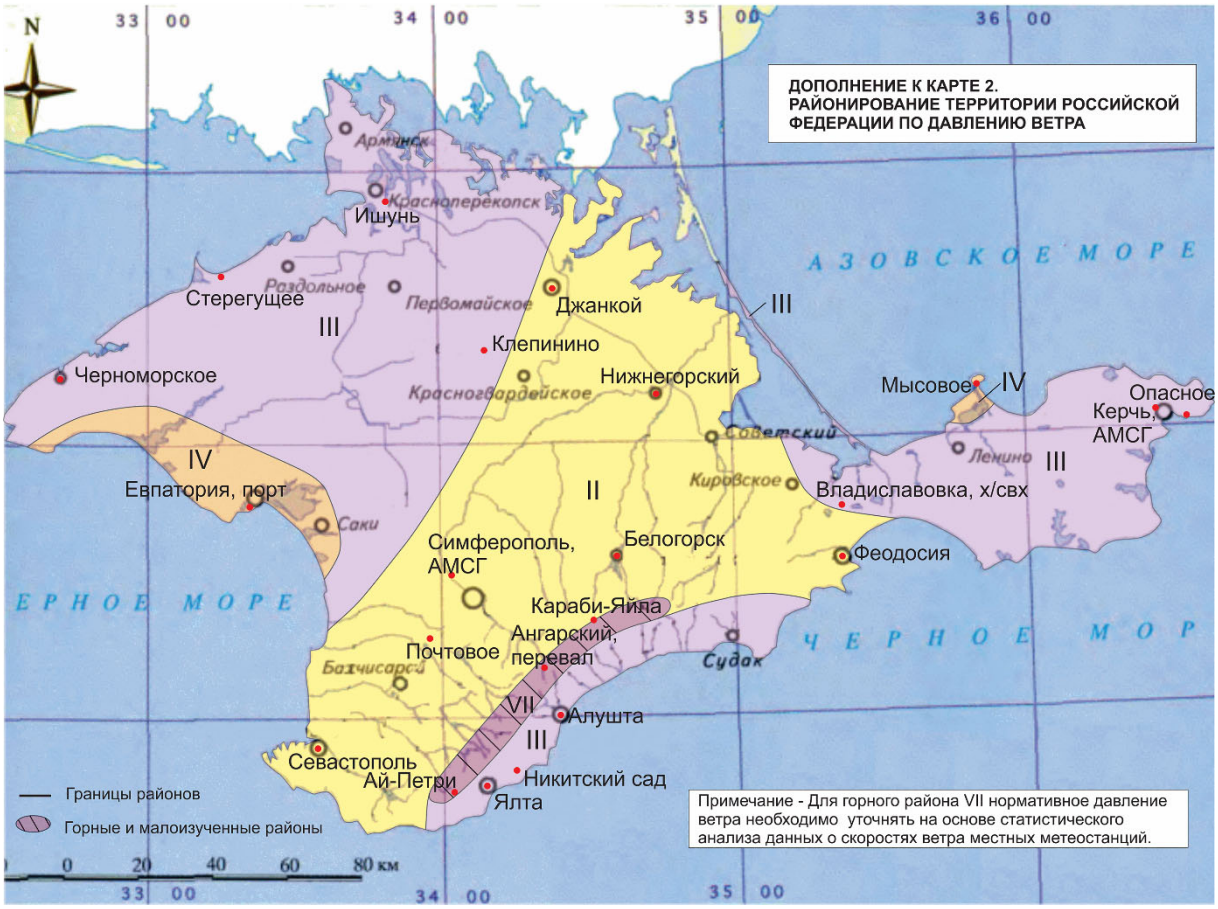


Масштаб 1:7 000 000
70 0 70 140 210
1 см на карте соответствует 70 км на местности

КАРТА 2д.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА



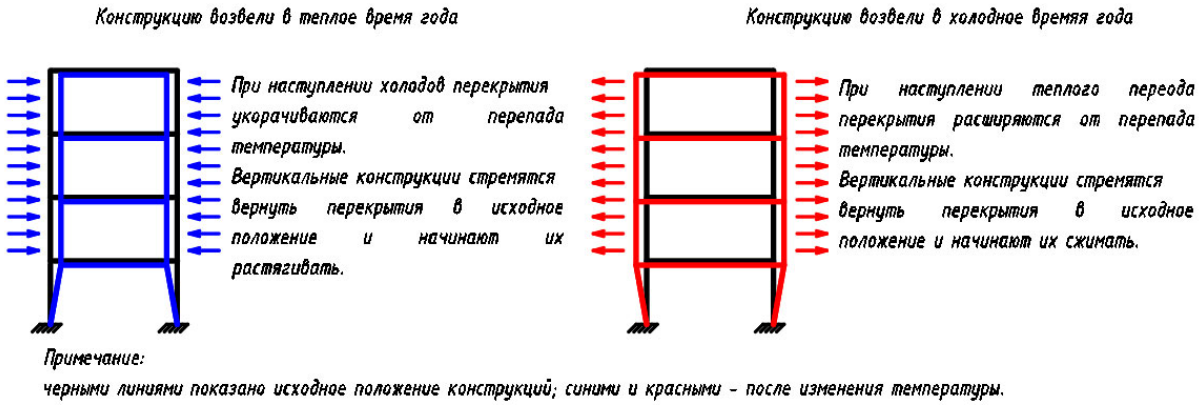
Масштаб 1:7 000 000
70 0 70 140 210
1 см на карте соответствует 70 км на местности


ДОПОЛНЕНИЕ К КАРТЕ 2.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДАВЛЕНИЮ ВЕТРА
N
33 00
34 00
35 00
36 00
Армянск
Красноперекопск
Ишунь
Раздольное
Стерегущее
Первомайское
Джанкой
Клепинино
Нижнегорский
Красногвардейское
Черноморское
Мысовое
Опасное
Керчь, АМСГ
Советский
Ленино
Кировское
Владиславовка, х/свх
Евпатория, порт
Саки
Симферополь, АМСГ
Белогорск
Феодосия
Караби-Яйла
Ангарский перевал
Почтовое
Бахчисарай
Судак
Алушта
Севастополь
Ай-Петри
Никитский сад
Ялта
III
IV
II
VII
АЗОВСКОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
Границы районов
Горные и малоизученные районы
0 20 40 60 80 км
Примечание - Для горного района VII нормативное давление ветра необходимо уточнять на основе статистического анализа данных о скоростях ветра местных метеостанций.

Температурные нагрузки

Расчет на температуру железобетонных конструкций следует проводить в обязательном порядке, если габариты здания превышают предельные (информация о габаритах есть в первой части Справочника).

Суть расчета на температуру проиллюстрирована ниже.



Примечание:
черными линиями показано исходное положение конструкций; синими и красными - после изменения температуры.

Задача состоит в нахождении перепада температур, который отражал бы первый и второй случай.

При замыкании(возведении) конструкций в теплое время года:

$$\Delta t_w = t_w - t_{oc}$$

t_w – нормативные значения температуры для теплого времени года;

t_{oc} – начальная температура в холодное время года.

При замыкании(возведении) конструкций в холодное время года:

$$\Delta t_c = t_c - t_{ow}$$

t_c – нормативные значения температуры для холодного времени года

t_{ow}– начальная температура в теплое время года.

Коэффициент надежности по нагрузке γ_f = 1,1 вводится к Δt_w и Δt_c.

Доля длительности имеет очень сложную методику вычисления с перерасчетами по п.13.7 СП 20. При использовании инженерного подхода может быть принята **равной 1**.

Для подавляющего большинства железобетонных конструкций рассматриваемых в настоящем справочнике есть защита от солнечной радиации (эту роль выполняет утепленный фасад), влияние фактора неравномерности нагрева железобетонных конструкций не значительно, поэтому данный фактор не рассматривается.

Справочная таблица №17. Определение температур для несущих железобетонных конструкций (фрагмент таблицы 13.1 СП 20)

<table>
<tr><td colspan="3">Здания и сооружения в стадии эксплуатации</td></tr>
<tr><td>неотапливаемые здания (без технологических источников тепла) и открытые сооружения</td><td>отапливаемые здания</td><td>здания с искусственным климатом или с постоянными технологическими источниками тепла</td></tr>
<tr><td colspan="2">Для надземной части:
$t_w = t_{ew} = t_{max} - 0,5A_{VII}$

t_{max} – нормативные значения максимальной температуры воздуха, принимаемые по карте приложения Е СП 20.13330 (приведены ниже).
A_{VII} – средние суточные амплитуды температуры воздуха наиболее теплого месяца
принимаемые по таблице 4.1 СП 131.13330 . (таблицы приведены ниже)

Для подземной части:
$t_w = t_{ew} = t_{max}(h)$
$t_{max}(h)$ – максимальная температура почвы на глубинах, принимаемые согласно приложению Г СП 20.13330 в зависимости от глубины h (таблицы приведены ниже)</td><td>$t_w = t_{iw}$
t_{iw} – температура внутреннего воздуха помещений в теплое время года, принимаемая по заданию на проектирование с учетом технологических решений.</td></tr>
<tr><td>Для надземной части:
$t_c = t_{ec} = t_{min} + 0,5A_I$

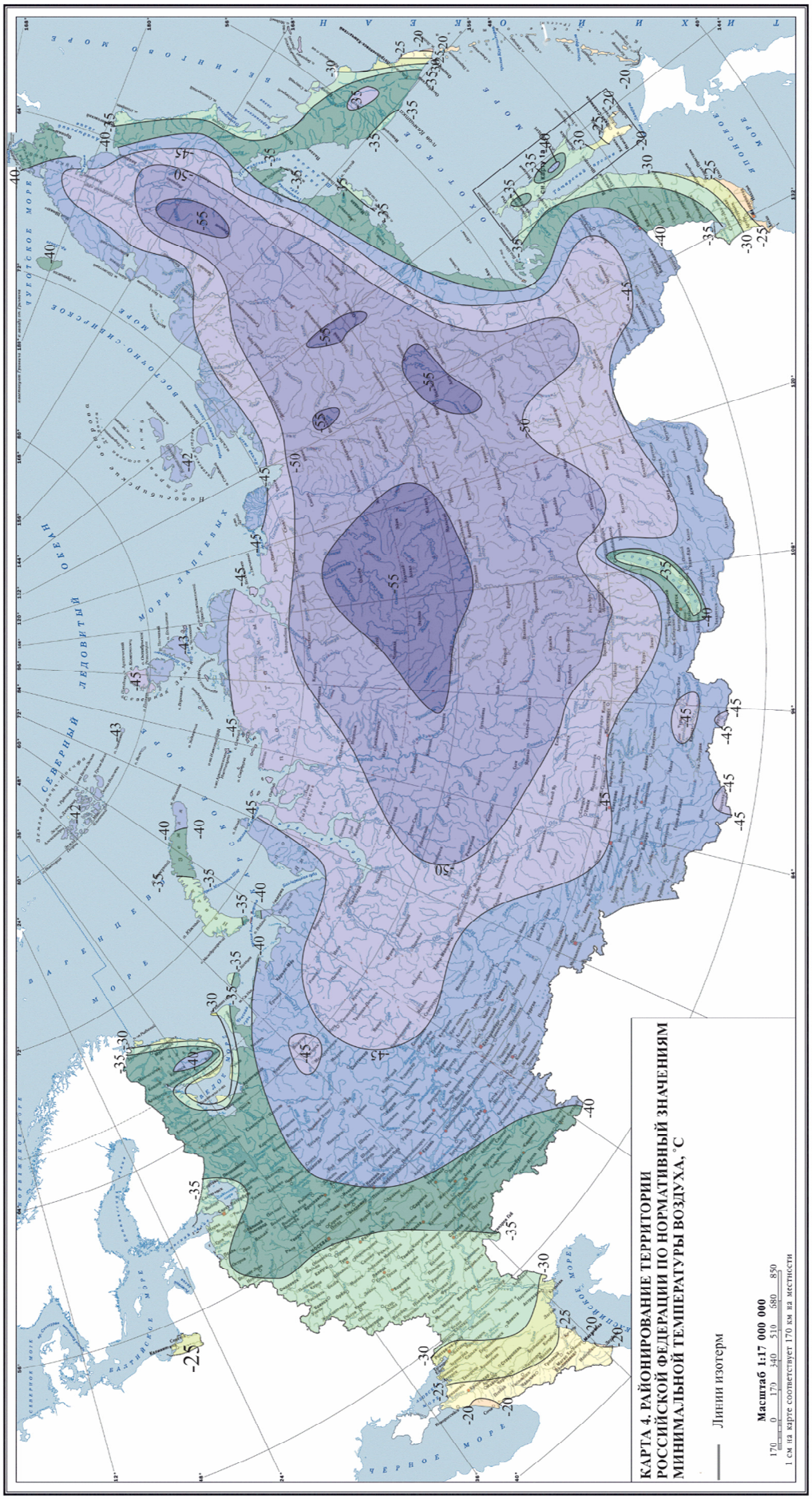
t_{min} – нормативные значения минимальной температуры воздуха, принимаемые по карте приложения Е СП 20.13330 (приведены ниже на карте).

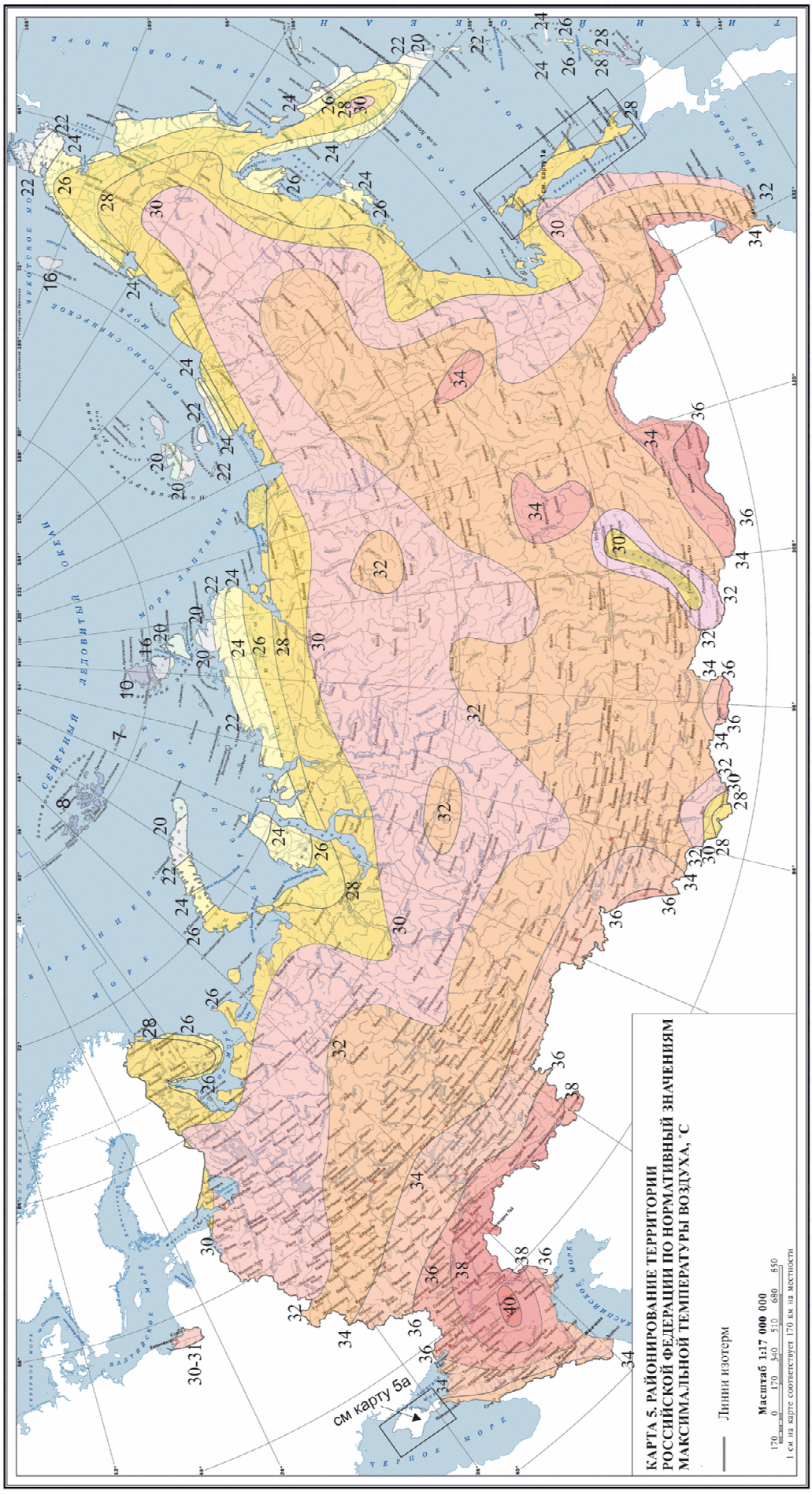
A_I – средние суточные амплитуды температуры воздуха наиболее холодного месяца
принимаемые по таблице 3.1 СП 131.13330 (таблицы приведены ниже)

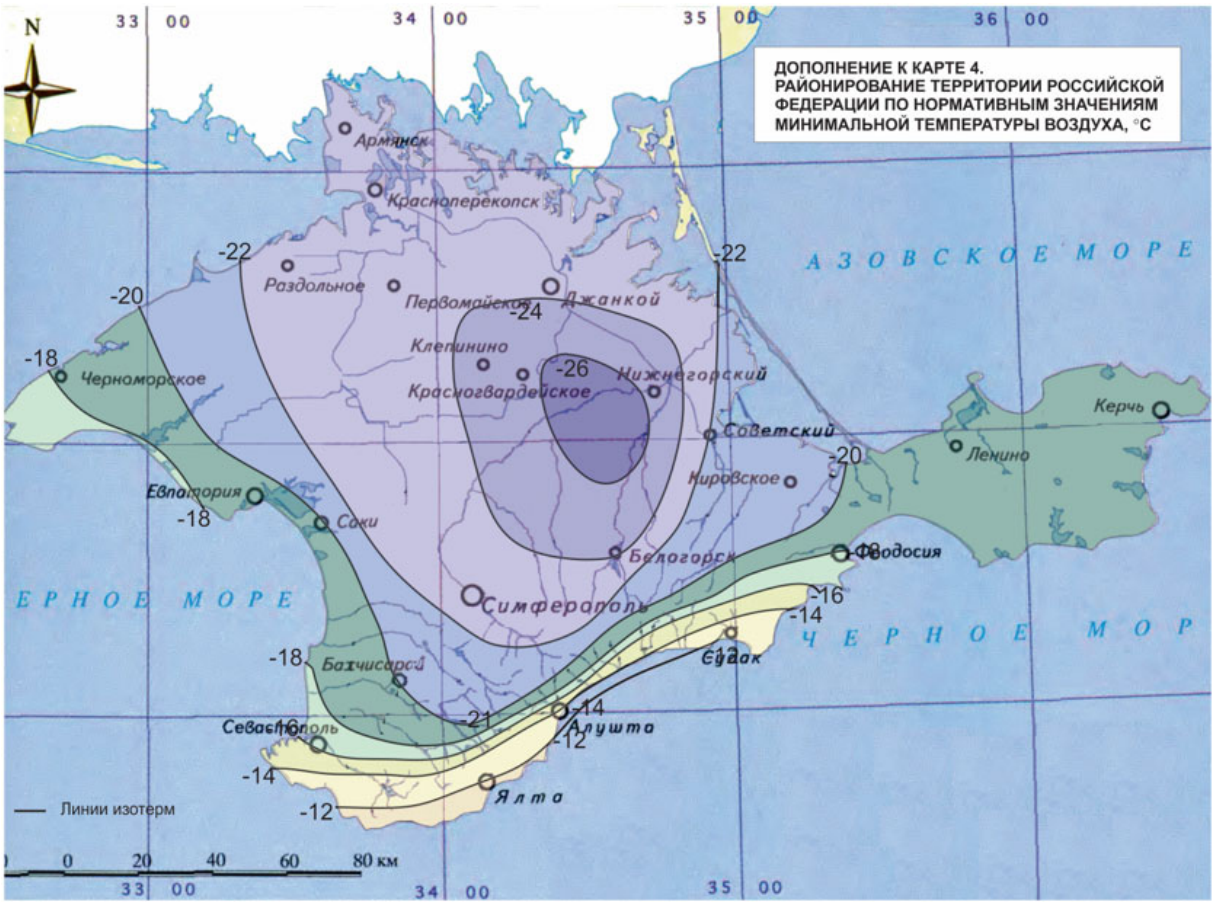
Для подземной части:
$t_c = t_{ec} = t_{min}(h)$
$t_{min}(h)$ – минимальная температура почвы на глубинах, принимаемые согласно приложению Г СП 20.13330 в зависимости от глубины h (таблицы приведены ниже)</td><td colspan="2">$t_c = t_{ic}$
t_{ic} – температура внутреннего воздуха помещений в холодное время года, принимаемая по заданию на проектирование с учетом технологических решений.</td></tr>
</table>

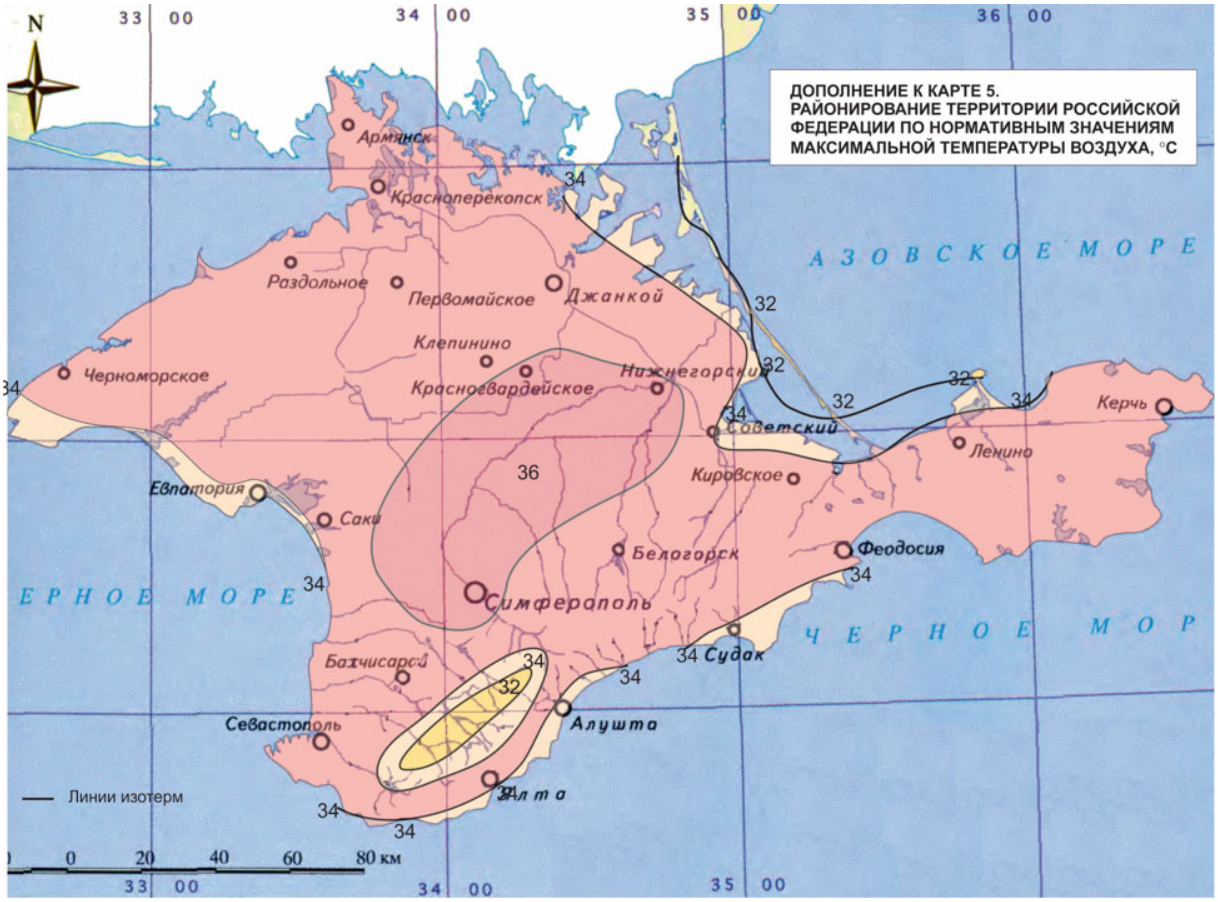
Справочная таблица №18. Определение начальных температур для несущих железобетонных конструкций

Здания и сооружения в стадии эксплуатации	
Надземная часть	Подземная часть
$t_{oc} = 0,2t_{VII} + 0,8t_I$ $t_{ow} = 0,8t_{VII} + 0,2t_I$ t_{VII} – многолетние средние месячные температуры воздуха в июле, принимаемые для надземной части сооружений по таблице 5.1 СП 131.13330 t_I – многолетние средние месячные температуры воздуха в январе, принимаемые для надземной части сооружений по таблице 5.1 СП 131.13330	$t_{oc} = 0,2t_{max}(h) + 0,8t_{min}(h)$ $t_{ow} = 0,8t_{max}(h) + 0,2t_{min}(h)$ $t_{max}(h)$ – максимальная температура почвы на глубинах, принимаемые согласно приложению Г СП 20.13330 в зависимости от глубины h (таблицы приведены ниже) $t_{min}(h)$ – минимальная температура почвы на глубинах, принимаемые согласно приложению Г СП 20.13330 в зависимости от глубины h (таблицы приведены ниже)


КАРТА 4. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО НОРМАТИВНЫЙ ЗНАЧЕНИЯМ
МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, °С
Линии изотерм
Масштаб 1:17 000 000
170 0 170 340 510 680 850
1 см на карте соответствует 170 км на местности


КАРТА 5. РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО НОРМАТИВНЫЙ ЗНАЧЕНИЯМ
МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, °С
Линии изотерм
Масштаб 1:17 000 000
170 0 170 340 510 680 850
1 см на карте соответствует 170 км на местности
см карту 5а
Баренцево море
Белое море
Карское море
Северный Ледовитый океан
Восточно-Сибирское море
Море Лаптевых
Чукотское море
Берингово море
Охотское море
Японское море
Балтийское море


ДОПОЛНЕНИЕ К КАРТЕ 4.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО НОРМАТИВНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, °С
N
Армянск
Красноперекопск
Раздольное
Первомайское
Джанкой
Клепинино
Нижнегорский
Красногвардейское
Черноморское
Советский
Керчь
Ленино
Кировское
Евпатория
Саки
Белогорск
Феодосия
Симферополь
Бахчисарай
Судак
Севастополь
Алушта
Ялта
Линии изотерм
АЗОВСКОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
-22
-20
-18
-24
-26
-16
-14
-12
-21
0 20 40 60 80 км
33 00
34 00
35 00
36 00


ДОПОЛНЕНИЕ К КАРТЕ 5.
РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО НОРМАТИВНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, °С
N
Армянск
Красноперекопск
Раздольное
Первомайское
Джанкой
Клепинино
Нижнегорский
Красногвардейское
Черноморское
Советский
Керчь
Ленино
Кировское
Евпатория
Саки
Белогорск
Феодосия
Симферополь
Бахчисарай
Судак
Севастополь
Алушта
Ялта
Линии изотерм
АЗОВСКОЕ МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
34
32
36
0 20 40 60 80 км
33 00
34 00
35 00
36 00

Субъект РФ	t, °C на глубине 0,8 м		t, °C на глубине 1,6 м		t, °C на глубине 3,2 м	
	$t_{max}(h)$	$t_{min}(h)$	$t_{max}(h)$	$t_{min}(h)$	$t_{max}(h)$	$t_{min}(h)$
Алтайский край	18,1	−4,8	14,9	−1,3	10,8	2,5
Амурская обл.	16,5	−8,0	13,3	−4,6	9,3	0,0
Архангельская обл.	14,7	−2,6	13,0	−0,9	9,3	1,0
Астраханская обл.	26,6	0,6	23,0	3,9	15,9	7,6
Белгородская обл.	17,8	0,8	14,6	3,2	12,0	5,4
Брянская обл.	16,5	1,2	14,3	2,8	11,1	4,8
Владимирская обл.	16,0	1,0	13,9	2,1	11,4	3,7
Волгоградская обл.	24,0	0,2	21,5	1,8	18,4	4,4
Вологодская обл.	14,0	0,9	12,4	1,7	9,5	3,2
Воронежская обл.	16,8	1,1	13,9	3,1	11,1	5,3
Еврейская а.о.	18,9	−3,1	15,5	0,0	11,0	1,9
Забайкальский край	14,7	−14,3	10,7	−8,3	6,6	−2,3
Ивановская обл.	14,7	1,0	13,1	2,2	9,9	3,9
Иркутская обл.	17,0	−8,4	14,9	−4,1	10,8	−1,0
Кабардино-Балкарская Респ.	21,0	2,9	18,1	5,8	14,9	9,1
Калининградская обл.	16,3	2,9	13,9	4,4	11,1	6,3
Калужская обл.	15,5	0,7	13,9	1,9	11,8	3,3
Камчатский край	14,1	−0,8	14,5	0,5	16,7	1,3
Карачаево-Черкесская Респ.	15,4	0,0	13,5	3,4	11,2	5,8
Кемеровская обл.	14,9	−2,0	12,2	0,2	8,8	2,4
Кировская обл.	15,5	0,7	13,8	1,9	9,2	3,9
Костромская обл.	15,3	0,9	13,2	2,0	10,4	3,6
Краснодарский край	22,9	3,5	20,7	6,4	18,4	9,1
Красноярский край	17,1	−6,6	13,8	−1,5	9,7	0,2
Курганская обл.	17,7	−2,5	14,7	−0,1	11,2	2,3
Курская обл.	17,4	0,7	14,9	2,4	11,5	4,8
Ленинградская обл.	15,5	0,6	13,8	1,6	11,4	3,0
Липецкая обл.	17,3	0,7	15,3	1,9	12,3	4,1
Магаданская обл.	9,6	−14,6	6,8	−3,8	2,6	−0,8
Московская обл.	15,4	0,6	13,3	1,8	11,2	3,8
Мурманская обл.	12,6	−2,5	10,5	0,2	7,6	1,0
Ненецкий а.о.	10,5	−3,9	8,6	−0,6	5,5	0,1
Нижегородская обл.	16,7	0,1	14,9	1,6	12,2	3,9
Новгородская обл.	14,6	1,1	12,6	2,3	10,5	3,7
Новосибирская обл.	15,1	−2,3	12,4	0,3	8,0	2,7
Омская обл.	15,0	−2,2	12,7	0,4	9,2	2,3
Оренбургская обл.	20,2	−1,5	17,6	1,3	13,5	3,9
Орловская обл.	16,6	0,9	14,4	2,6	11,2	4,8
Пензенская обл.	16,2	0,6	13,6	2,4	11,4	4,1
Пермский край	15,7	0,1	13,7	1,3	10,5	2,4
Приморский край	19,3	−2,8	15,9	0,1	12,0	2,9
Псковская обл.	17,1	0,8	14,7	2,4	11,6	4,0
Респ. Адыгея (Адыгея)	21,9	4,5	20,0	6,7	17,2	10,2
Респ. Алтай	15,2	−8,9	12,3	−7,7	9,8	−3,5
Респ. Башкортостан	15,4	0,0	13,0	1,7	9,9	3,6
Респ. Бурятия	16,9	−14,2	13,3	−10,3	9,2	−0,1
Респ. Дагестан	25,2	3,5	22,1	6,1	18,6	8,7
Респ. Калмыкия	23,6	0,7	20,4	4,1	16,2	8,3
Респ. Карелия	17,1	0,0	14,5	1,0	10,7	2,5
Респ. Коми	14,6	−2,3	12,3	−0,2	10,7	0,1
Респ. Марий Эл	15,7	0,5	13,1	2,1	10,4	3,7
Респ. Саха (Якутия)	15,0	−18,9	11,5	−16,2	6,8	−12,6
Респ. Северная Осетия – Алания	23,8	2,8	21,1	5,4	16,0	11,2
Респ. Татарстан	15,7	0,2	13,0	1,7	9,5	3,9
Респ. Тыва	14,5	−10,9	10,9	−5,9	7,3	−1,8
Респ. Хакасия	14,3	−6,6	11,1	−2,6	8,0	0,8
Ростовская обл.	22,8	0,9	18,6	3,6	15,8	6,0
Рязанская обл.	17,5	0,8	15,9	1,9	13,0	3,7
Самарская обл.	18,3	−1,2	15,0	1,1	11,9	3,3
Саратовская обл.	20,1	−1,2	17,3	1,0	13,1	3,9
Сахалинская обл.	14,5	−1,1	12,2	0,4	9,3	3,0
Свердловская обл.	16,8	−2,2	13,9	0,2	10,6	1,6
Смоленская обл.	15,3	1,4	13,1	2,8	10,9	4,5
Ставропольский край	23,8	3,0	20,7	4,8	17,1	8,2
Таймырский (Долгано-Ненецкий) м.р.	2,4	−22,6	−0,4	−4,7	−1,6	−3,1
Тамбовская обл.	17,4	1,1	15,4	2,5	12,3	4,5
Тверская обл.	18,0	0,9	15,7	1,9	12,3	3,4
Томская обл.	16,5	−1,5	13,5	0,6	10,0	2,3
Тульская обл.	15,9	0,8	13,5	2,5	11,2	4,2
Тюменская обл.	15,2	−0,9	13,1	0,4	9,0	2,5
Удмуртская Респ.	16,0	0,4	13,4	1,5	9,8	3,5
Ульяновская обл.	15,3	0,8	12,9	2,4	10,0	4,6
Хабаровский край	18,9	−10,4	15,5	−6,4	11,8	−1,6
Ханты-Мансийский а.о.	16,0	−1,8	12,9	0,1	9,3	1,5
Челябинская обл.	15,2	−1,4	12,5	0,6	9,6	2,9
Чеченская Респ.	23,2	3,2	20,0	6,3	16,8	10,1
Чувашская Респ.	15,6	0,1	13,0	1,9	9,4	3,9
Чукотский а.о.	10,0	−14,0	7,4	−12,2	4,7	−10,0
Эвенкийский а.о.	12,8	−7,6	10,3	−2,9	6,3	−1,2
Ямало-Ненецкий а.о.	12,5	−3,2	10,2	−1,5	6,8	1,3

Республика, край, автономный округ, область, пункт	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее **холодного месяца** A_I, °С
1	8
Республика Адыгея (Адыгея)	
Майкоп	8,4
Республика Алтай	
Катанда	12,1
Кош-Агач	11,5
Онгудай	10,5
Яйлю	9,0
Алтайский край	
Алейск	9,4
Барнаул	10,0
Бийск	12,0
Змеиногорск	12,2
Родино	9,8
Рубцовск	10,2
Славгород	9,5
Тогул	9,1
Амурская область	
Архара	12,5
Белогорск	9,3
Благовещенск	10,4
Бомнак	9,4
Братолюбовка	11,7
Бысса	13,6
Ерофей Павлович	13,0
Завитинск	10,1
Зея	14,7
Норск	13,9
Поярково	11,8
Свободный	11,7
Сковородино	14,5
Тында	10,4
Усть-Нюкжа	7,8
Черняево	13,5
Шимановск	12,9
Экимчан	10,7
Архангельская область	
Архангельск	8,3
Емецк	6,9
Каргополь	8,3
Койнас	9,7
Котлас	8,3
Мезень	8,2
Онега	7,6
Шенкурск	8,2
Астраханская область	
Астрахань	7,7
Верхний Баскунчак	7,3
Республика Башкортостан	
Белорецк	8,8
Дуван	8,5
Мелеуз	9,8
Уфа	10,0
Янаул	9,5
Белгородская область	
Белгород	6,2
Брянская область	
Брянск	6,4
Республика Бурятия	
Бабушкин	9,4
Багдарин	15,3
Баргузин	10,2
Кяхта	9,6
Монды	16,0
Нижнеангарск	7,7
Сосново-Озерское	11,4
Чакит	10,0
Улан-Удэ	9,9
Хоринск	13,0
Владимирская область	
Владимир	6,6
Муром	7,9
Волгоградская область	
Волгоград	6,2
Камышин	6,3
Котельниково	5,8
Новоаннинский	6,4
Эльтон	7,5
Вологодская область	
Бабаево	8,0
Вологда	8,0
Вытегра	8,2
Никольск	8,1
Тотьма	7,4
Воронежская область	
Воронеж	6,6
Республика Дагестан	
Дербент	5,0
Махачкала	5,9
Терекли-Мектеб	6,5
Еврейская автономная область	
Биробиджан	15,3
Екатерино-Никольское	10,2
Облучье	13,1
Забайкальский край	
Агинское	14,0
Акта	14,8
Александровский Завод	14,9
Борзя	14,3
Дарасун	14,5
Калакан	14,5
Красный Чикой	12,7
Могоча	14,3
Нерчинск	13,0
Нерчинский Завод	8,9
Средний Калар	14,1
Тунгокочен	17,0
Тупик	14,7
Чара	12,1
Чита	13,3
Ивановская область	
Иваново	8,1
Кинешма	7,1
Республика Ингушетия	
Магас <1>	8,5
Иркутская область	
Алыгджер	11,6
Байкальск	9,4
Бодайбо	7,3
Братск	8,1
Верхне-Марково	11,1
Верхняя Гутара	16,3
Ербогачен	11,4
Ершово	9,1
Жигалово	10,6
Зима	10,8
Ика	13,7
Иркутск	9,4
Киренск	11,6
Мама	7,5
Наканно	10,5
Непа	11,2
Орлинга	10,8
Перевоз	9,8
Преображенка	12,2
Тайшет	10,1
Тулун	10,1
Усть-Ордынский	11,1
Чечуйск	10,1
Кабардино-Балкарская Республика	
Нальчик	7,0
Калининградская область	
Калининград	5,4
Республика Калмыкия	
Элиста	6,1
Калужская область	
Калуга	7,4
Камчатский край	
Апука	6,7
Большерецк	9,4
Ича	7,5
Ключи	10,6
Козыревск	12,5
Корф	6,9
Кроноки	7,2
Лопатка, мыс	3,3
Мильково	13,4
Начики	15,2
о. Беринга	3,9
Оссора	10,1
Петропавловск-Камчатский	5,3
Семлячики	4,9
Соболево	12,8
Усть-Воямполка	9,5
Усть-Камчатск	9,4
Усть-Хайрюзово	9,1
Карачаево-Черкесская Республика	
Черкесск	8,6
Республика Карелия	
Калевала	9,4
Кемь	7,5
Олонец	9,3
Паданы	7,7
Петрозаводск	6,8
Реболы	8,4
Сортавала	7,8
Кемеровская область	
Кемерово	10,2
Киселевск	8,7
Кондома	13,8
Мариинск	9,8
Тайга	9,7
Тисуль	10,6
Топки	8,5
Усть-Кабырза	13,2
Кировская область	
Кильмезь	8,0
Киров	7,0
Нагорское	6,9
Республика Коми	
Вендинга	8,5
Воркута	8,9
Объячево	7,8
Петрунь	9,7
Печора	9,0
Сыктывкар	7,9
Троицко-Печорское	8,7
Усть-Уса	8,3
Усть-Цильма	8,2
Усть-Шугор	9,1
Ухта	6,7
Костромская область	
Кострома	6,9
Чухлома	7,7
Шарья	8,7
Краснодарский край	
Красная Поляна	7,3
Краснодар	7,1
Приморско-Ахтарск	6,0
Сочи	6,2
Тихорецк	6,9
Красноярский край	
Агата	9,6
Ачинск	7,7
Байкит	8,6
Боготол	8,5
Богучаны	9,8
Ванавара	12,4
Вельмо	11,6
Верхнеимбатск	8,2
Волочанка	8,2
Диксон	6,8
Дудинка	8,0
Енисейск	10,2
Игарка	8,4
Канск	10,4
Красноярск	8,4
Минусинск	13,0
Тура	8,3
Туруханск	8,5
Хатанга	7,3
Челюскин, мыс	6,2
Ярцево	9,1
Республика Крым	
Ай-Петри	5,6
Керчь	5,9
Клепинино	6,7
Севастополь	6,1
Симферополь	6,4
Феодосия	5,8
Ялта	5,6
Курганская область	
Курган	8,8
Курская область	
Курск	6,2
Ленинградская область	
Выборг	7,2
Новая Ладога	5,9
Санкт-Петербург	5,8
Тихвин	8,4
Липецкая область	
Липецк	6,9
Магаданская область	
Брохово	7,7
Магадан	7,2
Омсукчан	8,6
Палатка	9,9
Среднекан	6,0
Сусуман	7,8
Республика Марий Эл	
Йошкар-Ола	8,0
Республика Мордовия	
Саранск	7,0
Московская область	
Дмитров	6,4
Кашира	6,3
Можайск	7,0
Москва	6,0
Наро-Фоминск	7,1
Новомосковский АО	6,6
Троицкий АО	6,7
Черусти	7,6
Мурманская область	
Вайда-Губа	5,5
Кандалакша	8,8
Ковдор	8,3
Краснощелье	10,2

Ловозеро	11,0
Мончегорск	9,1
Мурманск	6,5
Ниванкюль	8,6
Пялица	7,3
о. Сосновец	5,7
Териберка	6,0
Умба	7,1
Ненецкий автономный округ	
Варандей	8,6
Индига	8,2
Канин Нос	5,7
Коткино	10,4
Нарьян-Мар	9,3
Ходовариха	8,0
Хоседа-Хард	9,8
Нижегородская область	
Арзамас	7,9
Выкса	7,6
Нижний Новгород	6,2
Новгородская область	
Боровичи	7,3
Великий Новгород	7,0
Новосибирская область	
Барабинск	8,7
Болотное	8,5
Карасук	9,4
Кочки	10,1
Купино	9,1
Кыштовка	10,0
Новосибирск	9,6
Татарск	8,9
Чулым	9,3
Омская область	
Исиль-Куль	9,2
Омск	8,9
Тара	9,9
Черлак	8,5
Оренбургская область	
Кувандык	9,7
Оренбург	8,5
Сорочинск	8,2
Орловская область	
Орел	6,6
Пензенская область	
Земетчино	8,0
Пенза	7,5
Пермский край	
Бисер	7,5
Ножовка	7,9
Пермь	7,8
Чердынь	7,2
Приморский край	
Агзу	15,5
Анучино	16,2
Астраханка	11,2
Богополь	8,9
Владивосток	7,3
Дальнереченск	10,1
Кировский	11,6
Красный Яр	17,6
Маргаритово	14,7
Мельничное	16,1
Партизанск	9,5
Посьет	8,3
Преображение	9,2
Рудная Пристань	9,9
Сосуново	10,0
Чугуевка	16,6
Псковская область	
Великие Луки	7,7
Псков	6,7
Ростовская область	
Гигант	6,4
Миллерово	7,0
Ростов-на-Дону	6,1
Таганрог	5,6
Рязанская область	
Рязань	6,8
Самарская область	
Самара	6,7
Саратовская область	
Александров Гай	8,1
Балашов	7,3
Саратов	6,4

Республика Саха (Якутия)	
Алдан	8,4
Амга	7,4
Батамай	7,7
Бердигестях	9,6
Буяга	11,3
Верхоянск	6,1
Вилюйск	7,1
Витим	10,3
Джалинда	8,3
Джарджан	6,4
Джикимда	10,5
Жиганск	6,0
Зырянка	6,3
Исить	6,6
Иэма	7,9
Крест-Хальджай	6,5
Кюсюр	7,9
Ленск	8,6
Мирный	6,8
Нагорный	9,7
Нера	5,0
Нюрба	8,7
Оймякон	7,1
Олекминск	7,9
Оленек	7,0
Охотский Перевоз	7,2
Сангар	5,4
Саскылах	73
Среднеколымск	6,5
Сунтар	9,6
Сухана	8,4
Токо	13,7
Томмот	10,4
Томпо	6,5
Туой-Хая	10,4
Тяня	11,6
Усть-Мая	6,9
Усть-Миль	9,0
Усть-Мома	7,4
Чульман	7,0
Чурапча	7,3
Шелагонцы	10,3
Эйк	7,5
Якутск	6,1
Сахалинская область	
Александровск-Сахалинский	8,7
Долинск	13,0
Корсаков	8,7
Курильск	6,4
Макаров	9,6
Невельск	4,9
Ноглики	9,3
Оха	8,2
Погиби	8,5
Поронайск	10,6
Холмск	5,9
Южно-Курильск	5,4
Южно-Сахалинск	11,7
Свердловская область	
Верхотурье	10,0
Екатеринбург	7,0
Ивдель	10,6
Каменск-Уральский	8,9
Туринск	8,8
Шамары	9,0
Республика Северная Осетия – Алания	
Владикавказ	9,0
Смоленская область	
Вязьма	7,3
Смоленск	6,4
Ставропольский край	
Арзгир	6,6
Кисловодск	9,9
Минеральные Воды	7,6
Невинномысск	8,0
Ставрополь	6,6
Тамбовская область	
Тамбов	7,2
Республика Татарстан (Татарстан)	
Бугульма	7,1
Елабуга	7,7
Казань	6,8

Тверская область	
Бежецк	7,8
Старица	7,5
Тверь	7,1
Томская область	
Александровское	9,1
Колпашево	8,9
Средний Васюган	8,9
Томск	8,8
Усть-Озерное	9,4
Тульская область	
Тула	7,0
Республика Тыва	
Кызыл	10,9
Тюменская область	
Демьянское	9,1
Тобольск	9,1
Тюмень	9,2
Удмуртская Республика	
Глазов	8,9
Ижевск	7,8
Сарапул	7,8
Ульяновская область	
Сурское	9,3
Ульяновск	7,3
Хабаровский край	
Аян	7,2
Байдуков	7,4
Бикин	12,8
Вяземский	10,1
Гвасюги	16,5
Джаорэ	9,2
Им. Полины Осипенко	13,1
Комсомольск-на-Амуре	10,6
Нижнетамбовское	13,6
Николаевск-на-Амуре	8,3
Охотск	6,0
Советская Гавань	10,4
Софийский Прииск	14,9
Троицкое	8,3
Хабаровск	7,7
Чумикан	5,0
Республика Хакасия	
Абакан	11,6
Шира	10,5
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	
Березово	8,9
Кондинское	9,1
Леуши	8,2
Октябрьское	8,0
Сосьва	10,4
Сургут	8,0
Угут	9,4
Ханты-Мансийск	8,3
Челябинская область	
Верхнеуральск	12,3
Нязепетровск	9,6
Челябинск	10,1
Чеченская Республика	
Грозный	7,3
Чувашская Республика – Чувашия	
Порецкое	7,6
Чебоксары	6,9
Чукотский автономный округ	
Анадырь	7,0
Березово	11,6
Марково	10,4
Омолон	8,4
Островное	7,5
Усть-Олой	7,7
Эньмувеем	10,3
Ямало-Ненецкий автономный округ	
Марресаля	7,9
Надым	9,0
Салехард	9,0
Тарко-Сале	8,8
Уренгой	9,4
Ярославская область	
Ярославль	7,3

Республика, край, область, АО, пункт	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца $A_{уп}$, °С
1	7
Республика Адыгея (Адыгея)	
Майкоп	12,8
Республика Алтай	
Катанда	16,1
Кош-Агач	13,5
Онгудай	15,0
Яйлю	12,8
Алтайский край	
Алейск	13,0
Барнаул	12,6
Бийск	13,5
Змеиногорск	14,0
Родино	13,9
Рубцовск	13,9
Славгород	13,1
Тогул	12,4
Амурская область	
Архара	10,6
Белогорск	10,6
Благовещенск	10,5
Бомнак	12,3
Братолюбовка	11,6
Бысса	13,7
Ерофей Павлович	13,3
Завитинск	10,5
Зея	14,3
Норск	12,3
Поярково	11,1
Свободный	12,0
Сковородино	14,7
Тында	13,9
Усть-Нюкжа	13,8
Черняево	12,3
Шимановск	12,6
Экимчан	13,3
Архангельская область	
Архангельск	10,8
Емецк	9,2
Каргополь	11,0
Койнас	12,3
Котлас	12,0
Мезень	10,6
Онега	9,9
Шенкурск	11,1
Астраханская область	
Астрахань	12,7
Верхний Баскунчак	13,5
Республика Башкортостан	
Белорецк	12,7
Дуван	12,1
Мелеуз	13,7
Уфа	12,8
Янаул	13,3
Белгородская область	
Белгород	11,4
Брянская область	
Брянск	10,1
Республика Бурятия	
Бабушкин	8,4
Багдарин	15,4
Баргузин	13,2
Кяхта	12,4
Монды	14,4
Нижнеангарск	9,6
Сосново-Озерское	12,8
Чакит	13,3
Улан-Удэ	12,9
Хоринск	14,7
Владимирская область	
Владимир	10,7
Муром	12,2
Волгоградская область	
Волгоград	11,2
Камышин	11,5
Котельниково	12,2
Новоаннинский	13,4
Эльтон	13,7
Вологодская область	
Бабаево	11,8
Вологда	11,7
Вытегра	10,9
Никольск	12,0
Тотьма	11,3
Воронежская область	
Воронеж	11,7
Республика Дагестан	
Дербент	7,5
Махачкала	8,0
Терекли-Мектеб	13,8
Еврейская автономная область	
Биробиджан	11,1
Екатерино-Никольское	10,7
Облучье	12,1
Забайкальский край	
Агинское	13,8
Акша	13,9
Александровский Завод	14,5
Борзя	12,9
Дарасун	15,0
Калакан	16,8
Красный Чикой	14,0
Могоча	14,4
Нерчинск	13,8
Нерчинский Завод	12,7
Средний Калар	16,3
Тунгокочен	15,3
Тупик	15,9
Чара	13,9
Чита	14,3
Ивановская область	
Иваново	12,2
Кинешма	11,0
Республика Ингушетия	
Магас <2>	11,0
Иркутская область	
Алыгджер	14,2
Байкальск	8,7
Бодайбо	14,3
Братск	10,6
Верхне-Марково	14,2
Верхняя Гутара	15,0
Ербогачен	14,8
Ершово	11,9
Жигалово	14,7
Зима	13,0
Ика	15,8
Иркутск	12,5
Киренск	13,4
Мама	14,0
Наканно	15,1
Непа	14,4
Орлинга	14,6
Перевоз	15,3
Преображенка	14,5
Тайшет	12,6
Тулун	12,8
Усть-Ордынский	13,9
Чечуйск	13,8
Кабардино-Балкарская Республика	
Нальчик	11,3
Калининградская область	
Калининград	10,0
Республика Калмыкия	
Элиста	13,1
Калужская область	
Калуга	11,5
Камчатский край	
Апука	5,2
Большерецк	6,5
Ича	4,7
Ключи	8,4
Козыревск	12,2
Корф	5,9
Кроноки	7,6
Лопатка, мыс	3,1
Мильково	10,9
Начики	11,2
о. Беринга	3,1
Оссора	7,2
Петропавловск-Камчатский	6,6
Семлячики	5,8
Соболево	7,5
Усть-Воямполка	6,8
Усть-Камчатск	7,1
Усть-Хайрюзово	6,8
Карачаево-Черкесская Республика	
Черкесск	12,4
Республика Карелия	
Калевала	10,7
Кемь	7,3
Олонец	11,8
Паданы	7,9
Петрозаводск	9,1
Реболы	8,4
Сортавала	9,7
Кемеровская область	
Кемерово	13,1
Киселевск	12,2
Кондома	14,3
Мариинск	13,0
Тайга	12,7
Тисуль	13,2
Топки	11,8
Усть-Кабырза	14,3
Кировская область	
Кильмезь	11,5
Киров	10,3
Нагорское	10,5
Республика Коми	
Вендинга	11,3
Воркута	10,8
Объячево	11,6
Петрунь	11,6
Печора	10,9
Сыктывкар	11,3
Троицко-Печорское	12,2
Усть-Уса	10,0
Усть-Цильма	10,0
Усть-Шугор	10,0
Ухта	9,6
Костромская область	
Кострома	10,5
Чухлома	11,1
Шарья	12,6
Краснодарский край	
Красная Поляна	11,8
Краснодар	12,0
Приморско-Ахтарск	9,2
Сочи	7,8
Тихорецк	12,7
Красноярский край	
Агата	13,6
Ачинск	11,0
Байкит	13,9
Боготол	12,2
Богучаны	13,3
Ванавара	15,5
Вельмо	15,0
Верхнеимбатск	11,0
Волочанка	9,3
Диксон	5,0
Дудинка	9,3
Енисейск	12,9
Игарка	10,4
Канск	12,9
Красноярск	11,8
Минусинск	14,2
Тура	14,0
Туруханск	10,8
Хатанга	8,8
Челюскин, мыс	4,3
Ярцево	12,0
Республика Крым	
Ай-Петри	7,2
Керчь	9,7
Клепинино	13,3
Севастополь	8,1
Симферополь	12,7
Феодосия	9,1
Ялта	8,3
Курганская область	
Курган	12,4
Курская область	
Курск	10,4
Ленинградская область	
Выборг	8,2
Новая Ладога	7,5
Санкт-Петербург	8,2
Тихвин	11,8
Липецкая область	
Липецк	12,1
Магаданская область	
Брохово	6,4
Магадан	5,6
Омсукчан	13,1
Палатка	13,8
Среднекан	14,2
Сусуман	15,1
Республика Марий Эл	
Йошкар-Ола	12,2
Республика Мордовия	
Саранск	11,8
Московская область	
Дмитров	10,3
Кашира	10,0
Можайск	11,1
Москва	10,1
Наро-Фоминск	11,4
Новомосковский АО	11,8
Троицкий АО	11,3
Черусти	12,3
Мурманская область	
Вайда-Губа	6,2
Кандалакша	8,3
Ковдор	10,0
Краснощелье	10,4

Ловозеро	9,9
Мончегорск	8,1
Мурманск	8,3
Ниванкюль	9,3
Пялица	7,4
о. Сосновец	4,9
Териберка	7,0
Умба	7,6
Ненецкий автономный округ	
Варандей	6,6
Индига	7,7
Канин Нос	5,4
Коткино	11,4
Нарьян-Мар	9,7
Ходовариха	5,5
Хоседа-Хард	11,4
Нижегородская область	
Арзамас	12,0
Выкса	11,3
Нижний Новгород	9,9
Новгородская область	
Боровичи	10,9
Великий Новгород	10,1
Новосибирская область	
Барабинск	12,4
Болотное	12,1
Карасук	12,5
Кочки	13,4
Купино	13,2
Кыштовка	13,1
Новосибирск	12,1
Татарск	12,9
Чулым	12,5
Омская область	
Исиль-Куль	12,3
Омск	11,8
Тара	11,8
Черлак	11,7
Оренбургская область	
Кувандык	16,5
Оренбург	14,0
Сорочинск	13,3
Орловская область	
Орел	11,1
Пензенская область	
Земетчино	12,8
Пенза	12,1
Пермский край	
Бисер	10,9
Ножовка	10,8
Пермь	11,3
Чердынь	10,0
Приморский край	
Агзу	13,0
Анучино	11,7
Астраханка	9,3
Богополь	10,1
Владивосток	5,8
Дальнереченск	10,0
Кировский	10,7
Красный Яр	12,8
Маргаритово	10,1
Мельничное	12,6
Партизанск	9,6
Посьет	6,6
Преображение	6,7
Рудная Пристань	7,4
Сосуново	7,0
Чугуевка	12,7
Псковская область	
Великие Луки	11,5
Псков	10,9
Ростовская область	
Гигант	13,0
Миллерово	13,6
Ростов-на-Дону	11,9
Таганрог	9,6
Рязанская область	
Рязань	11,2
Самарская область	
Самара	10,7
Саратовская область	
Александров Гай	14,2
Балашов	12,3
Саратов	11,3
Республика Саха (Якутия)	
Алдан	11,9
Амга	14,8
Батамай	12,9
Бердигестях	15,5
Буяга	15,9
Верхоянск	14,1
Вилюйск	12,5
Витим	13,7
Джалинда	10,9
Джарджан	10,4
Джикимда	16,7
Жиганск	10,5
Зырянка	11,0
Исить	12,8
Изма	13,6
Крест-Хальджай	13,2
Кюсюр	9,6
Ленск	13,7
Мирный	11,9
Нагорный	14,0
Нера	14,6
Нюрба	14,1
Оймякон	16,6
Олекминск	13,1
Оленек	10,3
Охотский Перевоз	14,4
Сангар	10,3
Саскылах	10,0
Среднеколымск	10,8
Сунтар	13,9
Сухана	12,7
Токо	17,0
Томмот	15,9
Томпо	15,7
Туой-Хая	14,6
Тяня	17,2
Усть-Мая	13,3
Усть-Миль	16,0
Усть-Мома	14,3
Чульман	11,3
Чурапча	13,9
Шелагонцы	16,4
Эйк	11,2
Якутск	13,2
Сахалинская область	
Александровск-Сахалинский	7,5
Долинск	9,4
Корсаков	6,6
Курильск	7,3
Макаров	7,1
Невельск	5,3
Ноглики	9,4
Оха	9,9
Погиби	5,6
Поронайск	6,8
Холмск	6,6
Южно-Курильск	4,5
Южно-Сахалинск	9,3
Свердловская область	
Верхотурье	12,3
Екатеринбург	10,5
Ивдель	12,4
Каменск-Уральский	11,8
Туринск	11,8
Шамары	12,4
Республика Северная Осетия – Алания	
Владикавказ	10,7
Смоленская область	
Вязьма	10,9
Смоленск	10,4
Ставропольский край	
Арзгир	14,2
Кисловодск	11,3
Минеральные Воды	14,1
Невинномысск	13,8
Ставрополь	11,7
Тамбовская область	
Тамбов	11,9
Республика Татарстан (Татарстан)	
Бугульма	11,5
Елабуга	11,5
Казань	10,3
Тверская область	
Бежецк	10,9
Старица	11,0
Тверь	11,1
Томская область	
Александровское	11,1
Колпашево	12,1
Средний Васюган	12,1
Томск	11,7
Усть-Озерное	12,4
Тульская область	
Тула	11,3
Республика Тыва	
Кызыл	14,0
Тюменская область	
Демьянское	10,8
Тобольск	10,6
Тюмень	11,4
Удмуртская Республика	
Глазов	12,3
Ижевск	11,9
Сарапул	11,4
Ульяновская область	
Сурское	13,2
Ульяновск	12,2
Хабаровский край	
Аян	6,4
Байдуков	6,2
Бикин	10,6
Вяземский	11,0
Гвасюги	12,6
Джаорэ	7,6
Им. Полины Осипенко	13,3
Комсомольск-на-Амуре	10,4
Нижнетамбовское	11,5
Николаевск-на-Амуре	10,3
Охотск	6,5
Советская Гавань	9,0
Софийский Прииск	13,8
Троицкое	9,5
Хабаровск	9,8
Чумикан	8,9
Республика Хакасия	
Абакан	13,4
Шира	13,0
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	
Березово	9,8
Кондинское	10,1
Леуши	10,1
Октябрьское	10,1
Сосьва	12,0
Сургут	9,1
Угут	11,2
Ханты-Мансийск	9,2
Челябинская область	
Верхнеуральск	14,6
Нязепетровск	12,9
Челябинск	10,8
Чеченская Республика	
Грозный	12,9
Республика Чувашия – Чувашия	
Порецкое	11,9
Чебоксары	10,4
Чукотский автономный округ	
Анадырь	6,8
Березово	12,9
Марково	12,3
Омолон	13,0
Островное	12,7
Усть-Олой	14,1
Эньмувеем	12,8
Ямало-Ненецкий автономный округ	
Марресаля	7,3
Надым	10,2
Салехард	9,8
Тарко-Сале	10,0
Уренгой	10,4
Ярославская область	
Ярославль	11,3

Республика, край, автономный округ, область, пункт	t_I	t_{VII}
Республика Адыгея (Адыгея)		
Майкоп	-0,2	23,0
Республика Алтай		
Катанда	-21,2	16,0
Кош-Агач	-27,6	14,7
Онгудай	-19,3	17,0
Яйлю	-8,3	17,1
Алтайский край		
Алейск	-16,1	20,5
Барнаул	-16,4	19,8
Бийск	-16,6	19,8
Змеиногорск	-14,5	19,3
Родино	-16,3	20,7
Рубцовск	-16,4	20,6
Славгород	-17,8	21,1
Тогул	-15,2	19,3
Амурская область		
Архара	-26,0	21,2
Белогорск	-24,6	21,3
Благовещенск	-22,1	21,8
Бомнак	-30,0	18,2
Братолюбовка	-26,2	20,3
Бысса	-29,3	19,1
Ерофей Павлович	-27,6	18,3
Завитинск	-26,9	20,3
Зея	-25,1	20,3
Норск	-29,7	19,8
Поярково	-25,1	21,3
Свободный	-25,7	20,4
Сковородино	-27,5	18,0
Тында	-28,9	17,6
Усть-Нюкжа	-31,0	17,7
Черняево	-26,4	19,9
Шимановск	-25,4	19,9
Экимчан	-30,6	17,3
Архангельская область		
Архангельск	-13,3	16,2
Емецк	-13,9	16,9
Каргополь	-12,4	17,1
Койнас	-16,9	16,2
Котлас	-13,9	17,4
Мезень	-14,6	14,7
Онега	-12,0	16,8
Шенкурск	-13,3	17,7
Астраханская область		
Астрахань	-4,7	25,6
Верхний Баскунчак	-7,4	25,4
Республика Башкортостан		
Белорецк	-14,9	16,8
Дуван	-14,3	17,7
Мелеуз	-14,0	20,3
Уфа	-13,7	19,5
Янаул	-14,2	18,8
Белгородская область		
Белгород	-6,5	20,3
Брянская область		
Брянск	-7,3	18,6
Республика Бурятия		
Бабушкин	-15,3	15,1
Багдарин	-28,6	15,8
Баргузин	-27,4	18,7
Кяхта	-20,5	19,0
Монды	-19,6	14,5
Нижнеангарск	-21,8	16,5
Сосново-Озерское	-24,0	16,8
Чакит	-28,2	14,9
Улан-Удэ	-23,6	19,8
Хоринск	-25,9	18,8
Владимирская область		
Владимир	-9,6	18,7
Муром	-9,8	19,1
Волгоградская область		
Волгоград	-6,9	24,2
Камышин	-8,7	23,2
Котельниково	-6,2	24,2
Новоаннинский	-7,9	21,9
Эльтон	-8,2	25,2
Вологодская область		
Бабаево	-10,4	17,3
Вологда	-11,6	17,4
Вытегра	-10,7	17,3
Никольск	-13,1	17,5
Тотьма	-12,6	17,4
Воронежская область		
Воронеж	-7,4	20,4
Республика Дагестан		
Дербент	2,6	25,2
Махачкала	0,6	24,7
Терекли-Мектеб	-1,8	25,3
Еврейская автономная область		
Биробиджан	-22,3	21,0
Екатерино-Никольское	-19,7	21,5
Облучье	-25,6	20,0
Забайкальский край		
Агинское	-22,8	18,6
Акша	-22,6	18,3
Александровский Завод	-26,1	16,8
Борзя	-26,5	19,3
Дарасун	-21,9	17,3
Калакан	-34,2	16,6
Красный Чикой	-25,7	17,6
Могоча	-28,3	17,1
Нерчинск	-29,8	19,9
Нерчинский Завод	-26,9	18,6
Средний Калар	-35,3	15,5
Тунгокочен	-30,2	15,9
Тупик	-31,4	16,5
Чара	-32,7	16,4
Чита	-25,5	18,7
Ивановская область		
Иваново	-10,3	18,6
Кинешма	-10,5	18,7
Республика Ингушетия		
Магас <3>	-2,1	21,5
Иркутская область		
Алыгджер	-16,2	14,9
Байкальск	-15,2	16,0
Бодайбо	-30,1	18,2
Братск	-20,3	18,1
Верхне-Марково	-27,3	18,0
Верхняя Гутара	-19,1	14,2
Ербогачен	-30,7	17,5
Ершово	-22,0	18,3
Жигалово	-30,7	17,5
Зима	-21,6	18,4
Ика	-29,1	16,5
Иркутск	-18,4	18,2
Киренск	-27,1	18,1
Мама	-27,9	18,2
Наканно	-34,4	17,0
Непа	-27,9	17,4
Орлинга	-26,7	17,3
Перевоз	-26,3	17,1
Преображенка	-28,7	17,3
Тайшет	-18,9	18,4
Тулун	-20,1	17,5
Усть-Ордынский	-23,2	18,1
Чечуйск	-26,3	17,6
Кабардино-Балкарская Республика		
Нальчик	-2,8	22,3
Калининградская область		
Калининград	-2,3	17,9
Республика Калмыкия		
Элиста	-5,0	24,9
Калужская область		
Калуга	-8,3	18,1
Камчатский край		
Апука	-12,7	10,4
Большерецк	-11,4	11,3
Ича	-12,1	10,7
Ключи	-16,2	15,4
Козыревск	-18,2	16,3
Корф	-14,3	12,2
Кроноки	-7,9	10,8
Лопатка, мыс	-4,6	7,9
Мильково	-19,0	15,9
Начики	-18,4	12,7
о. Беринга	-3,2	9,1
Оссора	-14,4	12,4
Петропавловск-Камчатский	-6,9	12,7
Семячик	-6,2	11,6
Соболево	-13,6	12,0
Усть-Воямполка	-17,3	10,3
Усть-Камчатск	-11,8	11,4
Усть-Хайрюзово	-13,8	11,8
Карачаево-Черкесская Республика		
Черкесск	-3,0	21,2
Республика Карелия		
Калевала	-12,6	15,7
Кемь	-10,7	14,5
Олонец	-9,8	17,1
Паданы	-11,1	16,2
Петрозаводск	-10,2	16,7
Реболы	-11,8	16,3
Сортавала	-9,0	17,2
Кемеровская область		
Кемерово	-18,1	19,0
Киселевск	-15,7	19,4
Кондома	-17,6	17,8
Мариинск	-17,1	18,7
Тайга	-18,2	17,6
Тисуль	-16,7	18,2
Топки	-17,1	18,5
Усть-Кабырза	-19,7	17,8
Кировская область		
Кильмезь	-12,8	18,9
Киров	-13,0	18,6
Нагорское	-14,1	17,7
Республика Коми		
Вендинга	-16,3	16,5
Воркута	-20,4	13,0
Объячево	-14,1	17,3
Петрунь	-20,0	14,6
Печора	-19,3	16,0
Сыктывкар	-15,1	17,3
Троицко-Печорское	-17,9	16,4
Усть-Уса	-18,8	14,9
Усть-Цильма	-17,5	15,4
Усть-Щугор	-19,9	16,1
Ухта	-17,2	16,3
Костромская область		
Кострома	-10,5	18,4
Чухлома	-12,0	17,7
Шарья	-12,1	17,8
Краснодарский край		
Красная Поляна	0,8	20,3
Краснодар	0,0	24,1
Приморско-Ахтарск	-1,4	24,6
Сочи	6,1	23,2
Тихорецк	-2,1	23,7
Красноярский край		
Агата	-34,7	14,1
Ачинск	-16,1	18,7
Байкит	-30,5	17,1
Боготол	-16,9	17,8
Богучаны	-23,8	19,0
Ванавара	-29,3	17,7
Вельмо	-27,6	17,3
Верхнеимбатск	-24,9	17,6
Волочанка	-31,1	12,9
Диксон	-25,3	4,8
Дудинка	-28,1	13,7
Енисейск	-21,4	18,7
Игарка	-28,3	15,5
Канск	-20,3	18,9
Красноярск	-16,3	18,7
Минусинск	-18,5	19,9
Тура	-35,6	16,9
Туруханск	-26,6	16,5
Хатанга	-32,3	12,6
Челюскин, мыс	-28,3	1,3
Ярцево	-23,2	18,5
Республика Крым		
Ай-Петри	-3,2	15,8
Керчь	0,1	23,5
Клепинино	-0,7	24,4
Севастополь	3,5	22,4
Симферополь	0,0	22,3
Феодосия	1,4	24,2
Ялта	4,2	24,0
Курганская область		
Курган	-16,6	19,6
Курская область		
Курск	-7,3	19,4
Ленинградская область		
Выборг	-7,7	18,1
Новая Ладога	-8,2	17,8
Санкт-Петербург	-6,5	18,6
Тихвин	-9,2	17,4
Липецкая область		
Липецк	-8,6	19,7
Магаданская область		
Брохово	-19,5	12,4
Магадан	-16,4	11,6
Омсукчан	-33,5	13,9
Палатка	-21,4	13,5
Среднекан	-35,9	16,3
Сусуман	-37,3	14,4
Республика Марий Эл		
Йошкар-Ола	-12,1	18,9
Республика Мордовия		
Саранск	-10,4	19,4
Московская область		
Дмитров	-8,9	18,3
Кашира	-9,1	18,5
Можайск	-8,5	18,0
Москва	-7,8	19,1
Наро-Фоминск	-8,6	18,0
Новомосковский АО	-9,1	18,5
Троицкий АО	-8,8	18,0
Черусти	-9,4	18,4
Мурманская область		
Вайда-Губа	-5,2	10,9
Кандалакша	-12,7	14,7
Ковдор	-12,7	14,0

Краснощелье	-13,8	13,6
Ловозеро	-13,8	13,3
Мончегорск	-12,4	14,2
Мурманск	-10,6	13,0
Нивanкюль	-12,7	13,7
Пялица	-11,1	10,8
о. Сосновец	-9,7	8,7
Териберка	-7,7	11,6
Умба	-11,3	14,6
Ненецкий автономный округ		
Варандей	-18,1	9,7
Индига	-15,3	10,7
Канин Нос	-8,6	9,0
Коткино	-18,0	13,7
Нарьян-Мар	-17,9	13,4
Ходовариха	-16,3	9,0
Хоседа-Хард	-20,8	13,2
Нижегородская область		
Арзамас	-10,4	19,1
Выкса	-9,5	19,3
Нижний Новгород	-10,1	19,2
Новгородская область		
Боровичи	-8,8	18,0
Великий Новгород	-7,4	18,2
Новосибирская область		
Барабинск	-18,5	19,1
Болотное	-17,6	18,9
Карасук	-18,0	20,5
Кочки	-18,2	19,2
Купино	-18,0	19,9
Кыштовка	-19,2	18,4
Новосибирск	-17,6	19,4
Татарск	-18,2	19,4
Чулым	-18,2	18,9
Омская область		
Исиль-Куль	-17,4	19,3
Омск	-17,6	19,4
Тара	-18,7	18,6
Черлак	-17,7	20,1
Оренбургская область		
Кувандык	-14,3	20,5
Оренбург	-13,0	22,3
Сорочинск	-12,7	21,5
Орловская область		
Орел	-7,9	19,1
Пензенская область		
Земетчино	-9,5	19,8
Пенза	-9,9	20,1
Пермский край		
Бисер	-16,7	15,9
Ножовка	-13,7	18,9
Пермь	-13,9	18,2
Чердынь	-16,1	17,5
Приморский край		
Агзу	-19,4	17,8
Анучино	-19,3	21,1
Астраханка	-16,5	20,8
Богополь	-12,5	17,7
Владивосток	-12,6	17,8
Дальнереченск	-19,2	21,3
Кировский	-19,5	21,6
Красный Яр	-22,6	20,6
Маргаритово	-12,7	17,6
Мельничное	-21,9	19,4
Партизанск	-12,4	19,5
Посьет	-9,6	19,2
Преображение	-7,9	17,1
Рудная Пристань	-10,9	16,3
Сосуново	-12,4	14,4
Чугуевка	-20,5	20,5
Псковская область		
Великие Луки	-6,9	17,8
Псков	-6,3	18,1
Ростовская область		
Гигант	-3,6	24,1
Миллерово	-6,3	21,9
Ростов-на-Дону	-3,8	23,5
Таганрог	-3,4	24,0
Рязанская область		
Рязань	-8,8	19,1
Самарская область		
Самара	-11,1	21,3
Саратовская область		
Александров Гай	-10,0	24,1
Балашов	-8,9	20,9
Саратов	-8,5	22,1

Республика Саха (Якутия)		
Алдан	-26,8	16,5
Амга	-41,1	18,3
Батамай	-41,1	17,5
Бердигестях	-38,5	17,1
Буяга	-36,6	17,2
Верхоянск	-45,7	16,1
Вилюйск	-36,3	18,6
Витим	-28,9	18,1
Джалинда	-38,0	14,0
Джарджан	-37,8	15,1
Джикимда	-33,8	17,6
Жиганск	-38,0	16,2
Зырянка	-36,0	16,0
Исить	-34,6	17,9
Изма	-44,3	13,7
Крест-Хальджай	-43,4	18,8
Кюсюр	-37,4	12,6
Ленск	-29,1	17,7
Мирный	-31,0	17,3
Нагорный	-28,8	15,0
Нера	-45,7	16,4
Нюрба	-35,2	17,5
Оймякон	-46,2	14,7
Олекминск	-31,3	18,1
Оленек	-36,7	15,0
Охотский Перевоз	-42,5	17,9
Сангар	-38,1	18,4
Саскылах	-34,9	11,6
Среднеколымск	-35,7	14,5
Сунтар	-32,6	18,1
Сухана	-41,4	15,2
Токо	-37,8	14,8
Томмот	-34,8	17,2
Томпо	-43,1	16,1
Туой-Хая	-33,2	16,5
Тяня	-32,8	17,1
Усть-Мая	-40,0	18,4
Усть-Миль	-38,0	17,8
Усть-Мома	-42,8	15,8
Чульман	-30,9	16,1
Чурапча	-41,9	18,7
Шелагонцы	-40,4	15,1
Эйк	-36,7	15,7
Якутск	-39,1	19,3
Сахалинская область		
Александровск-Сахалинский	-16,7	15,3
Долинск	-13,2	15,6
Корсаков	-10,1	15,0
Курильск	-4,5	13,5
Макаров	-13,3	14,1
Невельск	-7,9	15,8
Ноглики	-17,7	13,3
Оха	-18,3	13,8
Погиби	-19,4	14,3
Поронайск	-15,9	13,8
Холмск	-8,5	16,1
Южно-Курильск	-4,4	12,5
Южно-Сахалинск	-12,6	15,7
Свердловская область		
Верхотурье	-16,4	17,7
Екатеринбург	-13,8	18,6
Ивдель	-19,2	17,3
Каменск-Уральский	-15,1	18,6
Туринск	-16,6	18,3
Шамары	-15,4	17,7
Республика Северная Осетия – Алания		
Владикавказ	-2,0	20,8
Смоленская область		
Вязьма	-8,3	17,5
Смоленск	-7,5	17,6
Ставропольский край		
Арзгир	-3,3	25,2
Кисловодск	-2,5	18,6
Минеральные Воды	-3,3	22,7
Невинномысск	-3,1	22,5
Ставрополь	-2,9	22,3
Тамбовская область		
Тамбов	-8,8	20,2
Республика Татарстан (Татарстан)		
Бугульма	-12,8	18,8
Елабуга	-12,5	20,0
Казань	-11,6	20,0

Тверская область		
Бежецк	-10,7	17,6
Старица	-8,7	17,6
Тверь	-8,8	18,4
Томская область		
Александровское	-21,4	18,0
Колпашево	-20,2	18,4
Средний Васюган	-20,1	18,4
Томск	-18,1	18,7
Усть-Озерное	-21,1	18,5
Тульская область		
Тула	-8,0	19,0
Республика Тыва		
Кызыл	-29,4	20,3
Тюменская область		
Демьянское	-18,9	18,0
Тобольск	-18,4	18,5
Тюмень	-16,3	18,5
Удмуртская Республика		
Глазов	-14,3	17,9
Ижевск	-13,5	18,7
Сарапул	-13,2	19,3
Ульяновская область		
Сурское	-10,9	19,5
Ульяновск	-10,6	20,0
Хабаровский край		
Аян	-18,0	12,2
Байдуков	-20,0	15,0
Бикин	-20,6	21,6
Вяземский	-19,8	21,5
Гвасюги	-23,8	20,0
Джаорэ	-19,4	15,6
Им. Полины Осипенко	-26,7	18,2
Комсомольск-на-Амуре	-24,9	20,8
Нижнетамбовское	-25,1	19,5
Николаевск-на-Амуре	-22,2	16,7
Охотск	-20,8	12,5
Советская Гавань	-15,8	14,8
Софийский Прииск	-31,0	15,6
Троицкое	-21,8	21,0
Хабаровск	-20,2	21,4
Чумикан	-21,7	12,6
Республика Хакасия		
Абакан	-18,7	19,9
Шира	-17,0	18,1
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра		
Березово	-22,1	16,5
Кондинское	-18,9	18,8
Леуши	-17,8	18,3
Октябрьское	-20,9	17,2
Сосьва	-22,4	17,0
Сургут	-21,1	18,1
Угут	-20,6	17,9
Ханты-Мансийск	-20,1	18,0
Челябинская область		
Верхнеуральск	-16,7	17,8
Нязепетровск	-15,1	17,4
Челябинск	-15,0	19,2
Чеченская Республика		
Грозный	-2,7	24,0
Чувашская Республика – Чувашия		
Порецкое	-10,9	19,2
Чебоксары	-11,4	19,4
Чукотский АО		
Анадырь	-20,9	11,4
Березово	-24,2	12,2
Марково	-25,6	14,6
Омолон	-36,8	14,4
Островное	-34,0	14,0
Усть-Олой	-36,1	13,9
Эньмувеем	-25,7	13,4
Ямало-Ненецкий автономный округ		
Марресаля	-21,6	7,3
Надым	-23,7	15,7
Салехард	-24,1	14,6
Тарко-Сале	-25,2	16,4
Уренгой	-26,5	15,5
Ярославская область		
Ярославль	-10,2	18,4

СП 22.13330.2016

Давление на стены подвала

В соответствии с п. 9.22 СП22 величина расчетного эффективного горизонтального давления определяется по формуле:

$$\sigma'_{h,a}(z) = K_a\left(\gamma_{f1}\gamma_{\text{расч}} z + \gamma_{f2}\, q\right) - \gamma_{f1} 2c\sqrt{K_a} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$$

Если $\sigma'_{h,a}(z)$ получилось отрицательным, то принимаем равным 0.

Слагаемое $\gamma_{f3}\gamma_w z_w$ добавляется в случае наличия грунтовых вод.

$$K_a = tg^2(45^0 - \frac{\varphi}{2})$$

Для грунтов выше уровня грунтовых вод и для водоупоров:

$$\gamma_{\text{расч}} = \gamma$$

Для обводненных грунтов:

$$\gamma_{\text{расч}} = \gamma_{sb}$$

φ – угол внутреннего трения грунта, град

c – расчетное удельное сцепление грунта, кПа

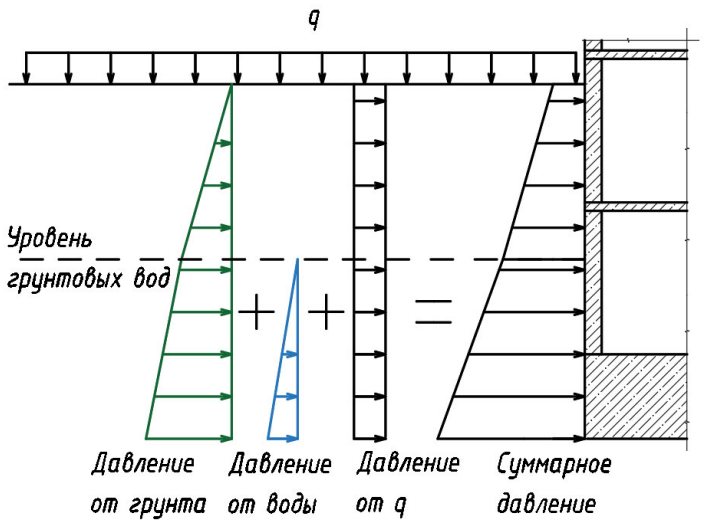
z – глубина от предыдущего слоя грунта(для первого слоя от поверхности земли), на котором определяется давление.

$\gamma_w = 9{,}8$ кН/м^3 - удельный вес воды:

z_w- уровень, отсчитываемый от верхнего уровня грунтовых вод

$\gamma_{f3} = 1{,}1$ (таблица 6.2. СП 381)

Пояснение: если в одном слое грунта имеется грунтовая вода, то этот слой разбивается в расчете на 2 слоя: один с водой (ниже уровня грунтовых вод и у него $\gamma_{\text{расч}} = \gamma_{sb}$), другой без (выше уровня грунтовых вод и у него $\gamma_{\text{расч}} = \gamma$).



Справочная таблица №19. Вычисление грунтового давления для нескольких слоев

	Высотная отметка	Формула
Формула для первого слоя мощностью h_1	$z \le h_1$	$\sigma'_{h,a}(z) = K_{a_{1слоя}}\left(\gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя} z + \gamma_{f2}\, q\right) - \gamma_{f1} 2 c_{1слоя}\sqrt{K_{a_{1слоя}}} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$ Слагаемое $\gamma_w z_w$ добавляется в случае наличия грунтовых вод
Формула для второго слоя мощностью h_2	$h_1 < z \le h_2$	$\sigma'_{h,a}(z) = K_{a\_2слоя}\left(\gamma_{f1}\gamma_{расч2слоя} z + \gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя} h_1 + \gamma_w h_1 + \gamma_{f2}\, q\right) - \gamma_{f1} 2 c_{2слоя}\sqrt{K_{a\_2слоя}} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$ **Слагаемое $\gamma_w h_1$ добавляется в случае, если первый слой мощностью h_1 находится во взвешенном состоянии плюс 2й слой является водоупором. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то слагаемое не вносится в формулу.**
Формула для второго слоя мощностью h_3	$h_2 < z \le h_3$	$\sigma'_{h,a}(z) = K_{a\_3слоя}\left(\gamma_{f1}\gamma_{расч3слоя} z + \gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя} h_1 + \gamma_w h_1 + \gamma_{f1}\gamma_{расч2слоя} h_2 + \gamma_w h_2 + \gamma_{f2}\, q\right) - \gamma_{f1} 2 c_{3слоя}\sqrt{K_{a\_3слоя}} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$ **Слагаемое $\gamma_w h_2$ добавляется в случае, если первый слой мощностью h_2 находится во взвешенном состоянии плюс 3й слой является водоупором. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то слагаемое не вносится в формулу.**
Формула для второго слоя мощностью h_4	$h_3 < z \le h_4$	$\sigma'_{h,a}(z) = K_{a\_4слоя}\left(\gamma_{f1}\gamma_{расч4слоя} z + \gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя} h_1 + \gamma_w h_1 + \gamma_{f1}\gamma_{расч2слоя} h_2 + \gamma_w h_2 + \gamma_{f1}\gamma_{расч3слоя} h_3 + \gamma_w h_3 + \gamma_{f2}\, q\right) - \gamma_{f1} 2 c_{4слоя}\sqrt{K_{a\_4слоя}} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$ **Слагаемое $\gamma_w h_3$ добавляется в случае, если первый слой мощностью h_3 находится во взвешенном состоянии плюс 4й слой является водоупором. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то слагаемое не вносится в формулу.**

Справочная таблица №20. Вычисление φ – угол внутреннего трения грунта, град c – расчетное удельное сцепление грунта, кПа

	Песчаные грунты естественного сложения	Глинистые грунты естественного сложения	Насыпи/засыпки из песчаного или гравелистого грунта с коэффициентом уплотнения $k = 0{,}95$	Насыпи/засыпки из любого грунта с коэффициентом уплотнения $k = 0{,}95$
c	$c = \frac{c_n}{\gamma_{g(c)}} = \frac{c_n}{1{,}5}$ (п. 5.3.20 СП 22)	$c = \frac{c_n}{\gamma_{g(c)}} = \frac{c_n}{1{,}5}$ (п. 5.3.20 СП 22)	$c = 0$ кПа (п. 6.2.10 СП 381).	$C = 0{,}5\,\frac{c_n}{1{,}5}$, и не более 7кПа (п. 6.2.10 СП 381).
φ	$\varphi = \frac{\varphi_n}{\gamma_{g(\varphi)}} = \frac{\varphi_n}{1{,}1}$ (п. 5.3.20 СП 22)	$\varphi = \frac{\varphi_n}{\gamma_{g(\varphi)}} = \frac{\varphi_n}{1{,}15}$ (п. 5.3.20 СП 22)	$\varphi = 30$ град (р.з.а)	$\varphi = 0{,}9\frac{\varphi_n}{\gamma_{g(\varphi)}}$, но не более 30 град. (п. 6.2.10 СП 381). $\gamma_{g(\varphi)} = 1{,}1$ для песков $\gamma_{g(\varphi)} = 1{,}15$ для глин

Справочная таблица №21. Коэффициенты надежности по нагрузке от грунта γ_{f1} (таблица 7.1 СП 20).

Грунты	γ_{f1} при расчете на основное сочетание нагрузок	γ_{f1} при расчете на особое сочетание нагрузок
В природном залегании	**1,1** (по табл. 7.1. СП 20) **1** (по п.9.19 СП22)	1
На строительной площадке	**1,15** (по табл. 7.1. СП 20) **1** (по п.9.19 СП22)	1
		Примечание: допускается принять повышенные как для основного сочетания в запас

Справочная таблица №22. Нагрузки q, коэффициенты надежности по грунту γ_{f2} и доли длительности.

Наименование нагрузки	q, кПа	γ_{f2}	Доля длительности
Временная дорога, складирование материалов (как правило рассматривается основное сочетание, т.е. распространяется и на период эксплуатации)	**20** (п. 6.2.21 СП 381)	**1** (п. 6.2.21 СП 381)	**0** (п. 6.2.21 СП 381)
Дорога	**20** (п. 6.2.21 СП 381)	**1,2**	**0,35** (р.з.а)
Пожарная машина (особое сочетание)	**36** (п. 9.2. СП 296)	**1,2** (по СП 20 как для трансорта)	**0** (особое воздействие по СП 296)

Справочная таблица №23. Удельный вес грунта. Справочные данные без привязки к нормативам.

№ п/п	Наименование грунта	Удельный вес частиц грунта γ_s, кН/м³	Коэффициент пористости, $e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d}$	Природная влажность W	Удельный вес в естественном залегании, $\gamma = \gamma_d(1 + w)$, кН/м³	Удельный вес сухого грунта γ_d, кН/м³	Удельный вес грунта во взвешенном состоянии $\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e}$
1	Песок гравилистый и крупный	26	0,5	0,08	18,68	17,30	10,8
2	Песок средней крупности	26	0,55	0,09	18,31	16,80	10,5
3	Песок мелкий	26	0,6	0,12	18,26	16,30	10,2
4	Песок пылеватый	26	0,65	0,14	18,01	15,80	9,8
5	Супесь $I_L < 0$	26,5	0,75	0,16	17,52	15,10	9,5
6	Супесь $0 < I_L \leq 0{,}75$	26,5	0,7	0,19	18,56	15,60	9,8
7	Суглинок $0 < I_L \leq 0{,}25$	26,6	0,85	0,19	17,14	14,40	9,1
8	Суглинок $0{,}25 < I_L \leq 0{,}5$	26,6	0,9	0,14	15,96	14,00	8,8
9	Суглинок $0{,}5 < I_L \leq 0{,}75$	26,6	0,95	0,14	15,56	13,65	8,6
10	Глина $0 < I_L \leq 0{,}25$	26,8	0,85	0,25	18,06	14,45	9,2
11	Глина $0{,}25 < I_L \leq 0{,}5$	26,8	0,8	0,3	19,31	14,85	9,4

Справочная таблица №24. Нормативные значения удельного сцепления c_n, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации E, МПа, четвертичных отложений. (Таблица А.1 СП 22.)

Пески	Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	c_n	2	1	–	–
	φ_n	43	40	38	–
	E	50	40	30	–
Средней крупности	c_n	3	2	1	–
	φ_n	40	38	35	–
	E	50	40	30	–
Мелкие	c_n	6	4	2	–
	φ_n	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пылеватые	c_n	8	6	4	2
	φ_n	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

Справочная таблица №25. Нормативные значения удельного сцепления c_n, кПа, угла внутреннего трения φ_n, град., и модуля деформации E, МПа, элювиальных глинистых грунтов магматических и метаморфических пород. (Таблица А.6 СП 22)

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести I_L		Обозначение характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости e, равном						
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2
Супеси	$I_L < 0$	c_n	47	44	42	41	40	39	–
		φ_n	34	31	28	26	25	24	–
		E	37	30	25	20	15	10	–
	$0 < I_L \leq 0{,}75$	c_n	42	41	40	39	38	–	–
		φ_n	31	28	26	25	24	–	–
		E	25	18	14	12	11	–	–
Суглинки	$0 < I_L \leq 0{,}25$	c_n	57	55	54	53	52	51	50
		φ_n	24	23	22	21	20	19	18
		E	27	25	23	21	19	17	14
	$0{,}25 < I_L \leq 0{,}5$	c_n	–	48	46	44	42	40	37
		φ_n	–	22	21	20	19	18	17
		E	–	19	16	14	13	12	11
	$0{,}5 < I_L \leq 0{,}75$	c_n	–	–	41	36	32	29	25
		φ_n	–	–	20	19	18	17	16
		E	–	–	15	13	11	10	9
Глины	$0 < I_L \leq 0{,}25$	c_n	–	62	60	58	57	56	–
		φ_n	–	20	19	18	17	16	–
		E	–	19	18	17	16	15	–
	$0{,}25 < I_L \leq 0{,}5$	c_n	–	54	50	47	44	–	–
		φ_n	–	17	15	13	12	–	–
		E	–	14	12	10	9	–	–

Расчет нагрузок, удерживающих здания от всплытия

Малоэтажные здания с большим количеством подземных этажей, стилобаты подвержены всплытию. Это связано с их малой массой и высоким уровнем грунтовых вод. Всплытие сопровождается серьезными разрушениями конструкций.

Устойчивость к всплытию определяется п.9.31 СП 22:

$$\gamma_w H_0 A \leq \gamma_{f1} \Sigma G_{stb,c} + \gamma_{f2} \Sigma G_{stb,l} + \gamma_{f3} \Sigma R_{stb}$$

$\gamma_w = 9{,}8$ кН/м^3 - удельный вес воды;

H_0 - расчетная высота напора воды, отсчитываемая от подошвы подземной части сооружения до максимального уровня подземных вод, м. Принимается уровень грунтовых вод с учетом его максимального уровня при верховодках.

A - площадь подземной части сооружения, м^2

$\Sigma G_{stb,c}$ - сумма **нормативных** значений **постоянных** вертикальных удерживающих нагрузок, включая собственный вес несущих конструкций сооружения, кН.

$\Sigma G_{stb,l}$ - сумма **нормативных** значений **временных длительных** удерживающих вертикальных нагрузок, включая вес полов и перегородок сооружения, грунта обратной засыпки над обрезами фундаментов и подземной частью сооружения, кН.

ΣR_{stb} —сумма **нормативных** значений удерживающих вертикальных составляющих сил сопротивления всплытию в основании, включая **силы трения, сопротивления свай выдергиванию, натяжения анкеров** и др., кН.

$\gamma_{f1} = 0{,}9$

$\gamma_{f2} = 0{,}85$

$\gamma_{f3} = 0{,}65$

От автора. **Касаемо трения «грунт-стена» подвала.** Здесь не так все просто. В современных зданиях в зоне данного контакта есть гидроизоляция, утеплитель, защитные мембраны, стены в грунте/шпунты. Точный коэффициент трения (угол трения) между всеми слоями не известны. Плотность примыкания слоев неизвестна. Коэффициент условий работы не известен. Проектировщик в праве требовать проведение дополнительных испытаний, которые определят недостающие параметры или **принять трение равное 0. Реальным надежным удерживающим мероприятием от всплытия являются только железобетонные сваи, жестко соединенные с фундаментной плитой или грунтовые анкера.**

Водопонижение за счет дренажей сомнительно, поскольку дренаж требует постоянного обслуживания (прочистки). Реальное начало обслуживания дренажа начнется уже после всплытия конструкций.

СП 26.13330.2012

Нагрузки от оборудования на первой итерации могут быть заданы как равномерно-распределенные (ранее приведены в справочных таблицах). Однако всегда требуется итоговая проверка на его фактическое расположение и фактические нагрузки. Для этого проектировщику необходимо получить дополнительные исходные данные. Согласно СП 26. П.5.1. технологи должны предоставить конструктору следующие данные (приведено в сокращенном виде):

- техническая характеристика машины;

данные о значениях, местах приложения и направлениях действия статических нагрузок, а также об амплитудах, частотах, фазах, законе изменения во времени, местах приложения и направлениях действия динамических нагрузок;

- данные о предельных значениях деформаций фундаментов и их оснований (осадка, крен, прогиб фундамента и его элементов, амплитуда, скорость или ускорение колебаний и др.);

- данные об условиях размещения машины (оборудования) на фундаментах;

- чертежи габаритов фундамента в пределах расположения машины;

- данные о привязке проектируемого фундамента к конструкциям здания (сооружения).

В самом упрощенном случае нагрузка рассчитывается с учетом упрощенной по таблицы 3 СП 26. Применительно к оборудованию (но в этой таблице в основном ориентир на промышленное тяжелое оборудование).

В 95% случаев при проектировании жилых и общественных зданий технологи не рассчитывают коэффициенты динамичности и принимают значения необдуманно при этом заявляя что динамики у их оборудования нет, что в корне не верно. Поэтому, как минимум, рекомендовано пользоваться справочной таблицей, приведенной ниже.

Справочная таблица №26. Возможные коэффициенты надежности и динамичности при отсутствии данных для оборудования, применяемого в жилых и общественных зданиях (принимаются по опыту проектирования автора и не являются абсолютно точными).

№ п/п	Масса оборудования по паспортным данным	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f (р.з.а)	Коэффициент динамичности η (р.з.а)
1	До 500кг	1,3	1,6
2	500 – 1000кг	1,3	1,5
3	1000 – 3000кг	1,3	1,4
4	3000 – 6000 кг	1,2	1,3
5	6000 – 10000 кг	1,1	1,2

3. Аварийная расчетная ситуация

СП 296.1325800.2017

Экстремальные климатические воздействия.

Используются для КС-2 и КС-3.

Экстремальные снеговые нагрузки (п. 6.5 СП 296).

Для большинства районов строительства (в т.ч. для Москвы) данный расчет не требуется. Проверить необходимость расчета можно, если населенный пункт есть в перечне прил. А СП 296.

Расчетное значение определяется путем умножения снега на дополнительный коэффициент:

$$S_{ext} = \gamma_a c_e \, c_t \mu \, S_g$$

γ_a – дополнительный коэффициент надежности по экстремальной снеговой нагрузке, принимаемый по таблице А.1 СП 296;

Коэффициент надежности по нагрузке γ_f **не вводится,** поскольку идет определение сразу расчетного значения нагрузки.

Экстремальные воздействия ветра (п. 6.6 СП 296)

Данный пункт относится в основном к очень гибким конструктивным системам – с большими пролетами и с большой высотой. Для подавляющего большинства зданий его учет не требуется.

Экстремальные температурные климатические воздействия (п. 6.8. СП 297)

Для большинства районов строительства (в т.ч. для Москвы) данный расчет не требуется. Проверить необходимость расчета можно, если населенный пункт есть в перечне прил. А СП 296.

$$t_w = t_{ew} = \gamma_a \, t_{max} - 0,5 A_{VII}$$

$$t_c = t_{ec} = \gamma_a \, t_{min} + 0,5 A_I$$

γ_a – дополнительный коэффициент надежности по экстремальной температурной нагрузке по таблице А.4 СП 296;

Взрывные воздействия.

Используются для КС-2 и КС-3.

Внутренний взрыв (п. 7.2. СП 296)

Взрывные воздействия необходимо учитывать при проектировании зданий и инженерных сооружений с газоснабжением (квартиры с газовыми плитами). В 90% новых зданий – особенно в КС-3 газ не проводят, по причине сложности обеспечения взрывоустойчивости.

Внешний взрыв не рассматривается в справочнике, поскольку требует множества дополнительных исходных данных и в 99% случаев не рассчитывается для жилых и общественных зданий.

Справочная таблица №27. Давление от внутреннего взрыва

<table>
<tr><th>№ п/п</th><th>Условия</th><th>Расчетная величина давления</th><th>Примечание</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>1. Замкнутое помещение без легкосбрасываемых конструкций, без окон, без дверей.
2. Предполагается что все конструкции помещения равнопрочны.
3. L имеет любое значение

L – минимальный размер помещения (длина, высота, ширина)</td><td>1,1 Мпа=1100кПа по всем конструкциям внутри помещения.</td><td></td></tr>
<tr><td>2.</td><td>1. Замкнутые загроможденные помещения большого объема или многокомнатные помещения
2. $L > 7\lambda$
L – минимальный размер помещения (длина, высота, ширина)</td><td>3 Мпа= 3000кПа по всем конструкциям внутри помещения.</td><td>Класс 4 – метан (бытовой газ при централизованном газоснабжении)
$\lambda = 150$см
Класс 2 – пропан, бутан (сжиженный газ в баллонах)
$\lambda = 20$см
См. Приказ от 28.11.2022 №412 «Об утверждении руководства по безопасности «методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей»</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>1. Помещение имеет объем до 1000м^3
2. Имеются вентилируемые проемы (легкосбрасываемые конструкции, окна, двери).</td><td>Давление принимается по одному из наибольших:
$p_d = 3 + p_v$,кПа
$p_d = 3 + 0{,}5p_v + +0{,}04/(\frac{A_v}{V})^2$
A_v – площадь вентилируемых проемов, м^2
V – объем помещения, м^3
p_v – давление активации вентилируемого элемента, кПа.

Ограничение:
$0{,}05 \leq \frac{A_v}{V} \leq 0{,}15$</td><td>$p_v$ (р.з.а.) на первой итерации можно определить по классификации по п. 47.5. ГОСТ 23166-2021 (таблица 4). При этом класс определяется по критерию прогиба, а не прочности, поэтому, рекомендовано указанное значение умножать минимум на 3.
<table>
<tr><th>Класс</th><th>Давление по 2 группе предельных состояний, кПа</th><th>Примерная высота здания (р.з.а), м</th></tr>
<tr><td>А
Б
В
Г</td><td>более 2 кПа
2кПа
1,6кПа
1,2кПа</td><td>Более 100
Более 100
75-100
До 75</td></tr>
<tr><td>Д
Е</td><td>0,8кПа
0,4кПа</td><td>рекомендуется не ориентироваться на данные значения</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Ударные нагрузки от автомобилей, погрузчика и вертолета (п. 8.2,8.3 СП 296).

Используются для КС-2 и КС-3.

Справочная таблица №28. Ударные нагрузки

	Расчетная сосредоточенная нагрузка в направлении движения, кН	**Расчетная сосредоточенная нагрузка перпендикулярно направлению движения , кН**	**Место приложения нагрузки**	**Площадка приложения нагрузки**
Дворовые территории и гаражи с движением автомобилей				
Легковые (до 3,5 т)	$\boldsymbol{F_{vx} = 50}$	$\boldsymbol{F_{vy} = 25}$	1м от верха дорожного покрытия	по высоте 0,5м; по ширине не более 2м
Грузовые (с общей массой более 3,5 т)	$\boldsymbol{F_{vx} = 150}$	$\boldsymbol{F_{vy} = 75}$	0,5м от верха дорожного покрытия	по высоте 0,25м; по ширине не более 1,5м
Погрузчики				
Погрузчик	$\boldsymbol{F_h = \varphi W}$ Коэффициент динамичности $\varphi = 5$ W – вес погрузчика с грузом, кН		0,75 от верха дорожного покрытия	Р.з.а. по высоте 0,5м Р.з.а. по ширине не более 1,5м
Вертолет				
Вертолет	$\boldsymbol{F_h = 3\sqrt{m}}$ **m** – масса вертолета, **кг (при этом** $\boldsymbol{F_h}$ в кН!)		Наихудшее положение на покрытии, дажк вне зоны посадочной площадки (р.з. – центр пролета)	2х2м

Коэффициент надежности по нагрузке γ_f **не вводится,** поскольку идет определение сразу расчетного значения нагрузки.

Сползание снега не рассматривается в справочнике, поскольку 99% зданий защищены от сползания снега.

Нагрузки от пожарных автомобилей на стилобатные и подземные части зданий.

Используются для КС-2 и КС-3. (п. 9 СП 385).

Справочная таблица №29. Нагрузка от пожарных автомобилей.

Нормативное значение равномерно-распределенной нагрузки	**Нормативное Значение нагрузки на ось**	**Нормативное значение нагрузки от полного веса пожарного автомобиля**	**Нормативное значение максимальной нагрузки для расчета продавливания**	**Площадка приложения сосредоточенной нагрузки для расчета продавливания и местного смятия**	**Коэффициент надежности по нагрузке γ_f**
36 кПа (основная нагрузка используемая для расчета стилобата)	**160кН** (если требуется точный расчет)	**450кН** (в прямом виде практически никогда не используется в расчете)	Рассчитывается исходя из логики: Минимальное количество опор: 4. При этом по п.9.4. СП 296 необходимо умножить полученное значение на 1,75. **450/4х1,75=197кН**	**0,2х0,6м или 0,5х0,5м**	**1,2 (по СП 20 как для транспорта)**

В Москве (и собственно во всей России) самая большая пожарная машина на 2024г это **Bronto Skylift F 101 HLA.** Высота подъема лестницы 101м. Масса 620кН (больше чем в нормах), однако равномерно распределенная нагрузка от данной машины не превышает указанное в СП 296.

СП 385.1325800.2018

Законодательная база очень запутанно написана по вопросу прогрессирующего обрушения, поэтому в таблице ниже приведена краткая справка о том, когда необходимо рассчитывать здания на прогрессирующее обрушение.

Справочная таблица №30. Расчет на прогрессирующее обрушение

Документы по старшинству	**КС-3**	**КС-2 с массовым нахождением людей**	**КС-2 без массового нахождения людей**
Требования ФЗ 384(требования должны выполняться вне зависимости от остальных документов)	Статья 16. ФЗ 384 п.5. обязывает рассчитывать на прогрессирующее. Остальные документы можно не рассматривать.	Требований нет	Требований нет
Задание на проектирование **(ЗНП)**		Расчет ведется, если есть в ЗНП или указана необходимость соответствия ГОСТ 27751-2014)	Расчет ведется, если есть в ЗНП
ГОСТ 27751-2014 (часть пунктов применяется на добровольной основе)		Расчет на прогрессирующее обрушение проводится на основании п. 5.2.6. , но применяется на добровольной основе.	Требований нет
Итого	**Расчет ведется**	**Расчет ведется, если есть в ЗНП или указана необходимость соответствия ГОСТ 27751-2014.**	**Расчет ведется, если есть в ЗНП**

Справочная таблица №31. Перечень зданий и сооружений с массовым нахождением людей по приложению Б ГОСТ 27751-2014.

№ п/п	Наименование
1	Здания (жилые, офисные, административные, общественные и др.) высотой 5 этажей и более.
2	Здания музеев, государственных архивов, административных органов управления, хранилищ национальных и культурных ценностей федерального и регионального уровней подчинения.
3	Зрелищные, спортивные развлекательные объекты, торговые предприятия в том случае, если: – количество находящихся в них людей составляет 500 человек и более; – количество людей, находящихся на прилегающей территории превышает 10000 человек.
4	Здания, в которых расположены рестораны, кафе и другие подобные помещения на 100 посадочных мест и более.
5	Здания дошкольных образовательных учреждений, школ, учебных заведений на 100 постоянных посетителей и имеющих высоту 2 этажа и более.
6	Пассажирские терминалы (здания аэровокзалов, ж/д вокзалов, автовокзалов, речных и морских вокзалов) федерального и регионального уровней подчинения и на крупных транспортных узлах; станции метрополитена, здания культовых учреждений.
7	Гостиницы на 50 мест и более.
8	Стационары лечебных учреждений на 50 коек и более.
9	Амбулаторные лечебные учреждения на 100 посетителей и более.
10	Любые здания и сооружения с помещениями, в которых могут находиться 100 человек и более.

Первичная расчетная схема – Расчетная схема здания или сооружения, принятая для расчета на проектные сочетания нагрузок по предельным состояниям первой и второй групп **(без удаленных элементов).**

Вторичная расчетная схема: Расчетная схема, полученная из первичной расчетной схемы **путем исключения одной конструкции** или элемента составной несущей конструкции в результате предполагаемого начального локального разрушения, принятая для расчета на особые сочетания нагрузок по особому предельному состоянию.

Согласно п. 4.5. СП 296. Локальное разрушение может назначаться в любом месте здания или сооружения и не должно приводить к прогрессирующему обрушению.

Справочная таблица №32. Локальное разрушение элемента в многоэтажных зданиях

Аварийные ситуации по п. 4.5.1. СП 385.	Примечание автора
Пересекающихся стен на участках от места их пересечения (в частности, от угла здания) до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления длиной не более 6 м.	
Отдельно стоящей стены от края до ближайшего проема или одного участка стены (простенка) между двумя проемами или на участке длиной не более 6 м.	
Колонны (пилона).	
Ядра жесткости или колонны (пилона) с примыкающими участками стен, расположенных на участке общей длиной не более 6 м	
Ригеля, одной конструкции или элемента составной несущей конструкции покрытия;	Актуально для залов
Элементы конструкции, раскрепляющего несущий элемент.	В монолитных железобетонных зданиях «все раскрепляет все»

СП 14.13330.2018 и СП 267.1325800.2016

к вопросу сейсмики

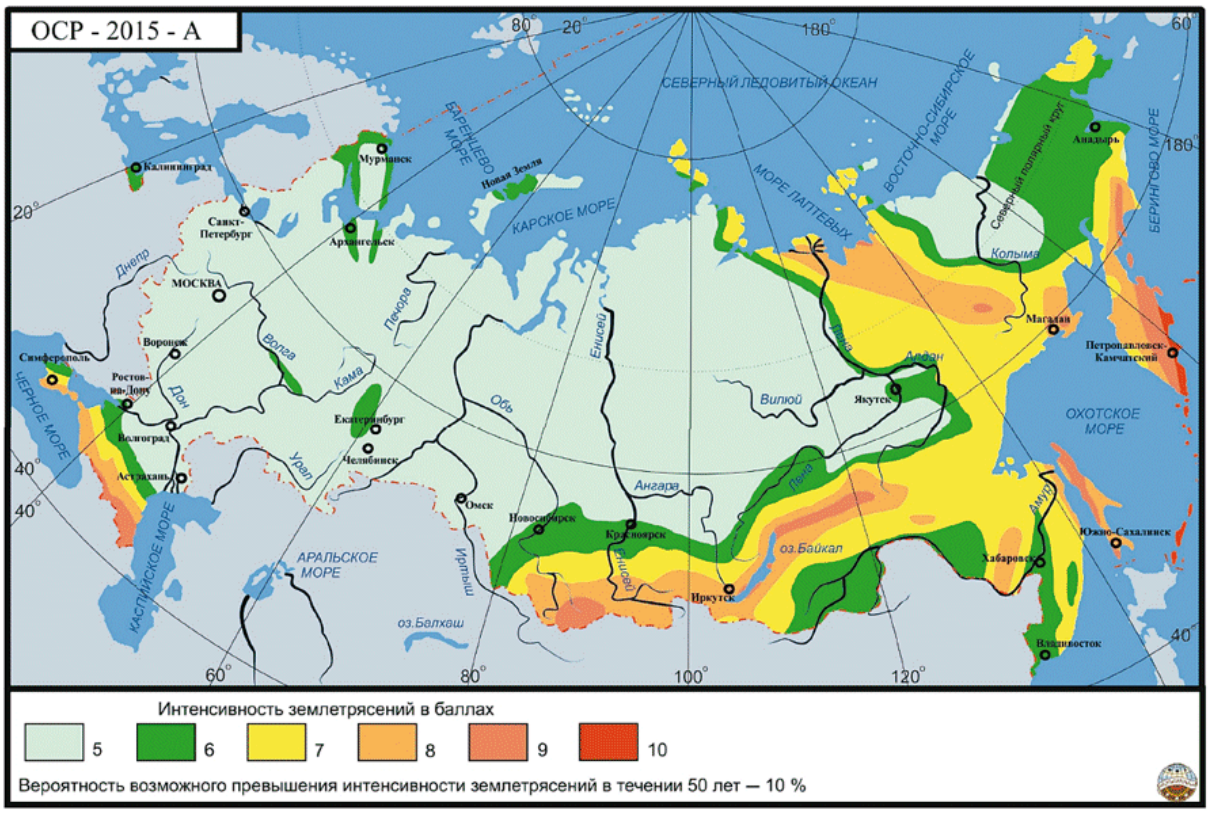
В справочнике рассматриваются только несейсмические районы. Многократные расчеты, выполненные автором для зданий на сейсмическое воздействие высотой менее 250м показывает, что сейсмика 5 баллов (к ним относятся, например, Москва и Санкт-Петербург) по влиянию на НДС здания гораздо меньше, чем ветер, поэтому расчет является формальным и не вносит влияния в конструктивные решения.

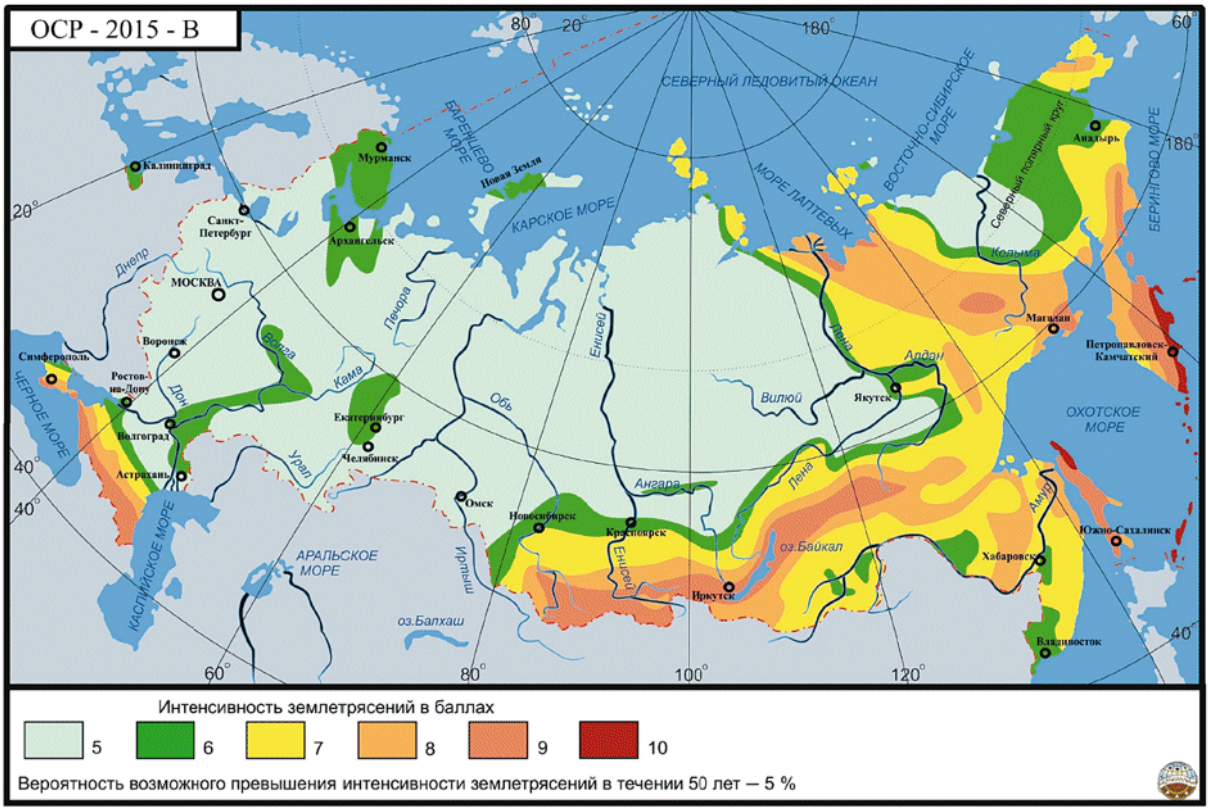
Справочная таблица №33. Фрагмент таблицы 4.2. СП 14 с учетом п. 4.3. и Положений ст 48.1 ГК РФ. Определение нормативной сейсмичности района.

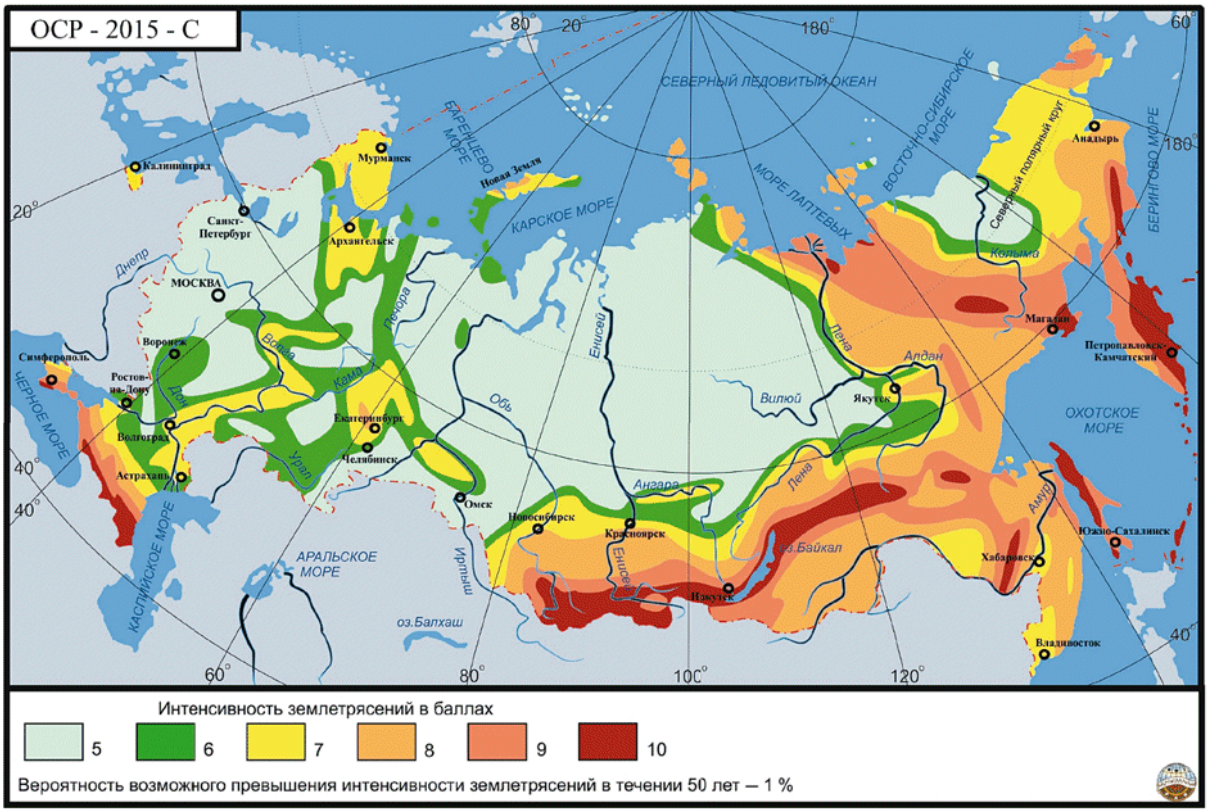
Номер графы	Назначение сооружения или здания	Карта ОСР
1	**а)** Объекты, отнесенные к особо опасным и технически сложным по ст. 48.1 ГК РФ: Пункт 1 ст. 48.1 (принимать за исключением сооружений): 1) объекты использования атомной энергии в соответствии с законодательством Российской Федерации об использовании атомной энергии, за исключением объектов, содержащих: – только радиационные источники, в которых генерируется ионизирующее излучение, на объектах, радиационное воздействие от которых в случае аварии ограничивается помещениями, где осуществляется непосредственное обращение с источниками ионизирующего излучения; – радиационные источники, содержащие в своем составе только радионуклидные источники четвертой и пятой категорий радиационной опасности в соответствии с законодательством Российской Федерации об использовании атомной энергии; 4) линии электропередачи и иные объекты электросетевого хозяйства напряжением 330 киловольт и более; 5) объекты космической инфраструктуры; 6) объекты инфраструктуры воздушного транспорта, являющиеся особо опасными, технически сложными объектами в соответствии с воздушным законодательством Российской Федерации; 9) портовые гидротехнические сооружения, относящиеся к объектам инфраструктуры морского порта, за исключением объектов инфраструктуры морского порта, предназначенных для стоянок и обслуживания маломерных, спортивных парусных и прогулочных судов; 10.1) тепловые электростанции мощностью 150 мегаватт и выше; 11) опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре в соответствии с законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов: – опасные производственные объекты I и II классов опасности, на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества; Пункт 2 ст. 48.1 1) высота более чем 100 метров, для ветроэнергетических установок – более чем 250 метров; 2) пролеты более чем 100 метров; **б)** объекты (здания, сооружения и коммуникации) жизнеобеспечения городов и населенных пунктов; **в)** монументальные здания и сооружения; **г)** правительственные здания повышенного уровня ответственности; **д)** жилые, общественные и административные здания высотой более 200 м; **е)** мачты и башни сооружений связи и телерадиовещания высотой более 200 м;	Карта С ОСР-2015

2	Здания и сооружения: **а)** Объекты, отнесенные к особо опасным и технически сложным по ст. 48.1 ГК РФ: Пункт 1 ст. 48.1: 7) объекты капитального строительства инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, являющиеся особо опасными, технически сложными объектами в соответствии с законодательством Российской Федерации о железнодорожном транспорте; 8) объекты инфраструктуры внеуличного транспорта; 10.2) подвесные канатные дороги; 11) опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре в соответствии с законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов: опасные производственные объекты, на которых получаются, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава 500 килограммов и более; опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых. Пункт 2 ст. 48.1 3) наличие консоли более чем 20 метров; 4) заглубление подземной части (полностью или частично) ниже планировочной отметки земли более чем на 15 метров; **б)** функционирование которых необходимо при землетрясении и ликвидации его последствий (здания правительственной связи; службы МЧС и полиции; системы энергоснабжения, водоснабжения и водоотведения; сооружения пожаротушения, газоснабжения; сооружения, содержащие большое количество токсичных или взрывчатых веществ, которые могут быть опасными для населения; медицинские организации, имеющие помещения и оборудование для организации медицинского обеспечения населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера); **в)** здания центральных государственных музеев; государственных архивов; административных органов управления; здания хранилищ национальных и культурных ценностей; зрелищные объекты; крупные учреждения здравоохранения и торговые предприятия с массовым нахождением людей; сооружения с пролетом более 60 м; жилые, общественные и административные здания высотой более 75 м; мачты и башни сооружений связи и телерадиовещания высотой более 75 м; трубы высотой более 75 м; **г)** здания: дошкольных образовательных организаций, общеобразовательных организаций, для МГН длительного пребывания и проживания, спальных корпусов интернатов; лечебно-профилактических медицинских организаций со стационаром, медицинских центров; **д)** другие здания и сооружения, разрушения которых могут привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям, отнесенные к классу КС-3 по ГОСТ 27751.	Карта В ОСР-2015
3	Здания и сооружения, не указанные в позициях 1 и 2	Карта А ОСР-2015
4	Здания и сооружения: временного (сезонного) назначения, а также здания и сооружения вспомогательного применения, связанные с осуществлением строительства или реконструкции здания или сооружения либо расположенные на земельных участках, предоставленных для индивидуального жилищного строительства.	Карта А ОСР-2015
Примечания: Заказчик по указаниям нормативных и ведомственных документов или по представлению генерального проектировщика относит сооружения по назначению к позиции настоящей таблицы.		

Подробный перечень по городам для Карт ОСР можно посмотреть в приложении А. СП 14.13330.2018.


ОСР - 2015 - А
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
БЕРИНГОВО МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
Калининград
Мурманск
Новая Земля
Санкт-Петербург
Архангельск
МОСКВА
Воронеж
Симферополь
Ростов-на-Дону
Волгоград
Астрахань
Екатеринбург
Челябинск
Омск
Новосибирск
Красноярск
Иркутск
Якутск
Анадырь
Магадан
Петропавловск-Камчатский
Южно-Сахалинск
Хабаровск
Владивосток
оз.Балхаш
оз.Байкал
Северный полярный круг
Днепр
Волга
Дон
Кама
Печора
Обь
Енисей
Лена
Вилюй
Колыма
Амур
Ангара
Урал
Иртыш
Интенсивность землетрясений в баллах
5
6
7
8
9
10
Вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течении 50 лет — 10 %


ОСР - 2015 - В
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
БЕРИНГОВО МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
Калининград
Мурманск
Новая Земля
Санкт-Петербург
Архангельск
МОСКВА
Воронеж
Симферополь
Ростов-на-Дону
Волгоград
Астрахань
Екатеринбург
Челябинск
Омск
Новосибирск
Красноярск
Иркутск
Якутск
Анадырь
Магадан
Петропавловск-Камчатский
Южно-Сахалинск
Хабаровск
Владивосток
оз.Балхаш
оз.Байкал
Северный полярный круг
Днепр
Волга
Дон
Кама
Печора
Обь
Енисей
Лена
Вилюй
Колыма
Амур
Ангара
Урал
Иртыш
Интенсивность землетрясений в баллах
5
6
7
8
9
10
Вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течении 50 лет — 5 %


ОСР - 2015 - С
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
БЕРИНГОВО МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
оз.Балхаш
оз.Байкал
Северный полярный круг
Мурманск
Новая Земля
Архангельск
Калининград
Санкт-Петербург
МОСКВА
Воронеж
Симферополь
Ростов-на-Дону
Волгоград
Астрахань
Екатеринбург
Челябинск
Омск
Новосибирск
Красноярск
Иркутск
Якутск
Анадырь
Магадан
Петропавловск-Камчатский
Южно-Сахалинск
Хабаровск
Владивосток
Днепр
Волга
Дон
Урал
Обь
Енисей
Ангара
Лена
Вилюй
Алдан
Колыма
Амур
Иртыш
Печора
Кама
Интенсивность землетрясений в баллах
5
6
7
8
9
10
Вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течении 50 лет — 1 %

4. Переходная расчетная ситуация

Частые вопросы.

Вопрос 1. Можно ли в переходной расчетной ситуации учитывать пониженные нагрузки?

Ответ. Согласно п. 4.5 При расчете конструкций и оснований для условий возведения зданий и сооружений расчетные значения снеговых, ветровых, гололедных нагрузок и температурных климатических воздействий разрешается снижать на 20%.

Также автор проекта может дать письменные указания об ограничении нагрузок.

Вопрос 2. Можно ли в переходной расчетной ситуации не рассчитывать трещиностойкость?

Расчет трещиностойкости проводится. Если конструкция после монтажа будет иметь трещины, то ее нужно будет ремонтировать. Предельная ширина раскрытия трещин при приемке конструкций по п.5.18.21 СП 70 при отсутствии специальных требований принимается:

- *для конструкций, эксплуатируемых на воздухе – 0,1 мм;*
- *для конструкций, эксплуатируемых внутри помещения – 0,2 мм.*

4.1. Распалубливание перекрытий

Время распалубливания перекрытий напрямую зависит от того, какую нагрузку несет несет перекрытие.

Справка: обычно используется несколько комплектов опалубки, которые переставляются по мере набора прочности бетоном и в зависимости от того сколько перекрытия может нести нагрузки.

Для этого рассмотрим пример.

Считаем, что перекрытые набирает 100% прочность за 40 суток, а 70% прочность на 10 сутки. Это осенний или весенний период для Москвы при температуре 10°С, т.е. наихудший период набора прочности, в этот же период очень актуальным является вопрос перестановки опалубки.

Максимальная скорость возведения одного этажа – 5 дней, работая в 3 смены.

Таблица-пример №1. Определение прочности бетона в зависимости от температуры и несущая способность перекрытия при этой температуре.

№ п/п	Дни	**Прочность бетона в % от проектной при наборе прочности при 10°С.** (определяется по графикам твердения бетона)	**Несущая способность N в % от собственного веса плиты при наборе прочности при 10°С.** (ее нужно вычислить проектировщику)
1	5	40	50
2	10	70 (распалубливание меньше этого значения запрещено таблицей 5.11 СП 70)	200
3	15	75	210
4	20	80	220
5	25	85	230
6	30	90	240
7	35	95	250
8	40	100	260

Таблица-пример №2. Определение допустимости распалубки перекрытия

№ п/п	Дни от начала возведения	Возведенные перекрытия	Несущая способность N в % от собственного веса плиты	Нагрузка P при распалубливании перекрытия №1 на перекрытие №1.	Допустимость распалубливания
1	5	1,2	50	100+100*1,25*1=225	Не допустимо, в т.ч. с учетом таблицы 5.11 СП 70)
2	10	1,2,3	200	100+100*1,25(2-1)=225	Не допустимо по расчету
3	15	1,2,3,4	210	100+100*1,25(3-2)=225	Не допустимо по расчету
4	20	1,2,3,4,5	220	100+100*1,25(4-3)=225	Не допустимо по расчету
5	25	1,2,3,4,5,6	230	100+100*1,25(5-4)=225	Допустимо, т.е. опалубку можно переставлять для данного случая только при бетонировании 6го перекрытия!

Примечание:
Данная формула разработана автором и не нормирована (справедлива только для типовых плит, имеющих плюс минус одинаковую несущую способность):
$\boldsymbol{P = 100 + 100k(n - n_{70})}$
$\boldsymbol{k = 1,25}$– коэффициент учета дополнительной нагрузки от опалубочной системы и прочих неучтенных факторов.
n – количество перекрытий над распалубливаемым.
n_{70} – количество перекрытий набравших прочность выше 70%

Итог. Если расчетом и проектом производства работ (ППР) не учтена правильная периодичность перестановки опалубки, то может возникнуть ряд проблем в конструкциях: от трещин до обрушения.

4.2. Нагружение перекрытий складируемыми материалами

Допустимая нагрузка на перекрытие должна быть установлена проектировщиками, указана в рабочей документации и внесена в ППР (проект производства работ) как предельно допустимая. При этом необходимо это отслеживаться технадзором.

Во многих случаях это игнорируется. Складирование ведется, превышая все допустимые нагрузки и конструкции начинают трещать и разрушаться.

Таблица-пример №3. Пример перекрытия с минимальными проектными нагрузками.

	Нормативное значение, кПа	γ_f	Расчетное значение, кПа
Полезная нагрузка	1,5	1,3	1,95
Пол	1	1,3	1,3
Перегородки	0,5	1,3	0,65
Итого	**2,7**		**3,9**

Справочная таблица №34. Нагрузки от 1м высоты складируемых материалов

	Нормативное значение, кПа	γ_f	Расчетное значение, кПа
1м высоты сухой смеси для стяжки пола	**18**	1,3	**23,4**
1м высоты кирпича	**18**	1,1	**19,8**
1м керамогранной плитки	**24**	1,2	**28,8**
1м пазогребенных гипсовых блоков	**12,5**	1,1	**13,8**
1м газобетонный блок D500	**5**	1,2	**6**

Вариантом частичной разгрузки может являться установка стоек/лесов под нагруженное перекрытие.

Итог. Если расчетом и проектом производства работ (ППР) не учтены места возможного складирования, то может возникнуть ряд проблем в конструкциях: от трещин до обрушения.

Частые вопросы: при какой нагрузке конструкция упадет?

Ответ: На этот вопрос ответ можно дать проанализировав ГОСТ 8829-2018 (приложение Б). Резюмируя все факторы можно сказать, что реальная разрушающая нагрузка как минимум в 1,7 раза превышает полную нагрузку на перекрытие (полезная + пол + перегородки + собственный вес). Следует отметить, что хрупкое разрушение(продавливание) может не сопровождаться чрезмерным раскрытием трещин.

4.3. Нагружения при расчете на всплытие

Стилобаты и недостроенные здания всплывают чаще, чем достроенные. Причем это происходит 1-2 раза в год в Москве на стадии строительства. Связано это в основном с тем, что «голая коробка» без загружения перегородками, полами и полезной нагрузкой гораздо лучше всплывает. Это сопровождается очень сложными ремонтно-восстановительными мероприятиями.

Устойчивость к всплытию определяется той же формулой, что и приведена ранее для установившейся расчетной ситуации.

$$\gamma_w H_0 A \leq \gamma_{f1} \Sigma G_{stb,c} + \gamma_{f2} \Sigma G_{stb,l} \gamma_{f2} + \gamma_{f3} \Sigma R_{stb}$$

$\gamma_w = 9{,}8$ кН/м^3 - удельный вес воды:

H_0 - расчетная высота напора воды, отсчитываемая от подошвы подземной части сооружения до максимального уровня подземных вод, м. Принимается уровень грунтовых вод с учетом его максимального уровня при верховодках.

A - площадь подземной части сооружения, м^2

$\Sigma G_{stb,c}$ - сумма **нормативных** значений **постоянных** вертикальных удерживающих нагрузок, включая собственный вес несущих конструкций сооружения, кН.

$\Sigma G_{stb,l}$ - сумма **нормативных** значений **временных длительных** удерживающих вертикальных нагрузок, включая вес полов и перегородок сооружения, грунта обратной засыпки над обрезами фундаментов и подземной частью сооружения, кН.

ΣR_{stb} —сумма **нормативных** значений удерживающих вертикальных составляющих сил сопротивления всплытию в основании, включая **силы трения, сопротивления свай выдергиванию, натяжения анкеров** и др., кН.

$\gamma_{f1} = 0{,}9$

$\gamma_{f2} = 0{,}85$

$\gamma_{f3} = 0{,}65$

5. Нагрузки и плотности различных материалов. Нагрузки от перегородок, фасадов и окон

Справочная таблица №35. Плотности некоторых материалов

Теплоизоляция	
Наименование	**Удельный вес, кН/м³**
Минеральная вата плотности П-75 Для перегородок и потолков	0,75
Минеральная вата плотности П-125 Полы без нагружения стяжкой. Фасады	1,25
Минеральная вата плотности ПЖ-175 Теплоизоляция полов под легкие стяжки	1,75
Минеральная вата плотности ППЖ-200 Теплоизоляция для утепления кровли и полов под стяжку	2
Экструдированный пенополистирол (ЭПП) Пеноплекс 45 (прочность на сжатие 500кПа) Любые виды утепления	0,38-0,47
Экструдированный пенополистирол (ЭПП) Пеноплекс Комфорт (прочность на сжатие 140кПа) Теплоизоляция фасадов, неэксплуатируемых кровель, лоджий.	0,2
Экструдированный пенополистирол (ЭПП) Пеноплекс Фундамент Теплоизоляция фундаментов, полов, эксплуатируемых кровель **(прочность на сжатие 300кПа)**	0,27-0,35
Керамзит фракции 0-5мм	5,5-6
Керамзит фракции 5-10мм	4-4,5
Керамзит фракции 10-20мм	3,5-0,4
Керамзит фракции 20-40мм	2,5-3,5
Керамзит с проливкой цементным молочком	9
Керамзитобетон	9-1,2
Вермукулит фракции 1 мм	1,2
Вермукулит фракции 2 мм	1,1
Вермукулит фракции 4 мм	0,95
Пеностекло фракции 0,16-0,63	3,3
Пеностекло фракции 0,63-1,25	2,7
Пеностекло фракции 1,25-2,5	2,2
Пеностекло фракции 2,5-5	2,0
Пеностекло фракции 5 и более	1,4

Песок средней крупности средней плотности	18
Конструкционные материалы	
Наименование	Удельный вес, кН/м³
Железобетон с тяжелым бетоном	25
Тяжелый бетон	23,5
Сталь	78,5
Кирпичная кладка из глинянного полнотелого кирпича	18
Кладка из гипсовых пазогребневых	12,5
Кладка из пенобетонных блоков D600	6
Гипсокартотон (потолочный 9.5 мм, стеновой 12,5мм)	7,7
Сосна	5,5
Отделочные материалы	
Штукатурка гипсовая	9,5
Штукатурка цементно-песчаная	18
Шпаклевка (обычно 1-2мм)	12
Плитка керамическая (обычно 8-12 мм)	20
Плитка керамогранитная/гранитная (обычно 8-12 мм)	25
Плитка гранитная	25
Клей плиточный (обычно толщиной 5-15мм)	18
Отделочной слой не известен (обычно принимается 25 мм с каждой стороны на конструкцию)	18
Полы	
Стяжка цементно-песчаная	18
Линолеум толщиной 2-5мм	18
Ламинат 8-12мм	9
Паркет из дуба 8-20мм	7
Гидроизоляционные слои	
Гидроизоляция рулонная битумосодержащая (обычно толщина 3-5 мм)	12,5
ПВХ Мембраны 1,2-2мм	12,5
Цементно-полимнрная смесь 1-3мм	18
Пленки до 1мм	12,5
Обмазочная гидроизоляция до 1мм	12,5
Прочее	
Геотекстиль до 3мм	12,5

Справочная таблица №36. Удельный вес некоторых конструктивных решений перегородок 1м²

Материал	Удельный вес, кН/м³	Толщина, м	Нормативная нагрузка, кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м²
Перегородки гипоскартонные с однослойной обшивкой и одинарным каркасом под шпатклевку					
Гипсокартон с 2х сторон	7,7	0,012x2= =0,024	0,184	1,2	0,22
Металлокаркас			0,1	1,2	0,12
Шпаклевка с 2х сторон	12	0,002x2= =0,004	0,048	1,3	0,062
Итого			**0,332**	**1,21**	**0,402**
Перегородки гипоскартонные с однослойной обшивкой и одинарным каркасом под облицовку плиткой					
Гипсокартон с 2х сторон	7,7	0,012x2= =0,024	0,184	1,2	0,22
Металлокаркас			0,1	1,2	0,12
Плитка керамогранит с двух сторон	25	0,008x2= =0,016	0,4	1,2	0,48
Клей для керамогранита с двух сторон	18	0,01x2= =0,02	0,36	1,3	0,468
Итого			**1,044**	**1,23**	**1,288**
Перегородки пазогребенные с оштукатуриванием с двух сторон					
Пазогребенные перегордки	12,5	0,1	1,25	1,2	1,5
Гипсовая штукатурка с двух сторон	9,5	0,015x2= =0,03	0,285	1,3	0,37
Итого			**1,535**	**1,22**	**1,87**
Перегородки из пенобетонных блоков D600 с оштукатуриванием с двух сторон					
Кладка из пенобетонных блоков D600	6	0,2	1,2	1,3	1,56
Штукатурка цементно-песчаная с двух сторон	18	0,015x2= =0,03	0,54	1,3	0,702
Итого			**1,74**	**1,3**	**2,262**
Перегородки из кирпича 120мм с оштукатуриванием с двух сторон					
Кладка из кирпича	18	0,12	2,16	1,1	2,376
Штукатурка цементно-песчаная с двух сторон	18	0,015x2= =0,03	0,54	1,3	0,702
			2,7	**1,14**	**3,078**
Примечание: Нагрузка в программный комплекс прикладывается распределенная на перекрытия по длине, соответственно для этого нужно умножить нагрузку на высоту перегородки.					

Справочная таблица №37. Вес 1м² различных окон и витражей

Вид	Рекомендованная нормативная нагрузка для расчета, кН/м²
Окна с одной камерой	0,3
Окна с двумя камерами	0,4
Витражи при отсутствии данных	0,8
Примечание: Нагрузка в программный комплекс прикладывается распределенная на перекрытия по длине, соответственно для этого нужно умножить нагрузку на высоту.	

Справочная таблица №38. Вес 1м² различных фасадных систем

Фасадная система с облицовкой из материала:	Примерная толщина облицовки, мм	Рекомендованная нормативная нагрузка для расчета, кН/м²
Керамогранит	10	0,4
Клинкерная плитка	10	0,45
Металлокасеты из алюминия	2	0,15
Металлокасеты из оцинкованной стали	1,2	0,2
Кассеты из композитных материалов	4	0,15
Натуральный камень (гранит)	20	0,8
Фиброцементные плиты 1	10	0,3
Примечание №1: В фасадную систему входят: утеплитель, кронштейны для профилей, профили, кляммеры, крепеж, облицовочный материал и утеплитель.		
Примечание №2: Нагрузка в программный комплекс прикладывается распределенная на перекрытия по длине, соответственно для этого нужно умножить нагрузку на высоту этажа.		

6. Масса здания. Примерное процентное соотношение нагрузок на здание.

Массу здания можно найти в зависимости объема здания. Вся нормативная нагрузка (собственный вес и все остальные нагрузки) от 1 м^3 железобетонного монолитного здания, как правило, находится в диапазоне **от 0,45 до 0,7т/м^3**.

Иногда для оценки нагрузок на основание и для иных целей требуется определение вклада нагрузки в общий вес.

Справочная таблица №39. Вклад нагрузок в общую массу здания.

	% от общего веса
Собственный вес железобетона	50-65%
Полы и кровля	8-14%
Перегородки	9-16%
Фасад	5-10%
Отделка железобетона	2-4%
Полезная и снег	10-15%

7. Нагрузки «через пролет» и в «шахматном порядке»

Иногда при расчете наихудшую расчетную ситуацию создает не полное загружение по всей площади, а нагрузка, приложенная через пролет и в шахматном порядке. Данная ситуация вызывает рост моментов в отдельных зонах конструкций.

Пункт 8 СП 20.13330. устанавливает требования к данному расчету:

Необходимо рассмотреть следующие варианты загружения отдельных перекрытий:

-сплошное загружение принятой нагрузкой;

- неблагоприятное частичное загружение при расчете конструкций и оснований, чувствительных к такой схеме загружения;

-отсутствие временной нагрузки.

Приведем «классическую» в проектировании рассматриваемых зданий ситуацию. В ситуации рассматривается различное расположение **полезной нагрузки.** Пролеты 6х6м. Колонны 40х40см. Плита 20см.

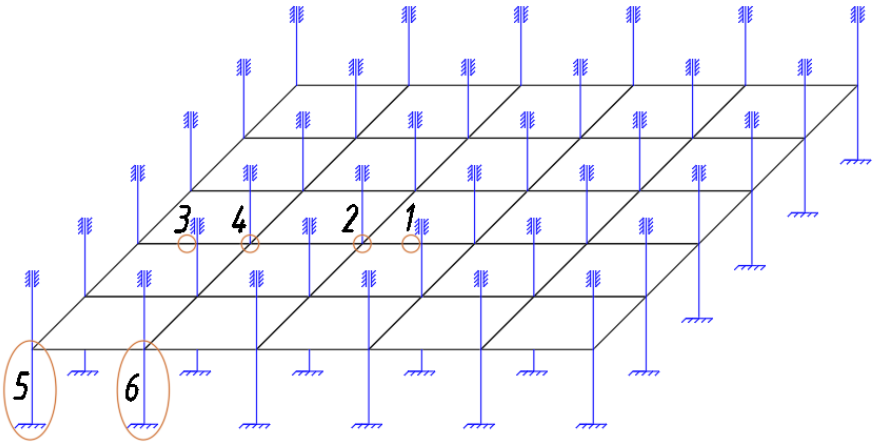


Рисунок. Рассмотренная расчетная схема и участки.

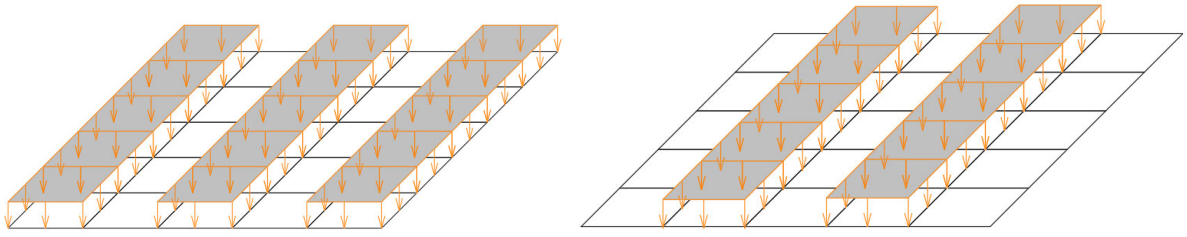


Рисунок. Нагрузки «через пролет»

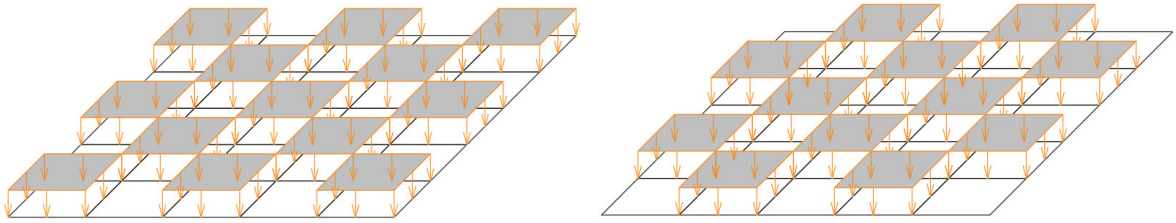


Рисунок. Нагрузки в «шахматном порядке»

Таблица-пример №4. Сбор нагрузок на плиту

	Нормативное значение, кПа	γ_f	Расчетное значение, кПа	% от общей нагрузки
Собственный вес	5	1,1	5,5	42%
Полезная нагрузка	**2**	**1,2**	**2,4**	**18%**
Пол	1,5	1,3	1,95	15%
Перегородки	2,5	1,3	3,25	25%
Итого	11		13,1	

Таблица-пример №5. Сравнение результатов расчета.

№ п/п	Конструкция	Изгибающий момент		
		M_1 Без учета неравномерности приложения полезной нагрузки (полезная нагрузка по всей площади)	M_2 С учетом «шахматного порядка» **полезной** нагрузки	M_3 С учетом **полезной** нагрузки «через пролет»
	Перекрытия			
1	Центр пролета в центральной части	2,44	2,23	2,63
			-8,6%	+7,8%
2	Опора в центральной части	9,44	8,57	9,54
			-9,2%	+1,1%
3	Центр пролета в краевой части	3,35	3,05	3,43
			-9,0%	+2,4%
4	Опора в краевой части	11,5	10,4	11,4
			-9,6%	-0,8%
	Колонны			
5	Угловая колонна	1,87	1,91	1,92
			+2,1%	+2,7%
6	Крайняя колонна	5,06	4,62	5,16
			-8,7%	+2,0%

По расчетам можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение моментов в отдельных сечения пределах 8-10% для монолитного железобетона является не особо критичным, поскольку произойдет их перераспределение (это можно увидеть при производстве нелинейных расчетов). Поэтому, в большинстве случаев данный расчет игнорируется проектировщиками, что допустимо.

2. Несколько усугубить ситуацию может загружение через пролет не только полезной нагрузкой, но еще и полами и перегородками. В данном случае может произойти догрузка отдельных сечений до 25%. Но по опыту расчетов для 85% конструкций, это будет чревато только временным – одноразовым чрезмерным раскрытием трещин, которые нужно будет впоследствии заделать.

8. Загружения в жилых и административных зданиях. Задание нагрузок в программе

Первым действием нужно определиться с количеством загружений.

При этом необходимо соблюдать правила:

1. Загружения с разной долей длительности не рекомендуется объединять в одно загружение. Если такое объединение происходит, то доля длительности в РСУ и РСН должна стоять наибольшая.

2. Загружения с разными коэффициентами надежности по нагрузке не рекомендуется объединять в одно загружение. Если такое объединение происходит, то коэффициент надежности по нагрузке в РСУ и РСН должен стоять наименьший/наибольший при задании в схему расчетных/нормативных нагрузок соответственно.

3. Загружения с разной природой происхождения недопустимо объединять в одно загружение.

4. Не следует стараться уменьшать количество загружений. Для возможности их легкой проверки их следует разделять.

Справочная таблица №40. Загружения в жилых и административных зданиях. Общий случай.

№ п/п	Загружение	Вид	Примечание
1	Собственный вес конструкций железобетонных	Постоянное	
2	Собственный вес конструкций стальных	Постоянное	
3	Пол	Постоянное	
4	Кровля	Постоянное	
5	Перегородки	Постоянное	
6	Отделка(штукатурка) железобетона+	Постоянное	
7	Фасад	Постоянное	
8	Полезная (основная площадь)	Краковременное доминирующее	
9	Полезная (коридоры)	Краковременное доминирующее	
10	Полезная (кладовые)	Краковременное доминирующее	
11	Полезная (стоянки внутри здания)	Краковременное доминирующее	
12	Полезная (торговые помещения)	Краковременное доминирующее	
13	Полезная (кровля)	Краковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со снегом
14	Балконы вариант 1	Краковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с балконами варианта 2
15	Балконы вариант 2	Краковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с балконами варианта 1
16	Помещения с оборудованием	Длительная доминирующая	Если задается оборудование по заданию с разними коэффициентами

№ п/п	Загружение	Вид	Примечание
			надежности, то загружения добавляются
17	Пожарная машина (на стилобатную часть)	Особое	Взаимоисключается в РСУ со всей обычной техникой
18	Обычная техника (на стилобатную часть)	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со всеми пожарными машинами
19	Давление грунта от веса грунта	Постоянная	
20	Давление грунта от проездов обычной техники	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со всеми пожарными машинами
21	Давление грунта от пожарной машины	Особое	Взаимоисключается в РСУ со всей обычной техникой
22	Давление воды	Постоянная	
23	Снег вариант 1	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с остальными вариантами снега и полезной нагрузкой на кровле
24	Снег вариант 2	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с остальными вариантами снега и полезной нагрузкой на кровле
25	Снег вариант 3	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с остальными вариантами снега и полезной нагрузкой на кровле
26	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (программа автоматически учитывает данную составляющую в пульсации)	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
27	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
28	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
29	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
30	Пульсация Ветер X+	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
31	Пульсация Ветер X-	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
32	Пульсация Ветер Y+	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
33	Пульсация Ветер Y-	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
34	Температура холодный период	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с теплым периодом
35	Температура теплый период	Кратковременное доминирующее	Взаимоисключается в РСУ с холодным периодом

В ПК ЛИРА-САПР нагрузка добавляется в редакторе загружений.

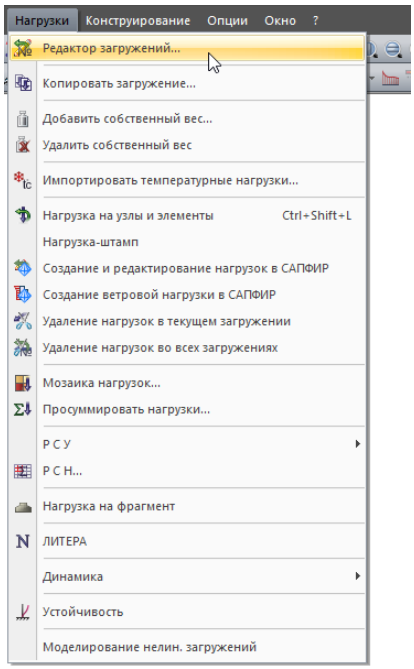
1) Выбираются актуальные нормы;

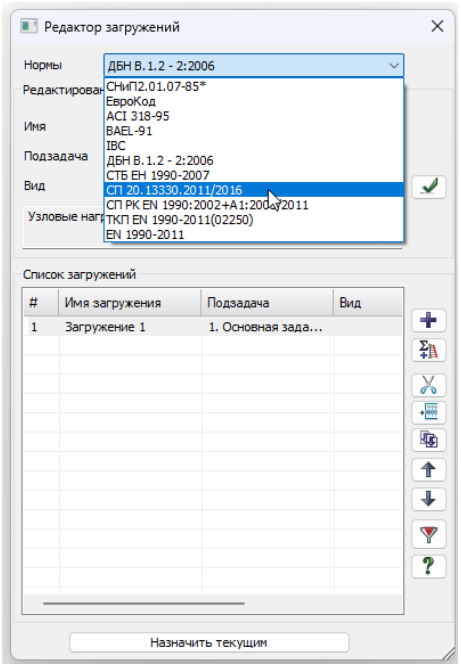
2) Вводится наименование загружения;

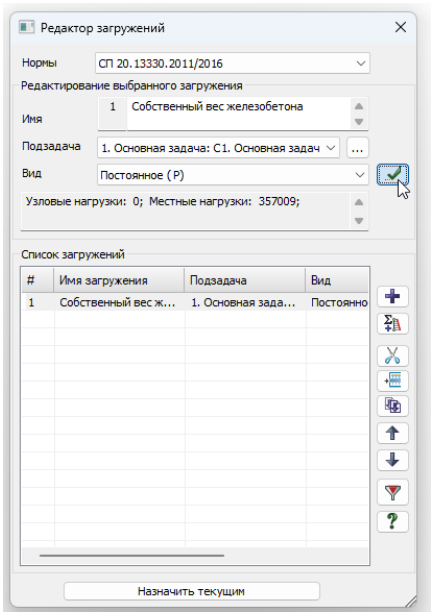
3) Выбирается вид загружения (постоянные, длительные, кратковременные и т.д).

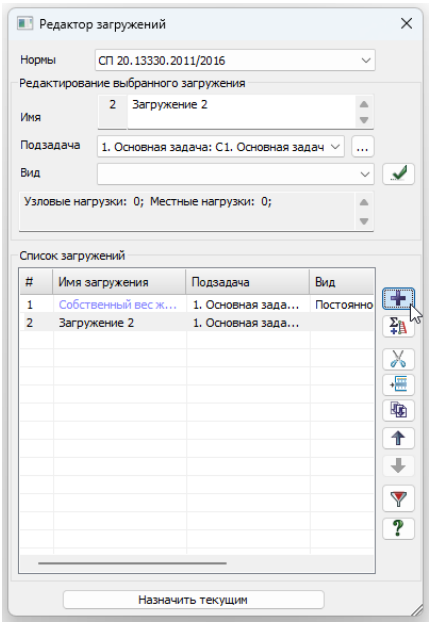
4) Нажимается галочка «Применить»  .

5) Для добавления нового загружения необходимо нажать кнопку  , далее переименовать и выбрать вид загружения и нажать галочку «Применить»  .

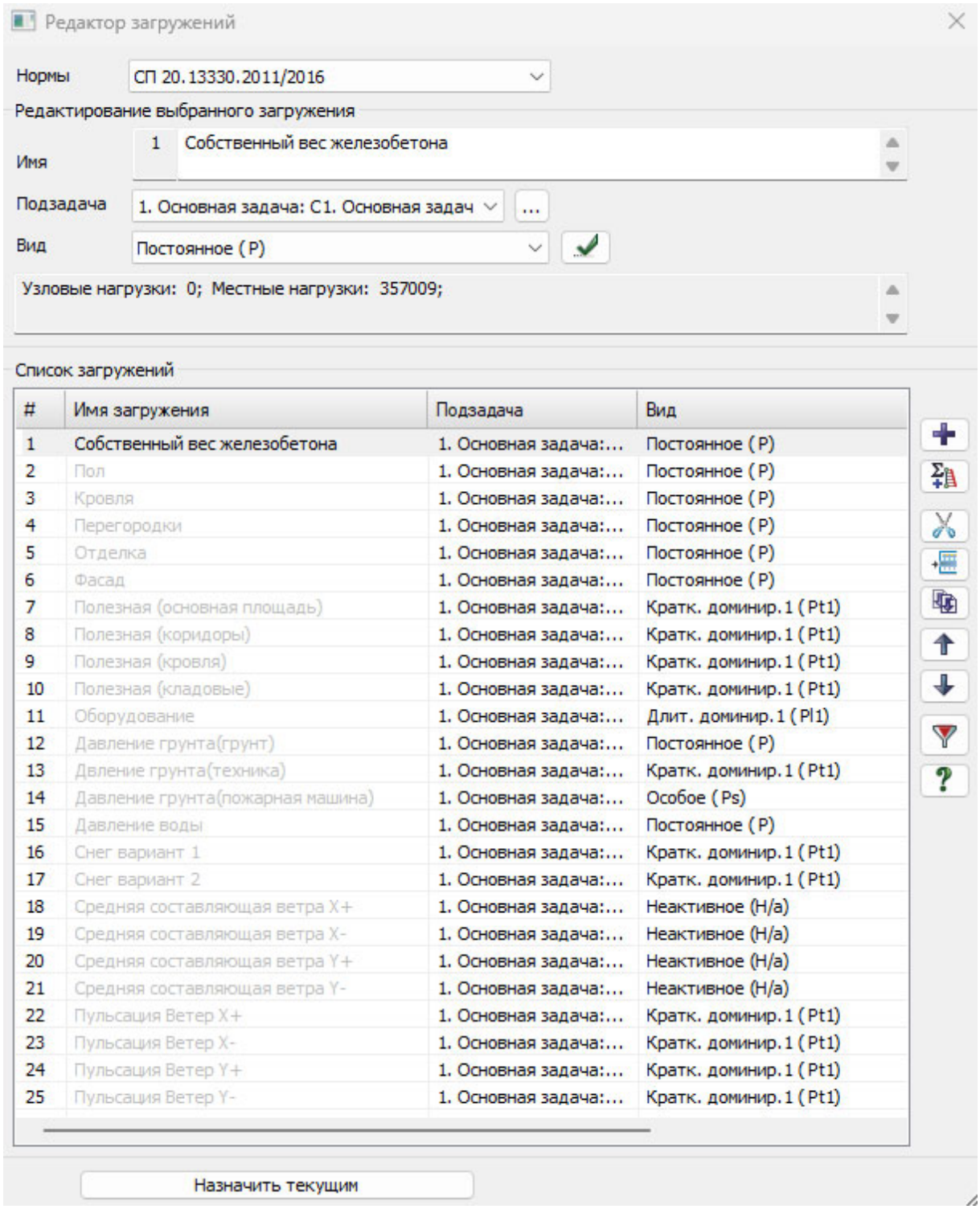








Результат создания загружений для рассматриваемого примера.



#	Имя загружения	Подзадача	Вид
1	Собственный вес железобетона	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
2	Пол	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
3	Кровля	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
4	Перегородки	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
5	Отделка	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
6	Фасад	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
7	Полезная (основная площадь)	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
8	Полезная (коридоры)	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
9	Полезная (кровля)	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
10	Полезная (кладовые)	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
11	Оборудование	1. Основная задача:...	Длит. доминир.1 (Pl1)
12	Давление грунта(грунт)	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
13	Двление грунта(техника)	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
14	Давление грунта(пожарная машина)	1. Основная задача:...	Особое (Ps)
15	Давление воды	1. Основная задача:...	Постоянное (Р)
16	Снег вариант 1	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
17	Снег вариант 2	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
18	Средняя составляющая ветра X+	1. Основная задача:...	Неактивное (Н/а)
19	Средняя составляющая ветра X-	1. Основная задача:...	Неактивное (Н/а)
20	Средняя составляющая ветра Y+	1. Основная задача:...	Неактивное (Н/а)
21	Средняя составляющая ветра Y-	1. Основная задача:...	Неактивное (Н/а)
22	Пульсация Ветер X+	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
23	Пульсация Ветер X-	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
24	Пульсация Ветер Y+	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)
25	Пульсация Ветер Y-	1. Основная задача:...	Кратк. доминир.1 (Pt1)

Таблица-пример №4. Загружения для рассматриваемого здания.

№ п/п	Загружение	Вид	Доля длитель-ности	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Величина обратная коэффициенту надежности	Примечание
1	Собственный вес конструкций железобетонных	Постоянное	1	1,1	1/1,1=0,909	
2	Пол	Постоянное	1	1,3	1/1,3=0,77	
3	Кровля	Постоянное	1	1,28	1/1,28=0,781	
4	Перегородки	Постоянное	1	1,25	1/1,25=0,8	
5	Отделка(штукатурка) железобетона	Постоянное	1	1,3	1/1,3=0,77	
6	Фасад	Постоянное	1	1,2	1/1,2=0,833	
7	Полезная (основная площадь)	Краковременное доминирующее	0,35	1,3	1/1,3=0,77	
8	Полезная (коридоры)	Краковременное доминирующее	0,35	1,2	1/1,2=0,833	
9	Полезная (кровля)	Краковременное доминирующее	0,35	1,3	1/1,2=0,77	Взаимоисключается в РСУ со снегом
10	Полезная (кладовые)	Длительное доминирующее	1	1,2	1/1,2=0,833	
11	Помещения с оборудованием	Длительная доминирующая	1	1,2	1/1,2=0,833	Если задается оборудование по заданию с разними коэффициентами надежности, то загружения добавляются
12	Давление грунта от веса грунта	Постоянная	1	1,15	1/1,15=0,870	
13	Давление грунта от проездов обычной техники	Краковременное доминирующее	0,35	1,2	1/1,2=0,833	Взаимоисключается в РСУ со всеми пожарными машинами
14	Давление грунта от пожарной машины	Особое	0	1,2	1/1,2=0,833	Взаимоисключается в РСУ со всей обычной техникой
15	Давление воды	Постоянная	1	1	1/1=1	
16	Снег вариант 1	Краковременное доминирующее	0,5	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ с остальными вариантами снега и полезной нагрузкой на кровле
17	Снег вариант 2	Краковременное доминирующее	0,5	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ с остальными вариантами снега и полезной нагрузкой на кровле
18	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (программа автоматически учитывает данную	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами

№ п/п	Загружение	Вид	Доля длитель-ности	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Величина обратная коэффициенту надежности	Примечание
		составляющую в пульсации)				
19	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
20	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
21	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
22	Пульсация Ветер X+	Кратковременное доминирующее	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
23	Пульсация Ветер X-	Кратковременное доминирующее	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
24	Пульсация Ветер Y+	Кратковременное доминирующее	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами
25	Пульсация Ветер Y-	Кратковременное доминирующее	0	1,4	1/1,4=0,714	Взаимоисключается в РСУ со всеми ветрами

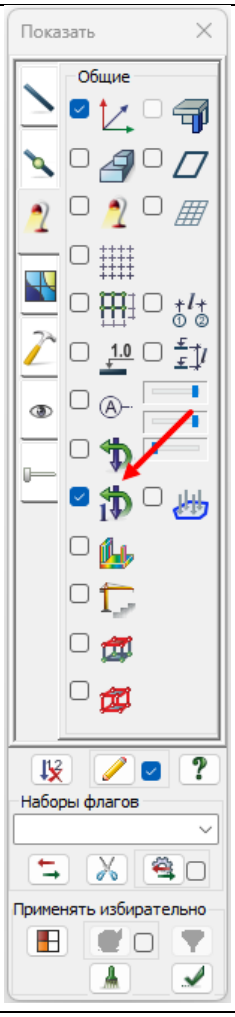
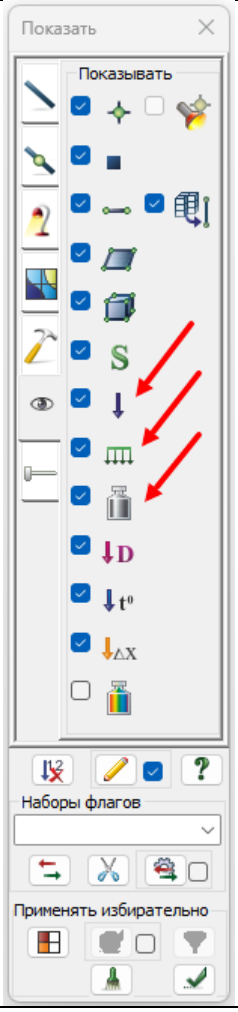
Примечание: коэффициенты надежности по нагрузке для пола, кровли и перегородок рассчитаны для примера в приложении А.

Приложение нагрузок

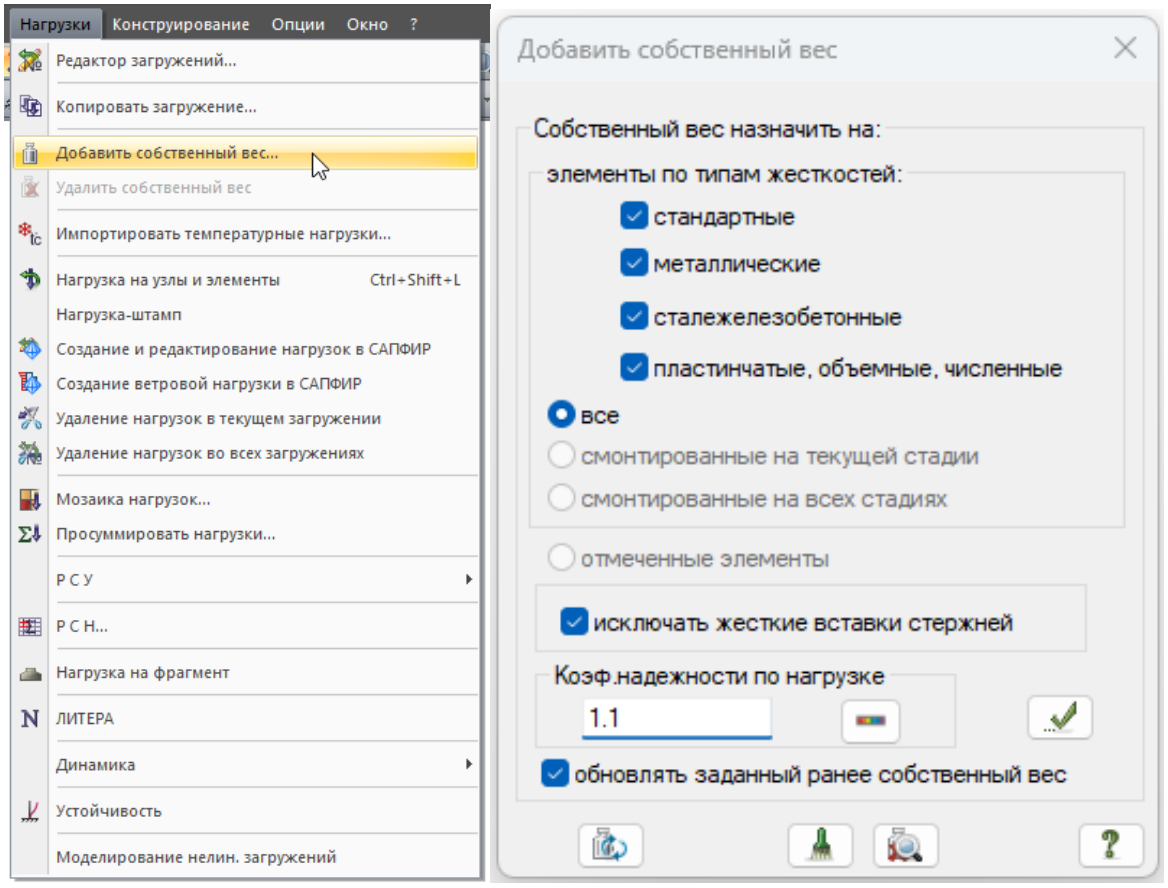
Нагрузки прикладываются в созданных загружениях. Для того чтобы приложить нагрузку выбрается нужное загружение  .



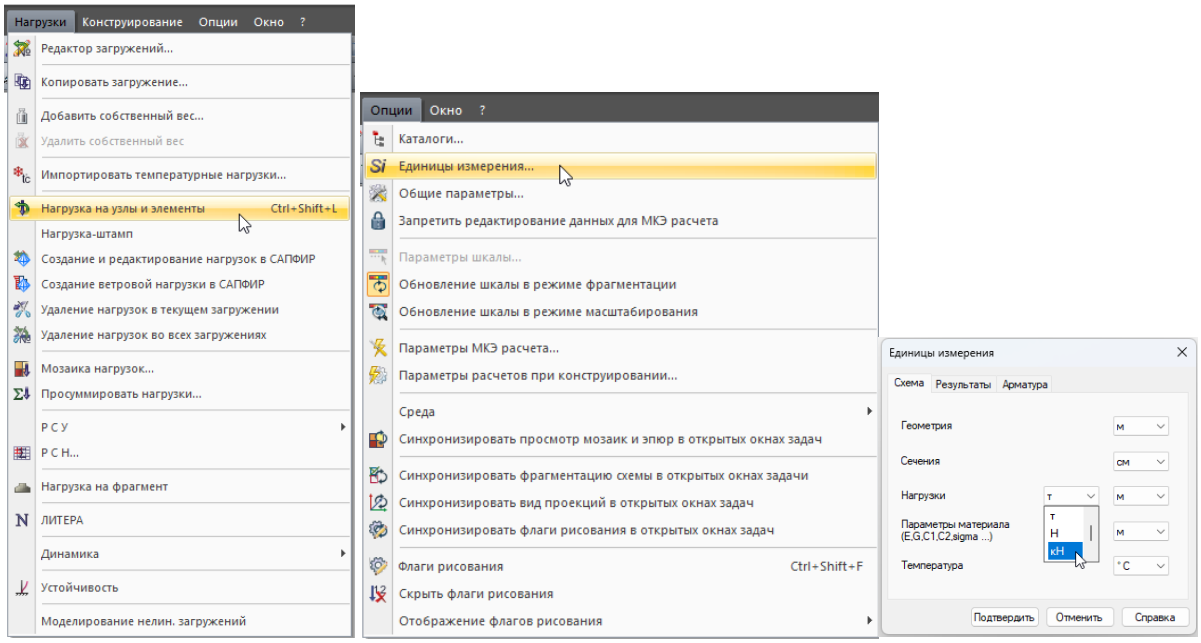
Отображение нагрузок во флагах рисования 

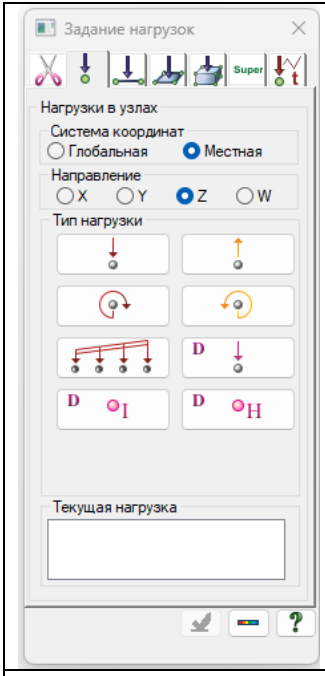
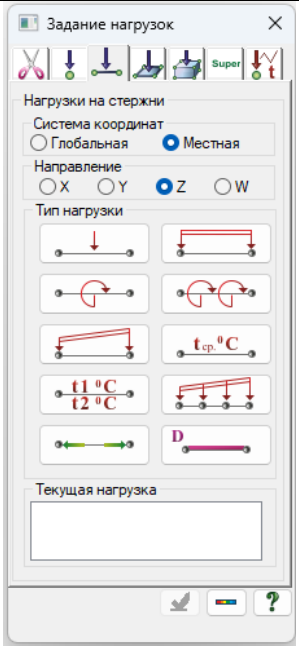
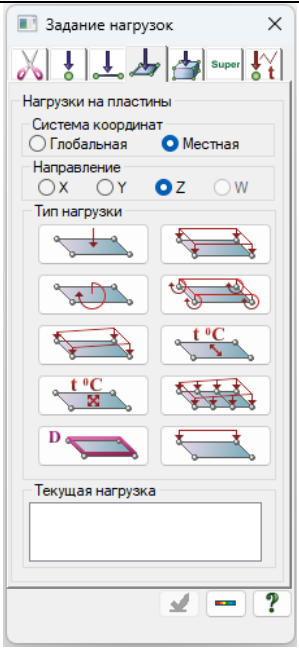
Отображение нагрузок	Отображение значений нагрузок	Отображение различных видов нагрузок
		

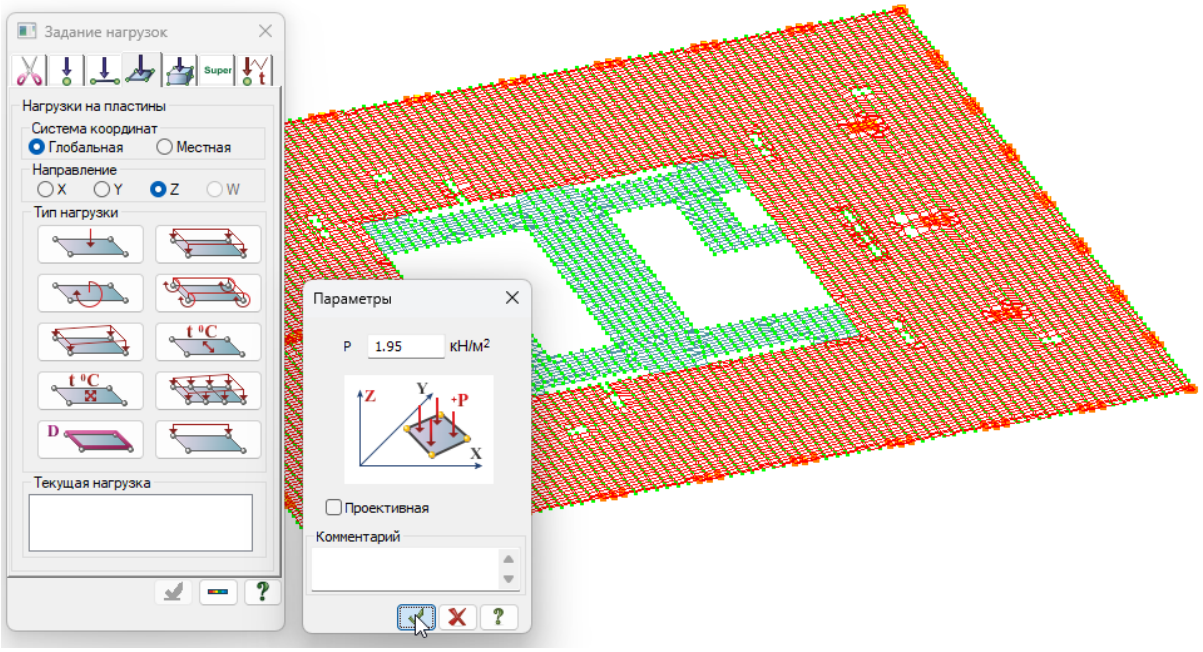
Приложение собственного веса



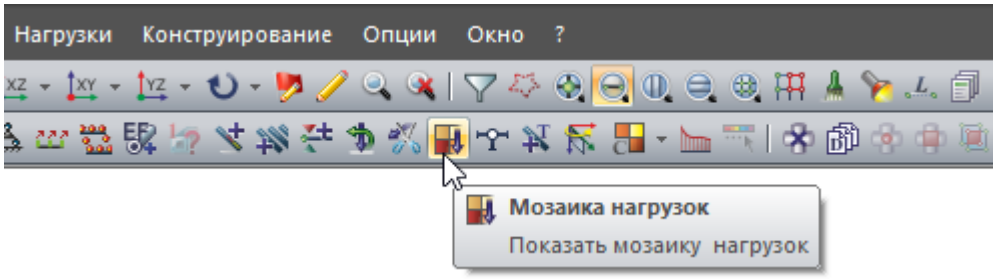
Приложение нагрузок кроме собственного веса. Можно сменить размерность для удобного приложения нагрузок.

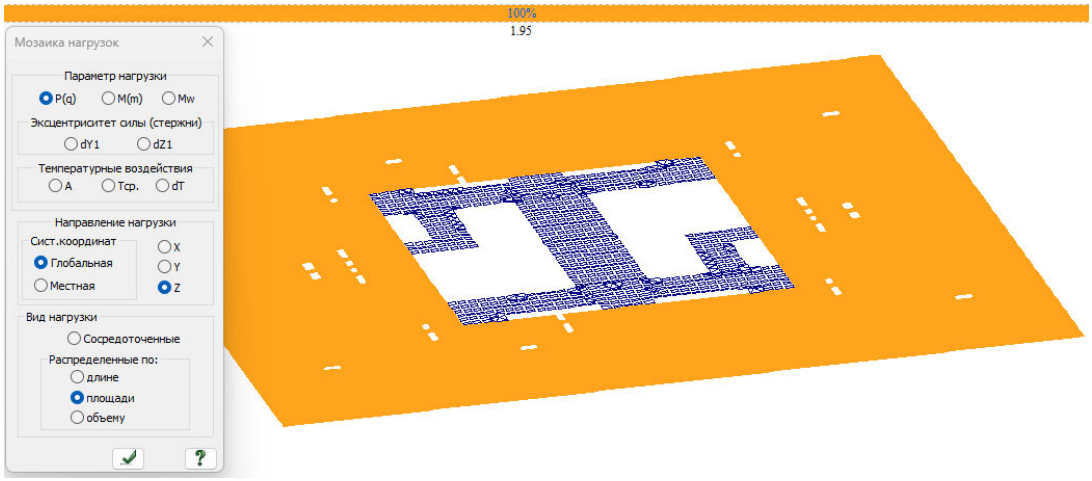


		
Наиболее часто используются при приложении нагрузок от оборудования по отдельному заданию.	Наиболее часто используются при задании нагрузок от ветра к балкам перекрытия	Используются при задании всех основных нагрузок



Для удобства проверки приложенных нагрузок можно воспользоваться мозаикой нагрузок  .

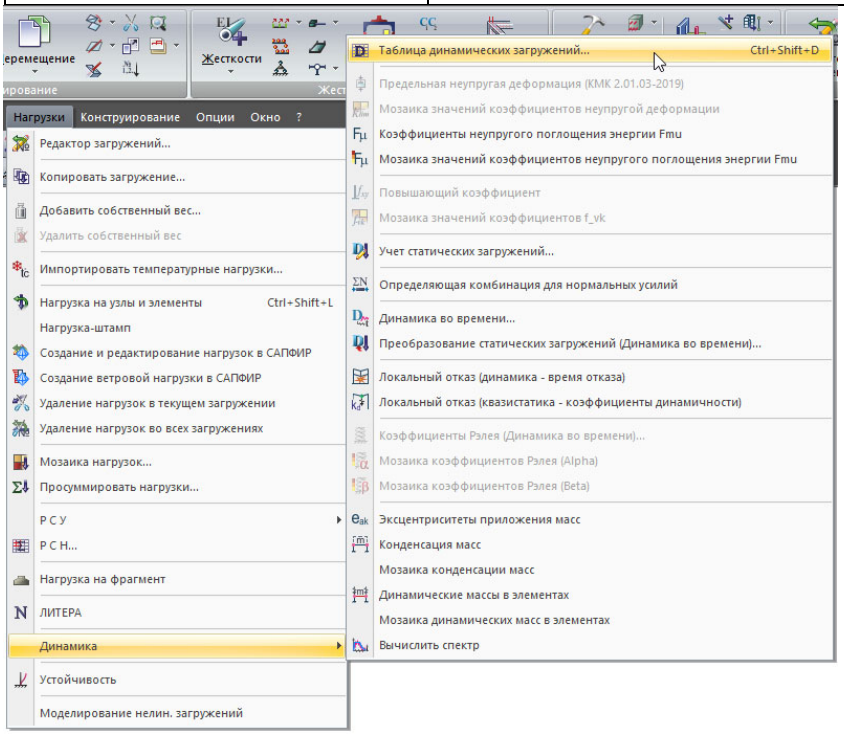




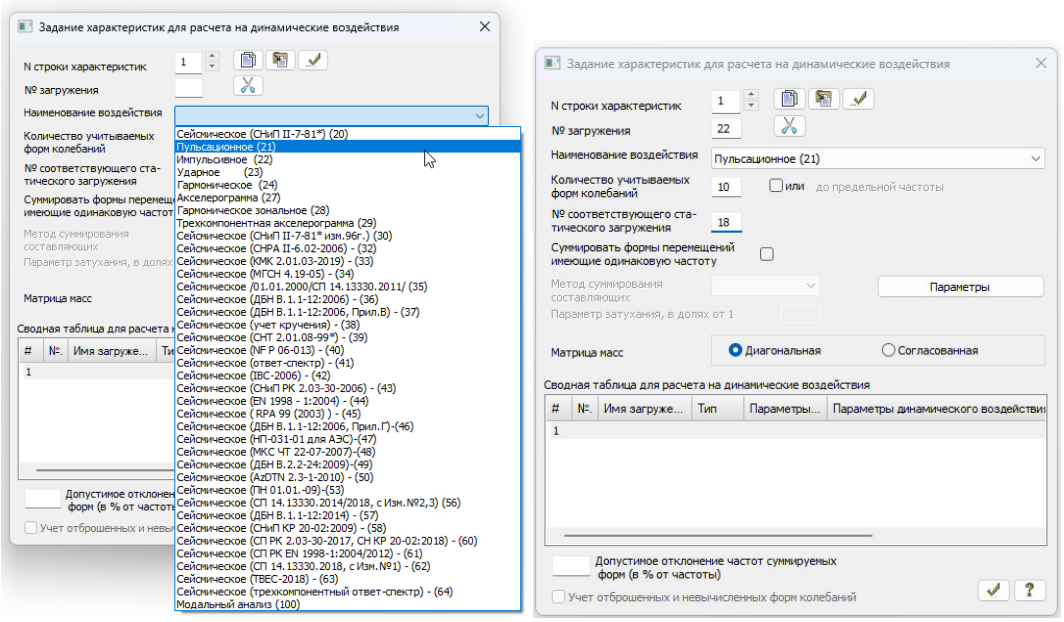
Присвоение свойств динамики пульсационной составляющей ветровой нагрузке

Назначение параметров и увязка со средней составляющей ветровой нагрузки

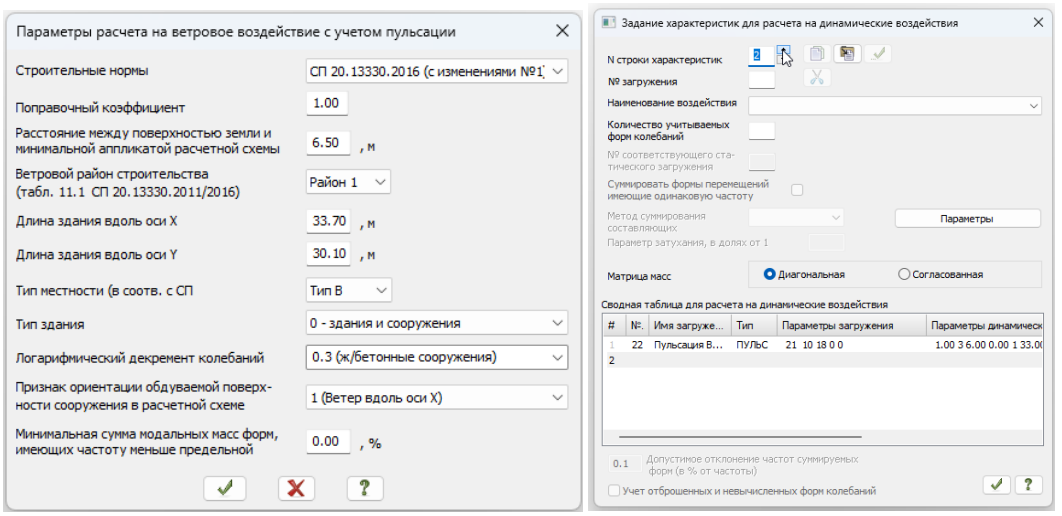
№ Загружения (пульсационное загружение)	№ Соответствующего статического загружения	Параметры расчета. Признак ориентации.
22	18	1. Ветер вдоль оси X
23	19	1. Ветер вдоль оси X
24	20	1. Ветер вдоль оси Y
25	21	1. Ветер вдоль оси Y



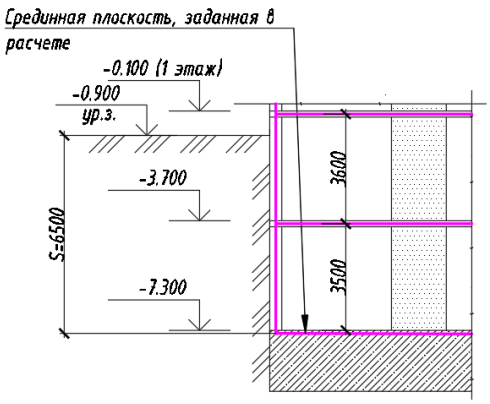
Количество учитываемых форм. Меньше трех ставить нельзя (п. 11.1.8г СП 20). Обычно ставится 10.



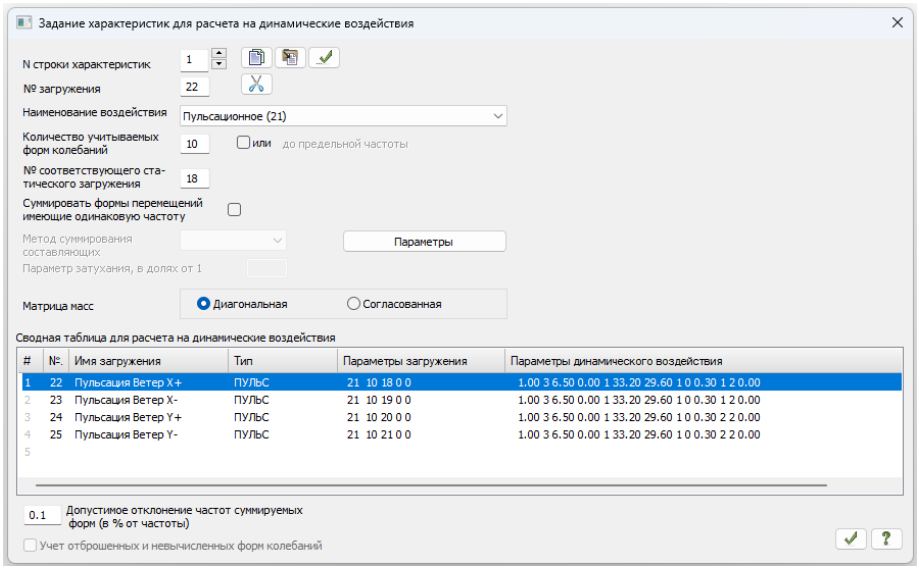
Поправочный коэффициент, если нет специальных указаний и потребностей расчета, остается равным 1.



Расстояние между поверхностью земли и минимальной аппликатой расчетной схемы S – это расстояние от заделки расчетной схемы до поверхности земли в глобальной системе координат.



Результат:



Сбор масс для ветровой нагрузки

Для всех ветровых загружений нужно прописать какие массы(загружения) участвуют в формировании пульсационной нагрузки.

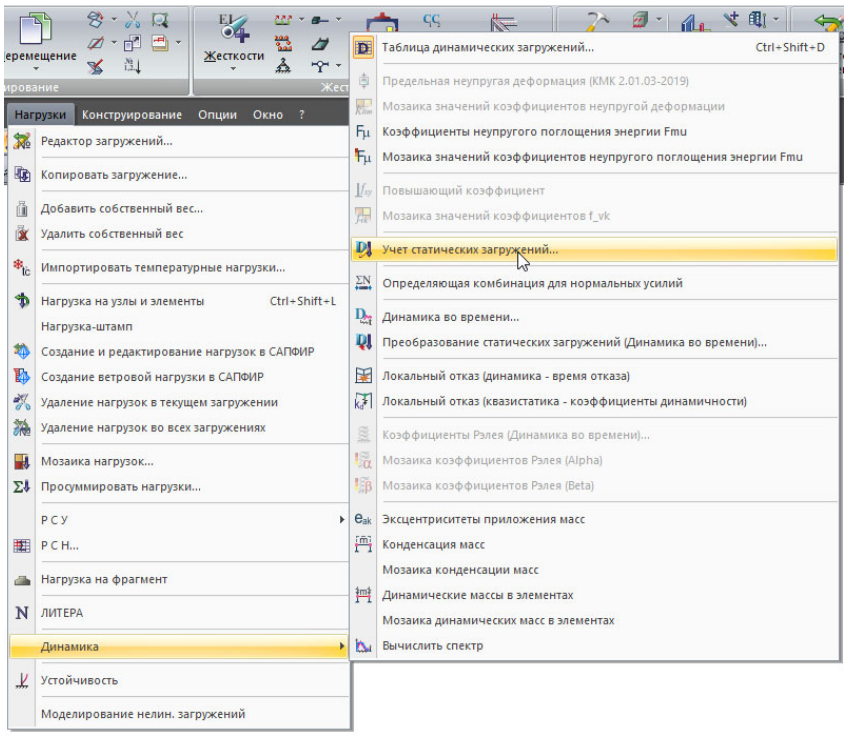
При этом имеются следующие правила:

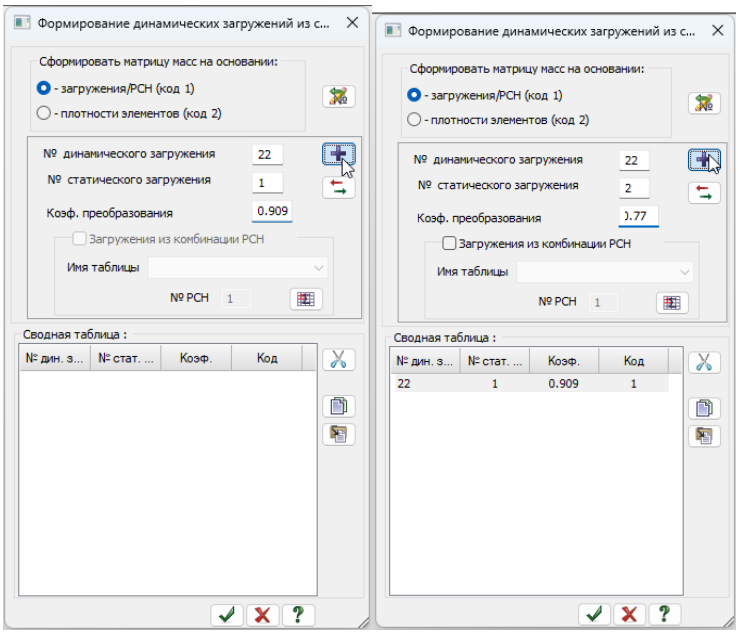
1. Массы нужно собрать нормативные. Если в расчетную схему задавались расчетные нагрузки, то их нужно в окне «Учет статических загружений» привести к нормативным. Это делается путем ввода коэффициентов равных: $1/\gamma_f$

2. Массы собираются для каждого пульсационного загружения.

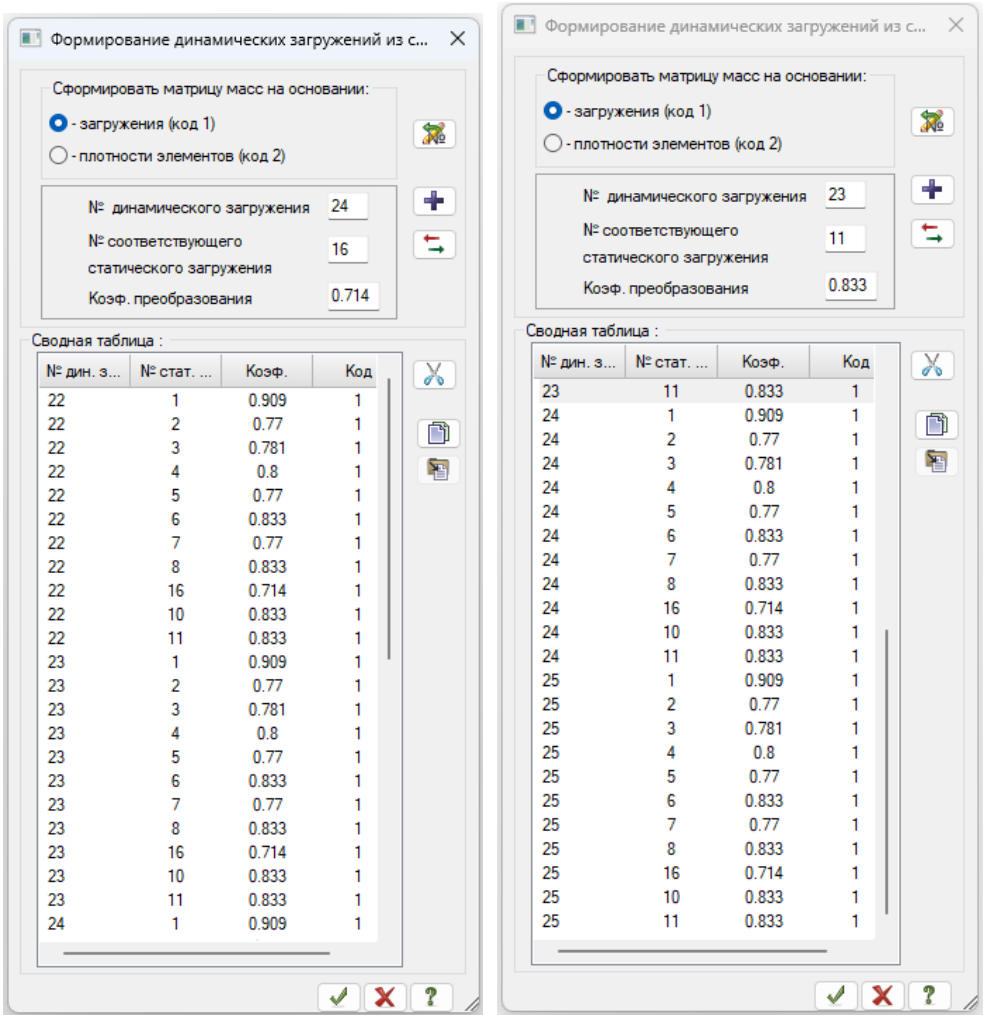
3. Если в одном месте действуют разные взаимоисключающие загружения, то необходимо выбрать одно (например, или снег или эксплуатируемая кровля).

4. Горизонтальные нагрузки (давление грунта) не учитывается в сборе масс.




Формирование динамических загружений из с...
Сформировать матрицу масс на основании:
- загружения/РСН (код 1)
- плотности элементов (код 2)
№ динамического загружения 22
№ статического загружения 1
Коэф. преобразования 0.909
Загружения из комбинации РСН
Имя таблицы
№ РСН 1
Сводная таблица :
№ дин. з... № стат. ... Коэф. Код
Формирование динамических загружений из с...
Сформировать матрицу масс на основании:
- загружения/РСН (код 1)
- плотности элементов (код 2)
№ динамического загружения 22
№ статического загружения 2
Коэф. преобразования
Загружения из комбинации РСН
Имя таблицы
№ РСН 1
Сводная таблица :
№ дин. з... № стат. ... Коэф. Код
22 1 0.909 1

Результат:

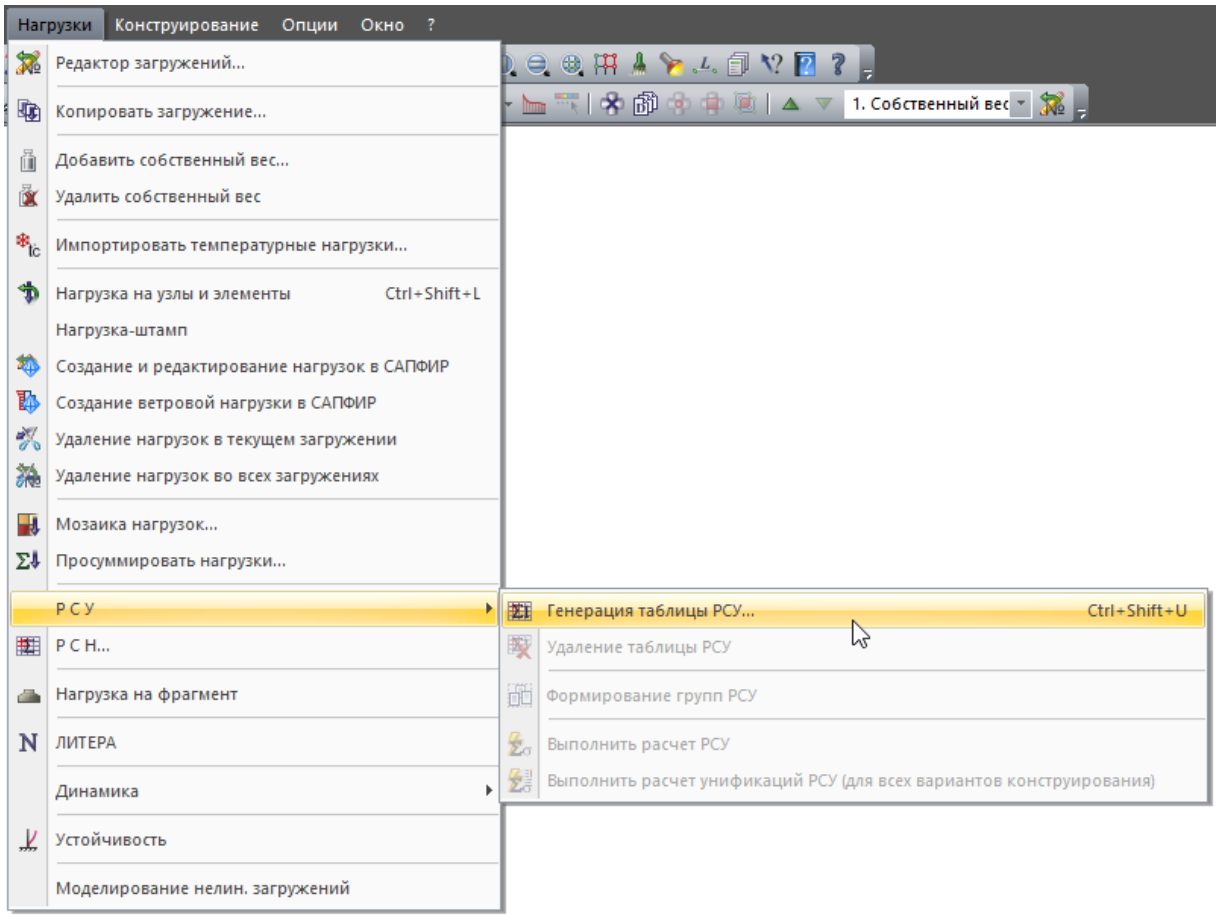

Формирование динамических загружений из с...
Сформировать матрицу масс на основании:
- загружения (код 1)
- плотности элементов (код 2)
№ динамического загружения 24
№ соответствующего статического загружения 16
Коэф. преобразования 0.714
Сводная таблица :
№ дин. з... № стат. ... Коэф. Код
22 1 0.909 1
22 2 0.77 1
22 3 0.781 1
22 4 0.8 1
22 5 0.77 1
22 6 0.833 1
22 7 0.77 1
22 8 0.833 1
22 16 0.714 1
22 10 0.833 1
22 11 0.833 1
23 1 0.909 1
23 2 0.77 1
23 3 0.781 1
23 4 0.8 1
23 5 0.77 1
23 6 0.833 1
23 7 0.77 1
23 8 0.833 1
23 16 0.714 1
23 10 0.833 1
23 11 0.833 1
24 1 0.909 1
Формирование динамических загружений из с...
Сформировать матрицу масс на основании:
- загружения (код 1)
- плотности элементов (код 2)
№ динамического загружения 23
№ соответствующего статического загружения 11
Коэф. преобразования 0.833
Сводная таблица :
№ дин. з... № стат. ... Коэф. Код
23 11 0.833 1
24 1 0.909 1
24 2 0.77 1
24 3 0.781 1
24 4 0.8 1
24 5 0.77 1
24 6 0.833 1
24 7 0.77 1
24 8 0.833 1
24 16 0.714 1
24 10 0.833 1
24 11 0.833 1
25 1 0.909 1
25 2 0.77 1
25 3 0.781 1
25 4 0.8 1
25 5 0.77 1
25 6 0.833 1
25 7 0.77 1
25 8 0.833 1
25 16 0.714 1
25 10 0.833 1
25 11 0.833 1

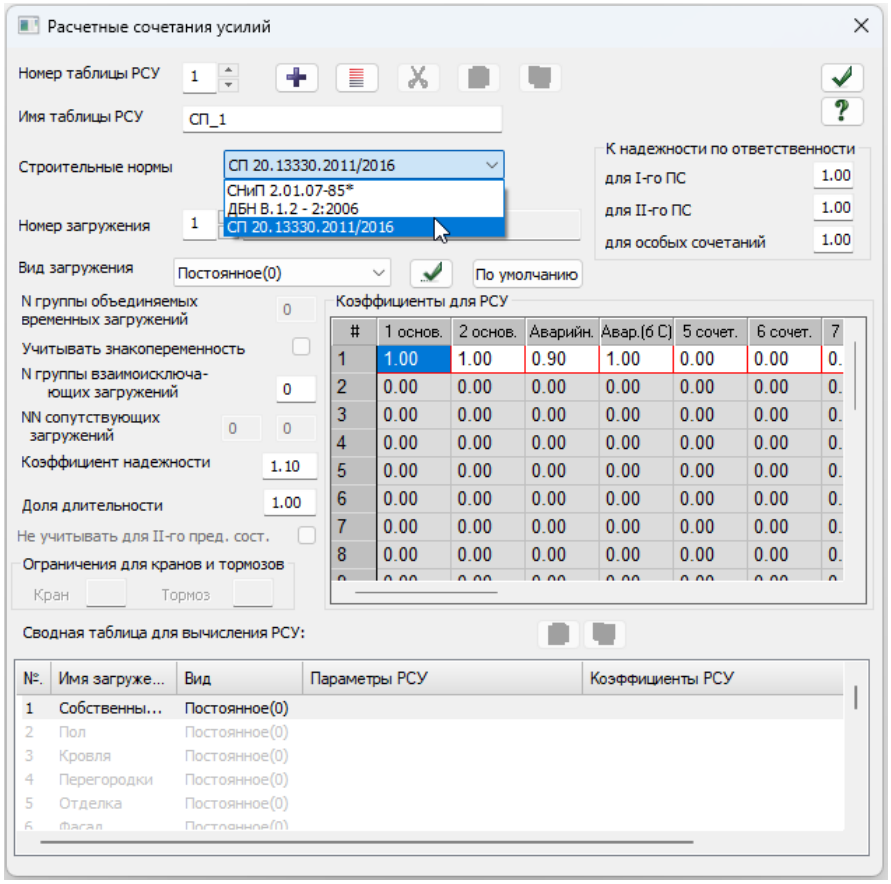
9. Расчетные сочетания усилий (РСУ) в программе

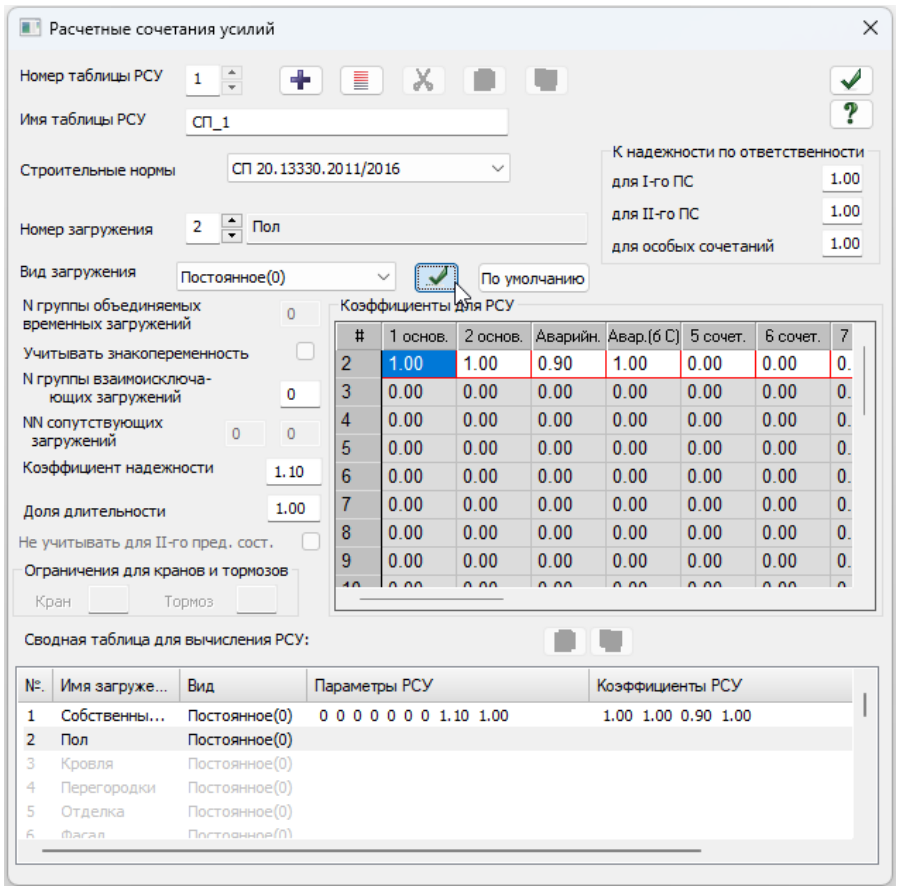
Расчетные сочетания усилий (РСУ) предназначены определения максимальных и минимальных значений усилий, а также их сочетаний. Программа в автоматическом режиме перебирает различные сочетания загружений и выбирает наихудшие из них.

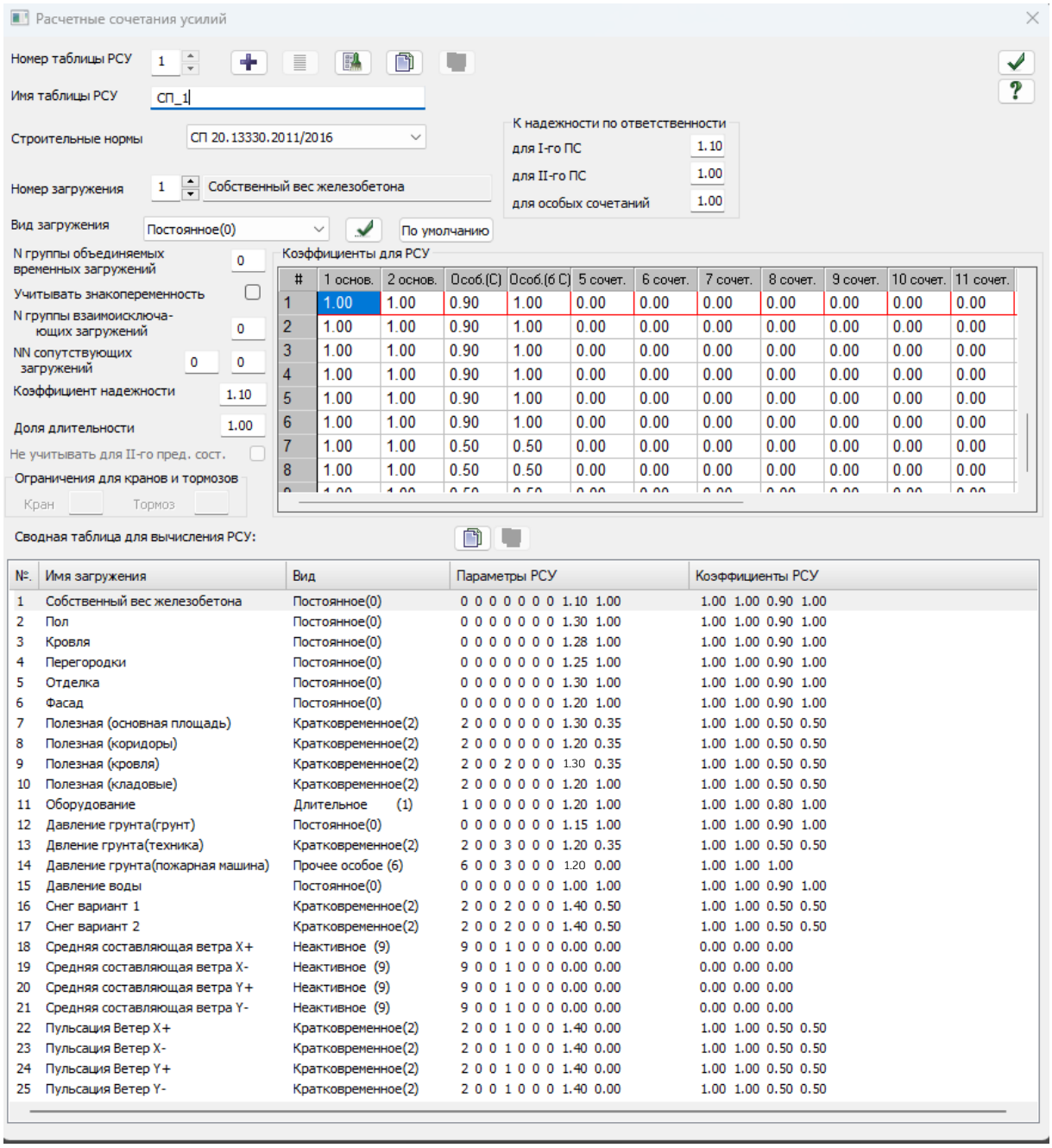
Для этого нужно создать таблицу РСУ. Прописать в ней нужные коэффициенты надежности по нагрузке, доли длительности и коэффициенты сочетаний.

Изначально программа выдает «стандартные» коэффициенты, но во многом они не сходятся с нормами.

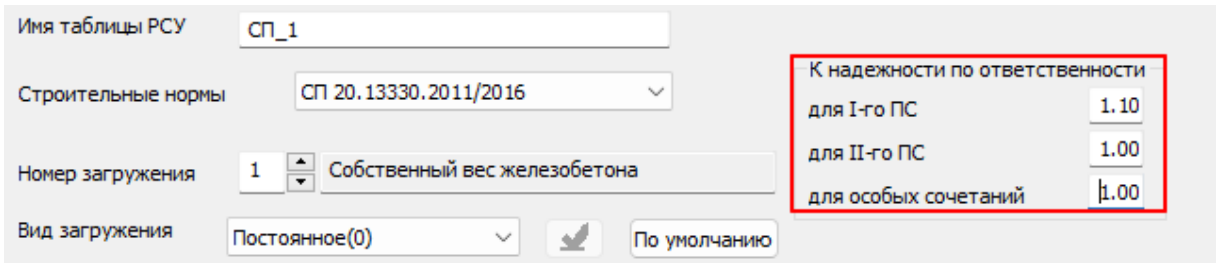



Расчетные сочетания усилий
Номер таблицы РСУ 1
Имя таблицы РСУ СП_1
Строительные нормы СП 20.13330.2011/2016
СНиП 2.01.07-85*
ДБН В.1.2 - 2:2006
СП 20.13330.2011/2016
Номер загружения 1
Вид загружения Постоянное(0)
По умолчанию
К надежности по ответственности
для I-го ПС 1.00
для II-го ПС 1.00
для особых сочетаний 1.00
N группы объединяемых временных загружений 0
Учитывать знакопеременность
N группы взаимоисключающих загружений 0
NN сопутствующих загружений 0 0
Коэффициент надежности 1.10
Доля длительности 1.00
Не учитывать для II-го пред. сост.
Ограничения для кранов и тормозов
Кран Тормоз
Коэффициенты для РСУ
1 основ. 2 основ. Аварийн. Авар.(б С) 5 сочет. 6 сочет. 7
1 1.00 1.00 0.90 1.00 0.00 0.00 0.
2 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
3 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
4 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
5 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
6 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
7 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
8 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
Сводная таблица для вычисления РСУ:
№. Имя загруже... Вид Параметры РСУ Коэффициенты РСУ
1 Собственны... Постоянное(0)
2 Пол Постоянное(0)
3 Кровля Постоянное(0)
4 Перегородки Постоянное(0)
5 Отделка Постоянное(0)


Расчетные сочетания усилий
Номер таблицы РСУ 1
Имя таблицы РСУ СП_1
Строительные нормы СП 20.13330.2011/2016
Номер загружения 2 Пол
Вид загружения Постоянное(0)
По умолчанию
К надежности по ответственности
для I-го ПС 1.00
для II-го ПС 1.00
для особых сочетаний 1.00
N группы объединяемых временных загружений 0
Учитывать знакопеременность
N группы взаимоисключающих загружений 0
NN сопутствующих загружений 0 0
Коэффициент надежности 1.10
Доля длительности 1.00
Не учитывать для II-го пред. сост.
Ограничения для кранов и тормозов
Кран Тормоз
Коэффициенты для РСУ
1 основ. 2 основ. Аварийн. Авар.(б С) 5 сочет. 6 сочет. 7
2 1.00 1.00 0.90 1.00 0.00 0.00 0.
3 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
4 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
5 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
6 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
7 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
8 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
9 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.
Сводная таблица для вычисления РСУ:
№. Имя загруже... Вид Параметры РСУ Коэффициенты РСУ
1 Собственны... Постоянное(0) 0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00 1.00 1.00 0.90 1.00
2 Пол Постоянное(0)
3 Кровля Постоянное(0)
4 Перегородки Постоянное(0)
5 Отделка Постоянное(0)



Коэффициенты надежности по ответственности (рассматриваемое здание КС-3).



Группы взаимоисключения:

№.	Имя загружения	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес железобетона	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Пол	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Кровля	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.28 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Перегородки	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.25 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Отделка	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Фасад	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Полезная (основная площадь)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
8	Полезная (коридоры)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
9	Полезная (кровля)	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
10	Полезная (кладовые)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.50 0.50
11	Оборудование	Длительное (1)	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.15 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
13	Давление грунта(техника)	Кратковременное(2)	2 0 0 3 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
14	Давление грунта(пожарная машина)	Прочее особое (6)	6 0 0 3 0 0 0 1.20 0.00	1.00 1.00 1.00
15	Давление воды	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
16	Снег вариант 1	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
17	Снег вариант 2	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
18	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
19	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
20	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
21	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
22	Пульсация Ветер X+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
23	Пульсация Ветер X-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
24	Пульсация Ветер Y+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
25	Пульсация Ветер Y-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50

Коэффициенты надежности по нагрузке:

№.	Имя загружения	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес железобетона	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Пол	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Кровля	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.28 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Перегородки	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.25 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Отделка	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Фасад	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Полезная (основная площадь)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
8	Полезная (коридоры)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
9	Полезная (кровля)	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
10	Полезная (кладовые)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.50 0.50
11	Оборудование	Длительное (1)	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.15 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
13	Давление грунта(техника)	Кратковременное(2)	2 0 0 3 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
14	Давление грунта(пожарная машина)	Прочее особое (6)	6 0 0 3 0 0 0 1.20 0.00	1.00 1.00 1.00
15	Давление воды	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
16	Снег вариант 1	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
17	Снег вариант 2	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
18	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
19	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
20	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
21	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
22	Пульсация Ветер X+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
23	Пульсация Ветер X-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
24	Пульсация Ветер Y+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
25	Пульсация Ветер Y-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50

Доли длительности:

№.	Имя загружения	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес железобетона	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Пол	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Кровля	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.28 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Перегородки	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.25 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Отделка	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Фасад	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Полезная (основная площадь)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
8	Полезная (коридоры)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
9	Полезная (кровля)	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
10	Полезная (кладовые)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.50 0.50
11	Оборудование	Длительное (1)	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.15 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
13	Двление грунта(техника)	Кратковременное(2)	2 0 0 3 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
14	Давление грунта(пожарная машина)	Прочее особое (6)	6 0 0 3 0 0 0 1.20 0.00	1.00 1.00 1.00
15	Давление воды	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
16	Снег вариант 1	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
17	Снег вариант 2	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
18	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
19	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
20	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
21	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
22	Пульсация Ветер X+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
23	Пульсация Ветер X-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
24	Пульсация Ветер Y+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
25	Пульсация Ветер Y-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50

Коэффициенты сочетаний:

№.	Имя загружения	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес железобетона	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Пол	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Кровля	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.28 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Перегородки	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.25 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Отделка	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Фасад	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Полезная (основная площадь)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
8	Полезная (коридоры)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
9	Полезная (кровля)	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
10	Полезная (кладовые)	Кратковременное(2)	2 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.50 0.50
11	Оборудование	Длительное (1)	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.15 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
13	Двление грунта(техника)	Кратковременное(2)	2 0 0 3 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
14	Давление грунта(пожарная машина)	Прочее особое (6)	6 0 0 3 0 0 0 1.20 0.00	1.00 1.00 1.00
15	Давление воды	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
16	Снег вариант 1	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
17	Снег вариант 2	Кратковременное(2)	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
18	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
19	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
20	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
21	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное (9)	9 0 0 1 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
22	Пульсация Ветер X+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
23	Пульсация Ветер X-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
24	Пульсация Ветер Y+	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50
25	Пульсация Ветер Y-	Кратковременное(2)	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.50

Частые вопросы:

Вопрос 1. Что будет если задать коэффициенты надежности по нагрузке меньшими/большими.

Ответ:

В примере задаются расчетные нагрузки. Для получения нормативных нагрузок программа делит на коэффициент надежности. Соответственно если коэффициент надежности по нагрузке занижен, то нормативные нагрузки будут завышенными и расчеты по трещиностойкости (вторая группа предельных состояний) для железобетона будут в запас.

10. Расчетные сочетания нагрузок (РСН) в программе

Расчетные сочетания нагрузок (РСН) создаются пользователем вручную и служат для ряда сопутствующих задач. Количество РСУ, которое делает программа автоматически как правило всегда превышает на несколько порядков количество РСН.

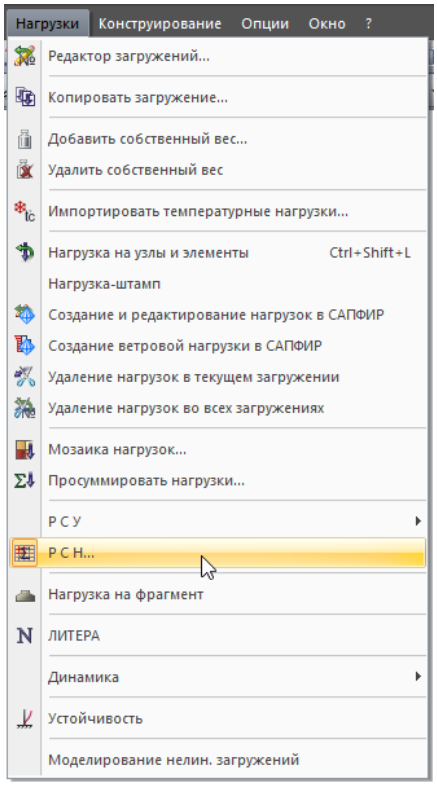
№ п/п	Загружение	Доля длитель-ности	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Величина обратная коэффициенту надежности	РСН 1.1.	РСН 1.2.	РСН 1.3.	РСН 1.4.	РСН 1.5.	РСН 1.6.	РСН 1.7.	РСН 1.8.
1	Собственный вес конструкций железобетонных	1	1,1	1/1,1=0,909	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Пол	1	1,3	1/1,3=0,77	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Кровля	1	1,28	1/1,28=0,781	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Перегородки	1	1,25	1/1,25=0,8	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Отделка (штукатурка) железобетона	1	1,3	1/1,3=0,77	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Фасад	1	1,2	1/1,2=0,833	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Полезная (основная площадь)	0,35	1,3	1/1,3=0,77	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Полезная (коридоры)	0,35	1,2	1/1,2=0,833	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Полезная (кровля)	0,35	1,2	1/1,3=0,77	1	1	1	1	0	0	0	0
10	Полезная (кладовые)	1	1,2	1/1,2=0,833	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Помещения с оборудованием	1	1,2	1/1,2=0,833	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Давление грунта от веса грунта	1	1,15	1/1,15=0,870	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Давление грунта от проездов обычной техники	0,35	1,2	1/1,2=0,833	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Давление грунта от пожарной машины	0	1,2	1/1,2=0,833	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Давление воды	1	1	1/1=1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Снег вариант 1	0,5	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	0	1	1	1	1
17	Снег вариант 2	0,5	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Средняя составляющая ветра X+	0	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Средняя составляющая ветра X-	0	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Средняя составляющая ветра Y+	0	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Средняя составляющая ветра Y-	0	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Пульсация Ветер X+	0	1,4	1/1,4=0,714	1	0	0	0	1	0	0	0
23	Пульсация Ветер X-	0	1,4	1/1,4=0,714	0	1	0	0	0	1	0	0
24	Пульсация Ветер Y+	0	1,4	1/1,4=0,714	0	0	1	0	0	0	1	0
25	Пульсация Ветер Y-	0	1,4	1/1,4=0,714	0	0	0	1	0	0	0	1

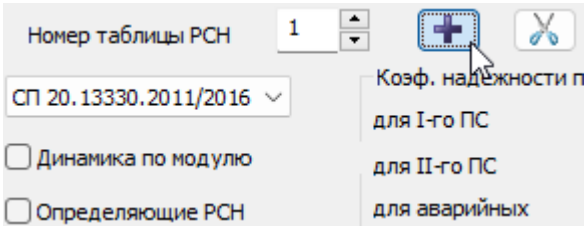
№ п/п	Загружение	РСН 2.1	РСН 2.2	РСН 2.3.	РСН 2.4.	РСН 2.5.	РСН 2.6.	РСН 2.7.	РСН 2.8.
1	Собственный вес конструкций железобетонных	0,909	0,909	0,909	0,909	0,909x1	0,909x1	0	0
2	Пол	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77 x1	0,77 x1	0	0
3	Кровля	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781 x1	0,781 x1	0	0
4	Перегородки	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8 x1	0,8 x1	0	0
5	Отделка (штукатурка) железобетона	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77 x1	0,77 x1	0	0
6	Фасад	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833 x1	0,833 x1	0	0
7	Полезная (основная площадь)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77x0,35= 0,27	0,77 x0,35 =0,27	0	0
8	Полезная (коридоры)	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833x0,35 =0,292	0,833 x0,35 =0,292	0	0
9	Полезная (кровля)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77x0,35= 0,27	0	0	0
10	Полезная (кладовые)	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833x1	0,833x1	0	0
11	Помещения с оборудованием	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833x1	0,833x1	0	0
12	Давление грунта от веса грунта	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870x1	0,870x1	0	0
13	Давление грунта от проездов обычной техники	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833x1	0,833x1	0	0
14	Давление грунта от пожарной машины	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Давление воды	1	1	1	1	1x1	1x1	0	0
16	Снег вариант 1	0	0	0	0	0	0,714x0, 5 =0,357	0	0
17	Снег вариант 2	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Средняя составляющая ветра X+	0,714	0	0	0	0	0	0	0
19	Средняя составляющая ветра X-	0	0,714	0	0	0	0	0	0
20	Средняя составляющая ветра Y+	0	0	0,714	0	0	0	0	0
21	Средняя составляющая ветра Y-	0	0	0	0,714	0	0	0	0
22	Пульсация Ветер X+	0	0	0	0	0	0	1	0
23	Пульсация Ветер X-	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Пульсация Ветер Y+	0	0	0	0	0	0	0	1
25	Пульсация Ветер Y-	0	0	0	0	0	0	0	0

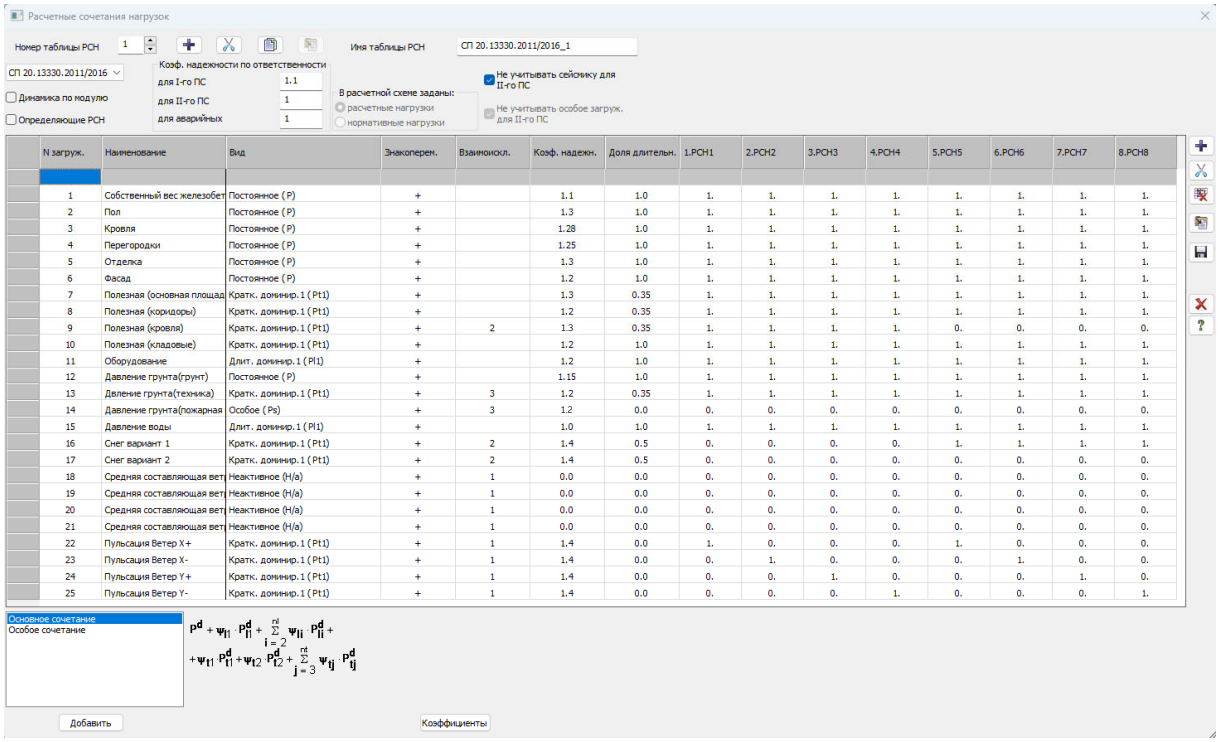
РСН	Назначение №1	Назначение №2
1.1.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.2.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.3.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.4.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.5.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.6.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.7.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
1.8.	Расчет по 1 ГПС, если нужен расчет без РСУ	Расчет устойчивости*
2.1.	Перемещение верха здания Примечание: По п. Д.1.1. СП 20 учитывается только статическая составляющая ветровой нагрузки.	
2.2.	Перемещение верха здания Примечание: По п. Д.1.1. СП 20 учитывается только статическая составляющая ветровой нагрузки.	
2.3.	Перемещение верха здания Примечание: По п. Д.1.1. СП 20 учитывается только статическая составляющая ветровой нагрузки.	
2.4.	Перемещение верха здания Примечание: По п. Д.1.1. СП 20 учитывается только статическая составляющая ветровой нагрузки.	
2.5.	Прогибы перекрытий, осадки, относительные разности осадок	Определение отпора грунта Rz
2.6.	Прогибы перекрытий, осадки, относительные разности осадок	Определение отпора грунта Rz
2.7.	Определение перемещений от суммарной и средней составляющей ветровой нагрузки $Sw_p + Sw_m$	
2.8.	Определение перемещений от суммарной и средней составляющей ветровой нагрузки $Sw_p + Sw_m$	

Примечание: *При этом нужно использовать только статический ветер с коэффициентом, учитывающим пульсацию. Можно скопировать РСН в дополнительную таблицу или продолжить существующую, скопировав уже введенные значения в новые ячейки. О том как определить коэффициент к пульсации см. п.11. Упрощение расчетов с учетом пульсационной ветровой нагрузки в РСУ и РСН.

Создаем таблицы РСН №1 и №2.

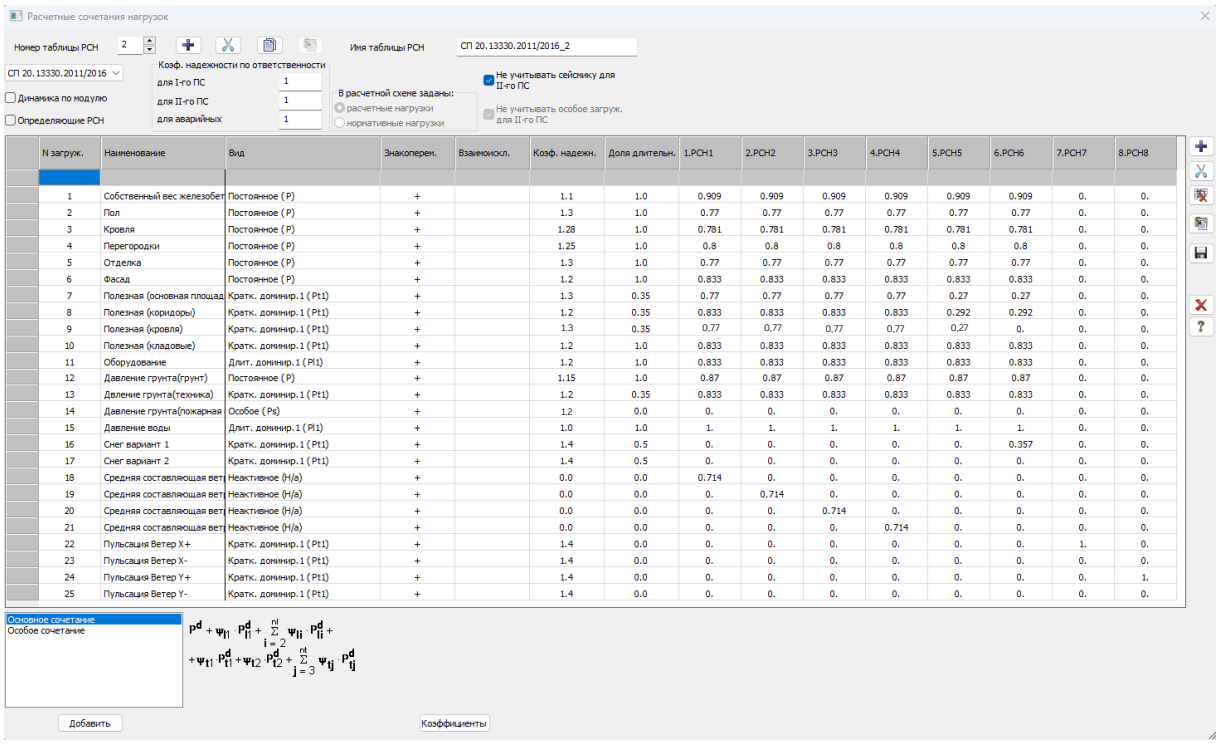




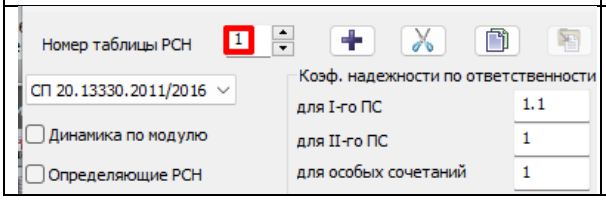
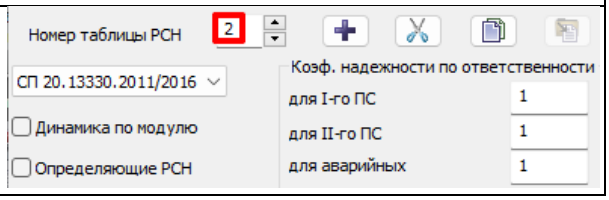


N загруж.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коэф. надежн.	Доля длительн.	1.PCH1	2.PCH2	3.PCH3	4.PCH4	5.PCH5	6.PCH6	7.PCH7	8.PCH8
1	Собственный вес железобет	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
2	Пол	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
3	Кровля	Постоянное (P)	+		1.28	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
4	Перегородки	Постоянное (P)	+		1.25	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
5	Отделка	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
6	Фасад	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
7	Полезная (основная площад	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.3	0.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
8	Полезная (коридоры)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	0.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
9	Полезная (кровля)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	2	1.3	0.35	1.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	0.
10	Полезная (кладовые)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
11	Оборудование	Длит. доминир.1 (Pl1)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное (P)	+		1.15	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
13	Давление грунта(техника)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	3	1.2	0.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
14	Давление грунта(пожарная	Особое (Ps)	+	3	1.2	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
15	Давление воды	Длит. доминир.1 (Pl1)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
16	Снег вариант 1	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	2	1.4	0.5	0.	0.	0.	0.	1.	1.	1.	1.
17	Снег вариант 2	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	2	1.4	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
18	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+	1	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
19	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+	1	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
20	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+	1	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
21	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+	1	0.0	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
22	Пульсация Ветер X+	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	1	1.4	0.0	1.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.
23	Пульсация Ветер X-	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	1	1.4	0.0	0.	1.	0.	0.	0.	1.	0.	0.
24	Пульсация Ветер Y+	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	1	1.4	0.0	0.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	0.
25	Пульсация Ветер Y-	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+	1	1.4	0.0	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	1.

$$P^d + \psi_{l1} \cdot P^d_{l1} + \sum_{i=2}^{n} \psi_{li} \cdot P^d_{li} + \\ + \psi_{t1} \cdot P^d_{t1} + \psi_{t2} \cdot P^d_{t2} + \sum_{j=3}^{n} \psi_{tj} \cdot P^d_{tj}$$



Коэффициенты надежности по ответственности

PCH 1.1–1.8.	PCH 2.1–2.8
	

11. Упрощение расчетов с учетом пульсационной ветровой нагрузки в РСУ и РСН

Расчет на пульсацию требует довольно много машинного времени, и сам расчет на пульсацию ведется с иными жесткостями основания и жесткостями конструкций. Чтобы исключить пульсационное загружение его «прибавляют» в среднюю составляющую. Добавка происходит на этапе, когда все габариты основных несущих конструкций определены и можно говорить о том, что жесткость здания в целом меняться не будет.

Вычисляют коэффициенты $\boldsymbol{K_w}$ (для каждого направления свой) равный:

$$\boldsymbol{K_w = \frac{Sw_p + Sw_m}{Sw_m}}$$

$\boldsymbol{Sw_m}$ перемещение верха здания от средней составляющей ветровой нагрузки;

$\boldsymbol{Sw_p}$ перемещение верха здания от пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

$\boldsymbol{Sw_m}$ определяется по перемещениям X/Y в Результатах расчета по загружению 

$\boldsymbol{Sw_p + Sw_m}$ определяется по перемещениям X/Y в Результатах расчета по РСН (в примере РСН 2.7, 2.8)  .

Данный подход является инженерным, дающим некую погрешность. Однако данная погрешность не сильно влияет на результат.

$\boldsymbol{K_w}$, как правило лежит в диапазоне от 1,4 до 2. Пульсационная составляющая после введения коэффициента $\boldsymbol{K_w}$ удаляется. В примере дан случай, когда $\boldsymbol{K_w = 2}$.

Таблица РСУ

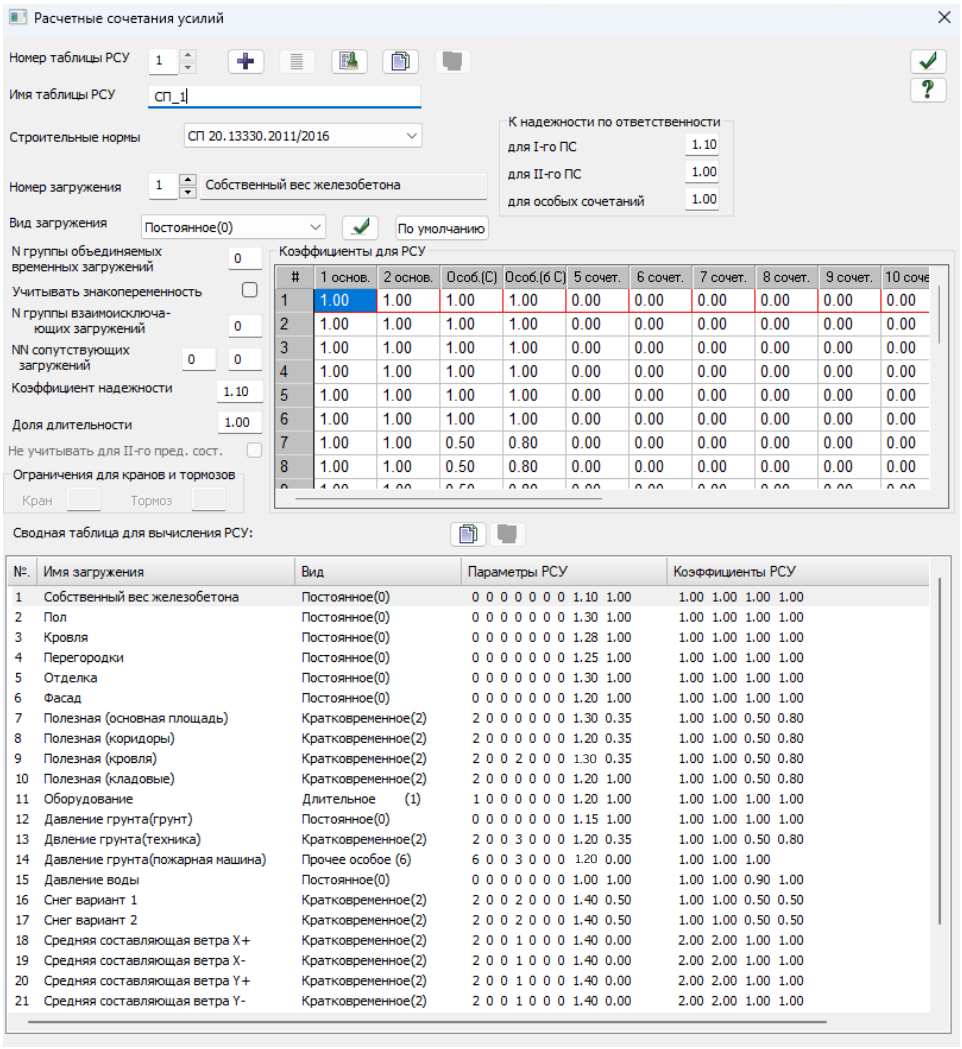
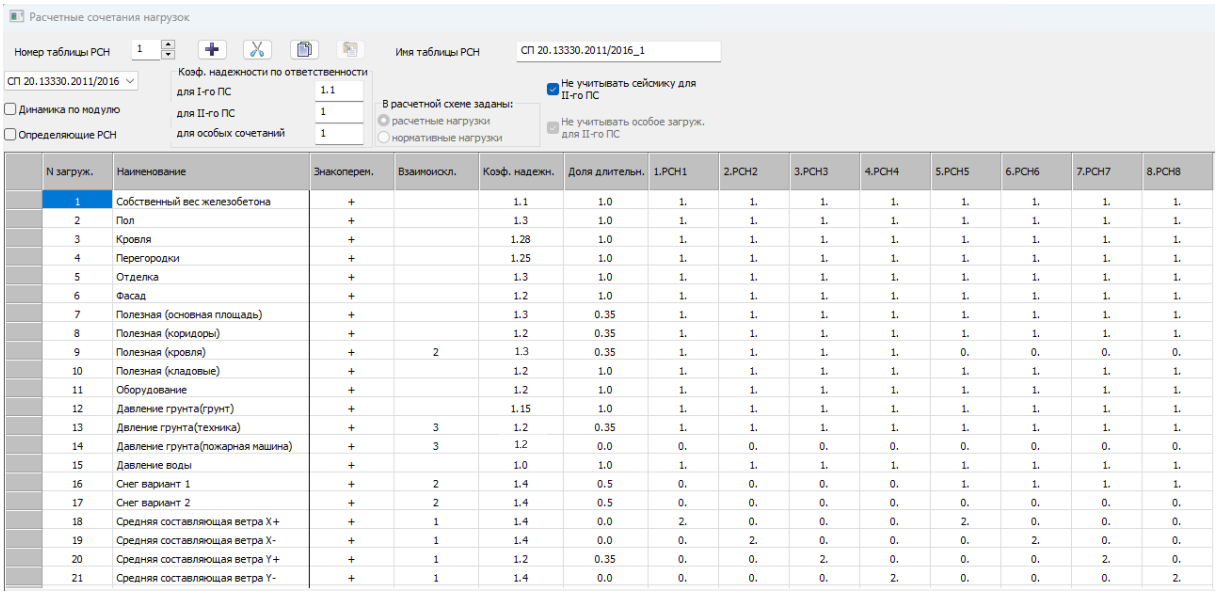


Таблица РСН



Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН 2 Имя таблицы РСН СП 20.13330.2011/2016_2

СП 20.13330.2011/2016

Коэф. надежности по ответственности
для I-го ПС 1
для II-го ПС 1
для аварийных 1

Динамика по модулю
Определяющие РСН

В расчетной схеме заданы:
расчетные нагрузки
нормативные нагрузки

Не учитывать сейсмику для II-го ПС
Не учитывать особое загруж. для II-го ПС

N загруж.	Наименование	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коэф. надежн.	Доля длительн.	1.РСН1	2.РСН2	3.РСН3	4.РСН4	5.РСН5	6.РСН6
1	Собственный вес железобетона	+		1.1	1.0	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909
2	Пол	+		1.3	1.0	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
3	Кровля	+		1.28	1.0	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781
4	Перегородки	+		1.25	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
5	Отделка	+		1.3	1.0	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
6	Фасад	+		1.2	1.0	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
7	Полезная (основная площадь)	+		1.3	0.35	0.77	0.77	0.77	0.77	0.27	0.27
8	Полезная (коридоры)	+		1.2	0.35	0.833	0.833	0.833	0.833	0.292	0.292
9	Полезная (кровля)	+		1.3	0.35	0.77	0.77	0.77	0.77	0.27	0.
10	Полезная (кладовые)	+		1.2	1.0	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
11	Оборудование	+		1.2	1.0	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
12	Давление грунта(грунт)	+		1.15	1.0	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
13	Двление грунта(техника)	+		1.2	0.35	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
14	Давление грунта(пожарная машина)	+		1.2	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.
15	Давление воды	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.	1.
16	Снег вариант 1	+		1.4	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.357
17	Снег вариант 2	+		1.4	0.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.
18	Средняя составляющая ветра X+	+		1.4	0.0	0.714	0.	0.	0.	0.	0.
19	Средняя составляющая ветра X-	+		1.4	0.0	0.	0.714	0.	0.	0.	0.
20	Средняя составляющая ветра Y+	+		1.4	0.0	0.	0.	0.714	0.	0.	0.
21	Средняя составляющая ветра Y-	+		1.4	0.0	0.	0.	0.	0.714	0.	0.

12. Учет этапности в РСУ и РСН

Для более правильного (более приближенного к реальности) формирования напряженно-деформированного состояния необходимо учитывать этапность возведения здания. Расчетную схему с учетом этапности обычно делают после предварительных расчетов без монтажа и назначения сечений конструкциям и упрощения расчетов с учетом пульсационной ветровой нагрузки.

В классическом варианте учитывается этапность следующим образом:

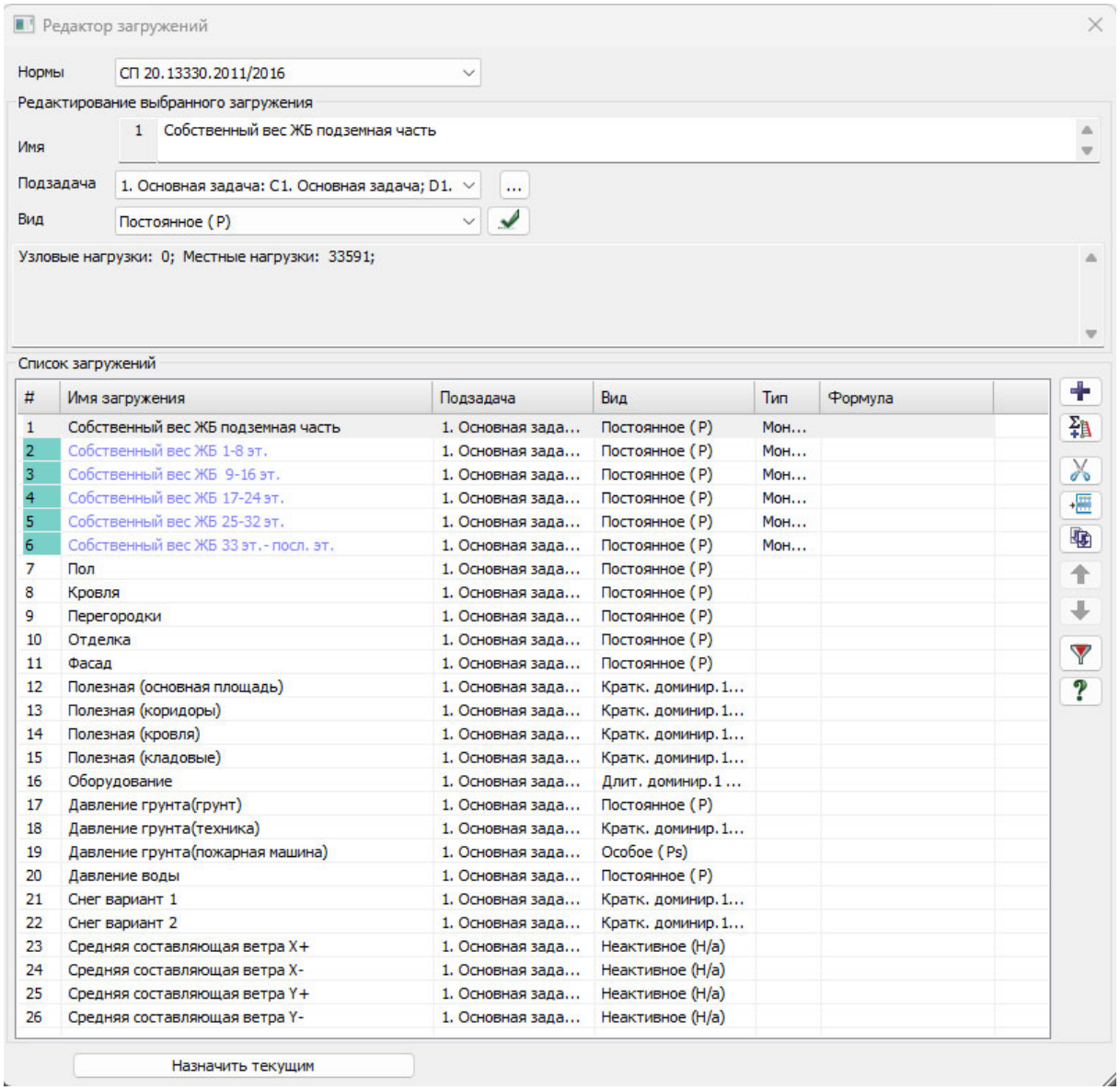
1. Возведение подземной части
2. Возведение 1-8 этажей
3. Возведение 9-16 этажей
4. Возведение 17-24 этажей
5. Возведение 25-32 этажей
6. Возведение от 33 этажа до последнего
7. Приложение к полной схеме остальных загружений.

Частые вопросы:

Вопрос 1. Нужно ли монтировать последовательно все этажи для повышения точности?

Ответ. Для достаточной точности достаточно вести монтаж по 5-8 этажей.

1. Создаем дополнительные загружения собственного веса для принятой разбивки по этажам. В данном примере это загружения 1-6.

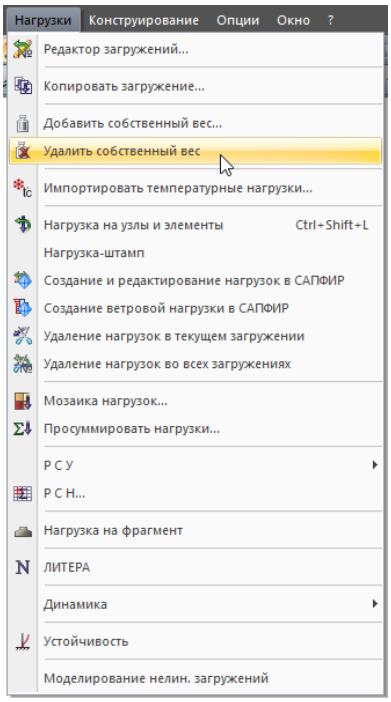


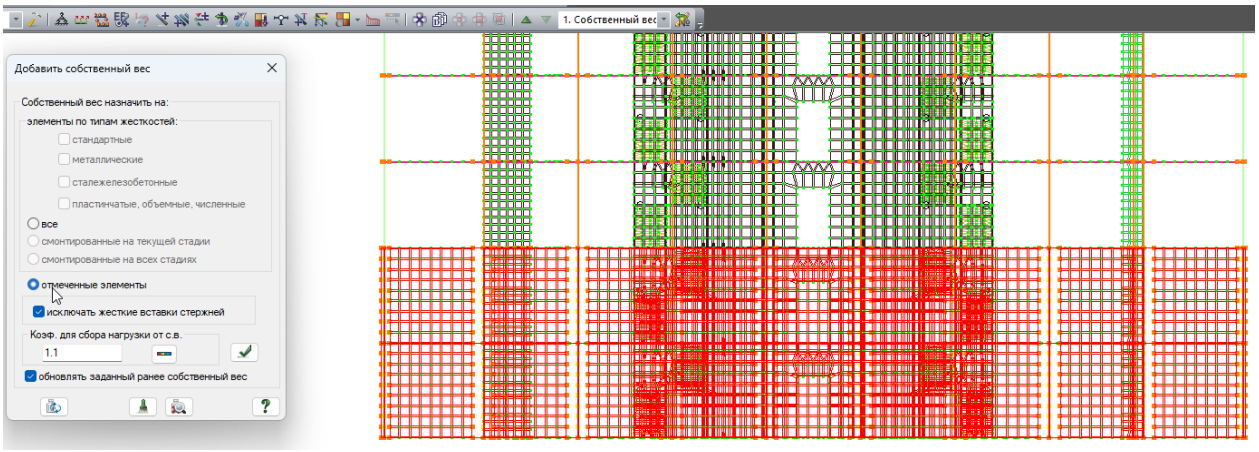
2. Собственный вес прикладываем только на элементы, указанные в названии загружения.

Для этого удаляем ранее приложенный собственный вес, если он был приложен.

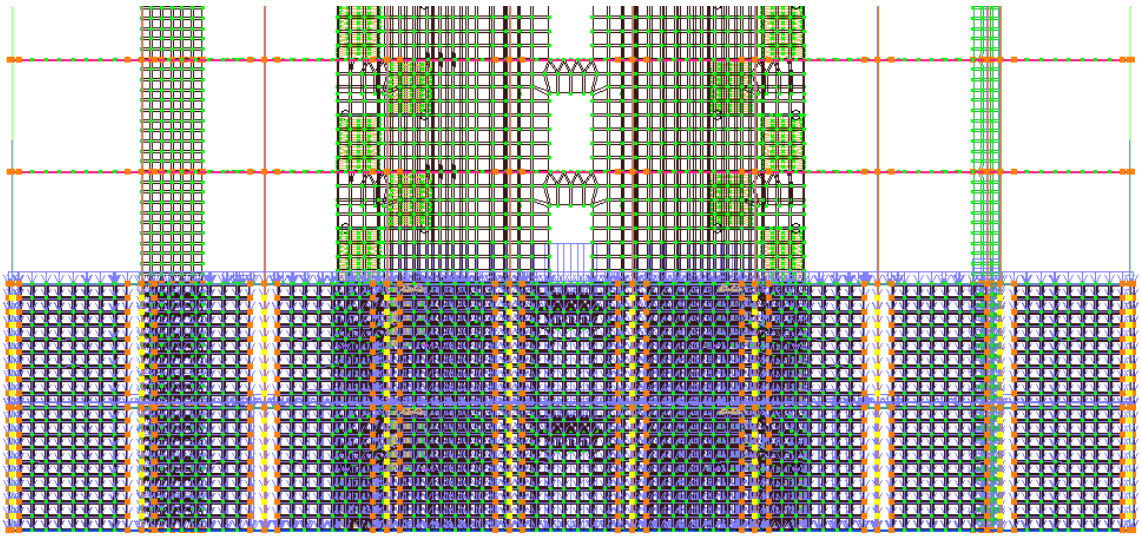
Для этого их выделяем и при приложении собственного веса ставим галочку.

Проделываем для всех загружений с собственным весом.





Результат добавления собственного только на конструкции подвала:



Для создания «монтажа»:

1) Добавляем таблицу нелинейных загружений;

2) Выбираем «монтаж»;

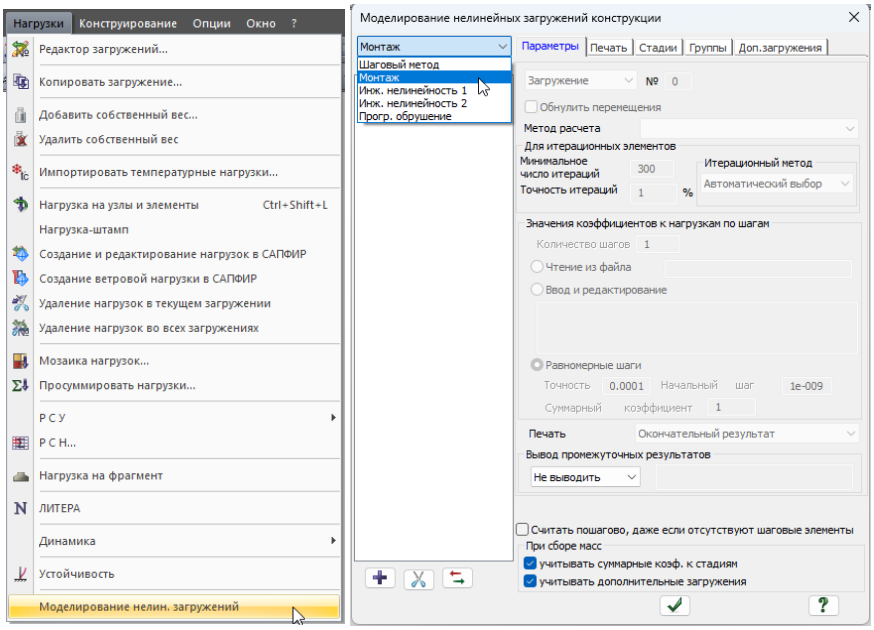
3) В монтаже добавляем все загружения, которые используем в расчете  ;

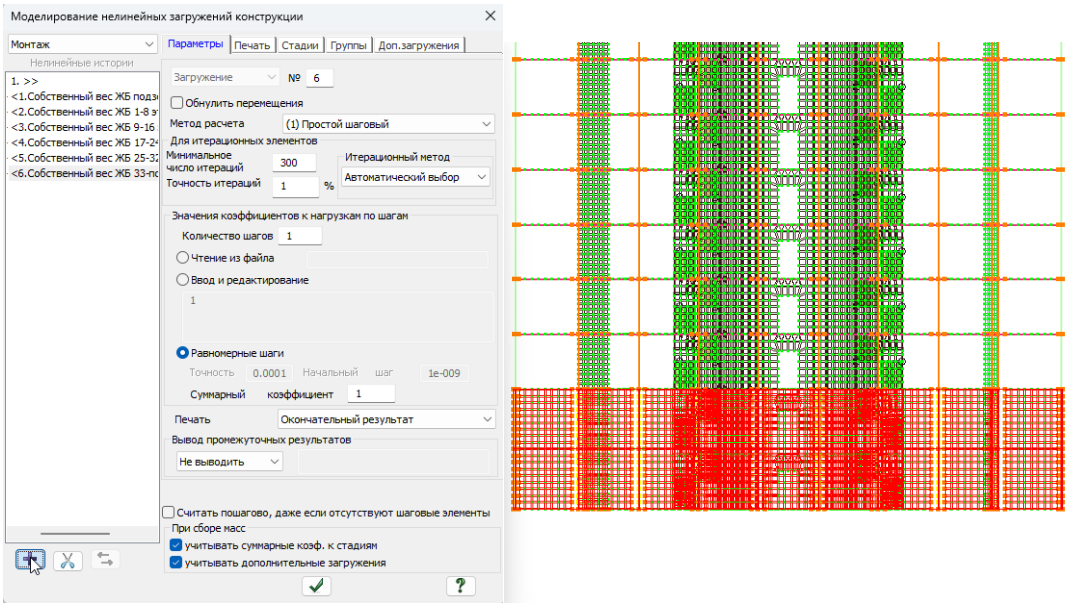
4) Отмечаем все элементы, входящие в загружение №1 с собственным весом  ;

5) Во вкладке «Стадии» в «Монтируемых элементах» нажмаем «все отмеченные». Должен появиться список. Тем самым мы сделали элементы смонтированными на данной стадии.

6) Проделываем операцию по п. 4)-5) для других загружений с собственным весом.

7) Нажимаем для завершения и сохранения  .





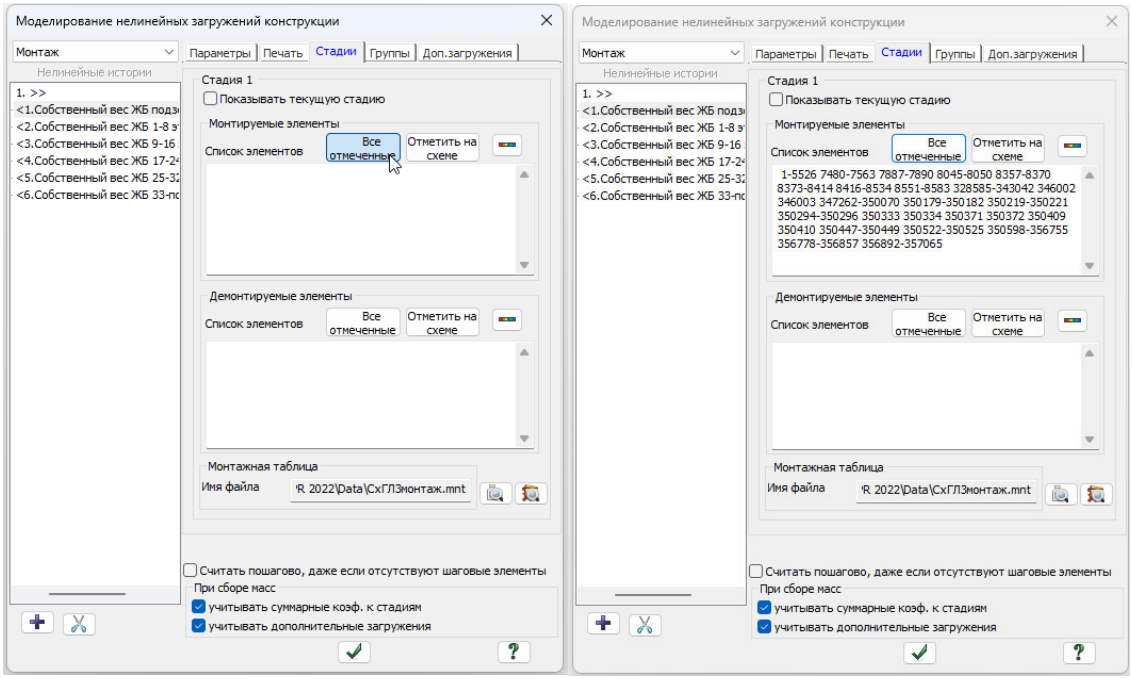
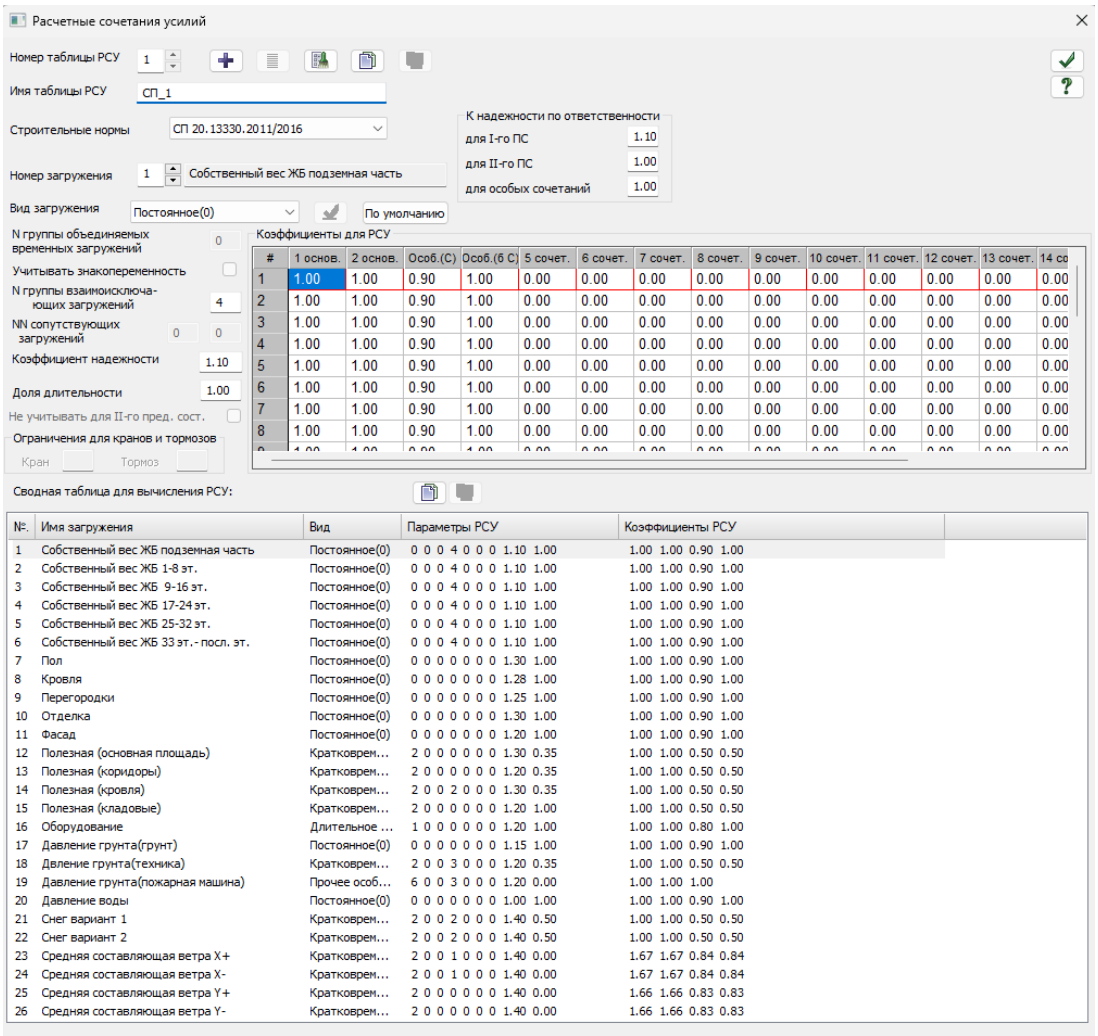


Таблица РСУ



№	Имя загружения	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный вес ЖБ подземная часть	Постоянное(0)	0 0 0 4 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Собственный вес ЖБ 1-8 эт.	Постоянное(0)	0 0 0 4 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Собственный вес ЖБ 9-16 эт.	Постоянное(0)	0 0 0 4 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Собственный вес ЖБ 17-24 эт.	Постоянное(0)	0 0 0 4 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Собственный вес ЖБ 25-32 эт.	Постоянное(0)	0 0 0 4 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Собственный вес ЖБ 33 эт.- посл. эт.	Постоянное(0)	0 0 0 4 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Пол	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
8	Кровля	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.28 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
9	Перегородки	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.25 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
10	Отделка	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.30 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
11	Фасад	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
12	Полезная (основная площадь)	Кратковрем...	2 0 0 0 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
13	Полезная (коридоры)	Кратковрем...	2 0 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
14	Полезная (кровля)	Кратковрем...	2 0 0 2 0 0 0 1.30 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
15	Полезная (кладовые)	Кратковрем...	2 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.50 0.50
16	Оборудование	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
17	Давление грунта(грунт)	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.15 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
18	Давление грунта(техника)	Кратковрем...	2 0 0 3 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.50
19	Давление грунта(пожарная машина)	Прочее особ...	6 0 0 3 0 0 0 1.20 0.00	1.00 1.00 1.00
20	Давление воды	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.00 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
21	Снег вариант 1	Кратковрем...	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
22	Снег вариант 2	Кратковрем...	2 0 0 2 0 0 0 1.40 0.50	1.00 1.00 0.50 0.50
23	Средняя составляющая ветра X+	Кратковрем...	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.67 1.67 0.84 0.84
24	Средняя составляющая ветра X-	Кратковрем...	2 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.67 1.67 0.84 0.84
25	Средняя составляющая ветра Y+	Кратковрем...	2 0 0 0 0 0 0 1.40 0.00	1.66 1.66 0.83 0.83
26	Средняя составляющая ветра Y-	Кратковрем...	2 0 0 0 0 0 0 1.40 0.00	1.66 1.66 0.83 0.83

Таблица РСН №1

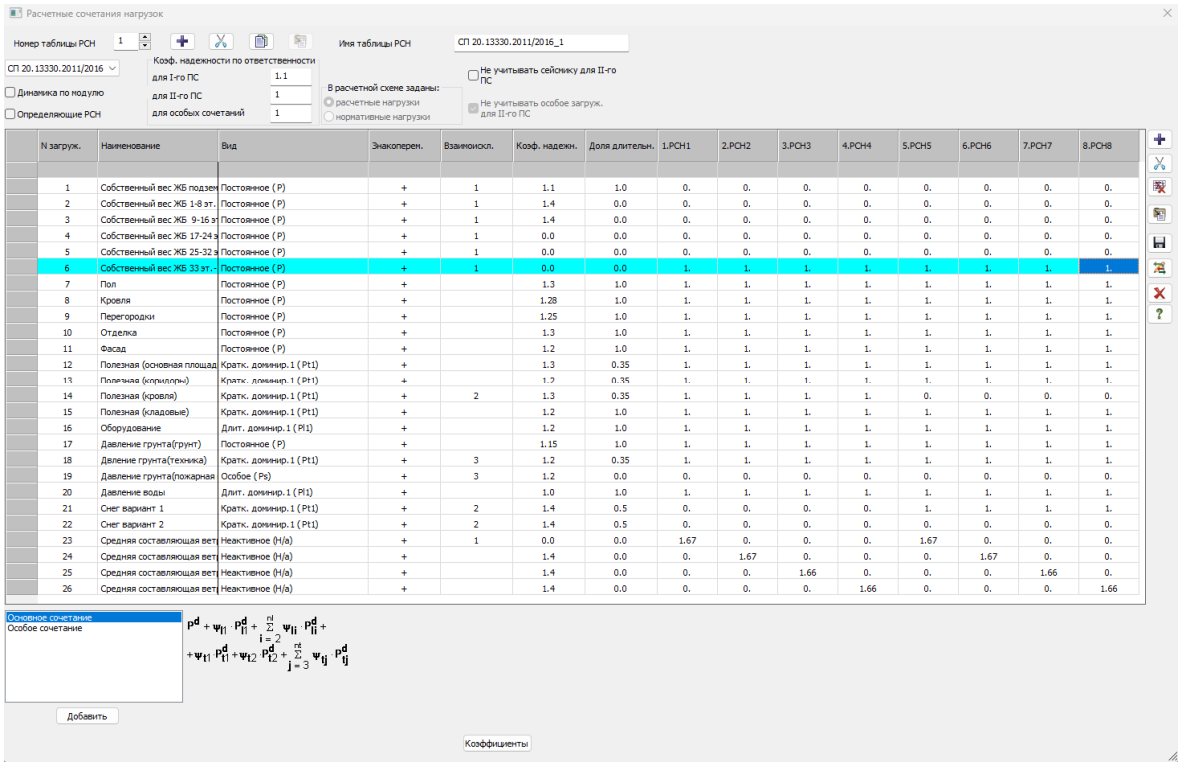
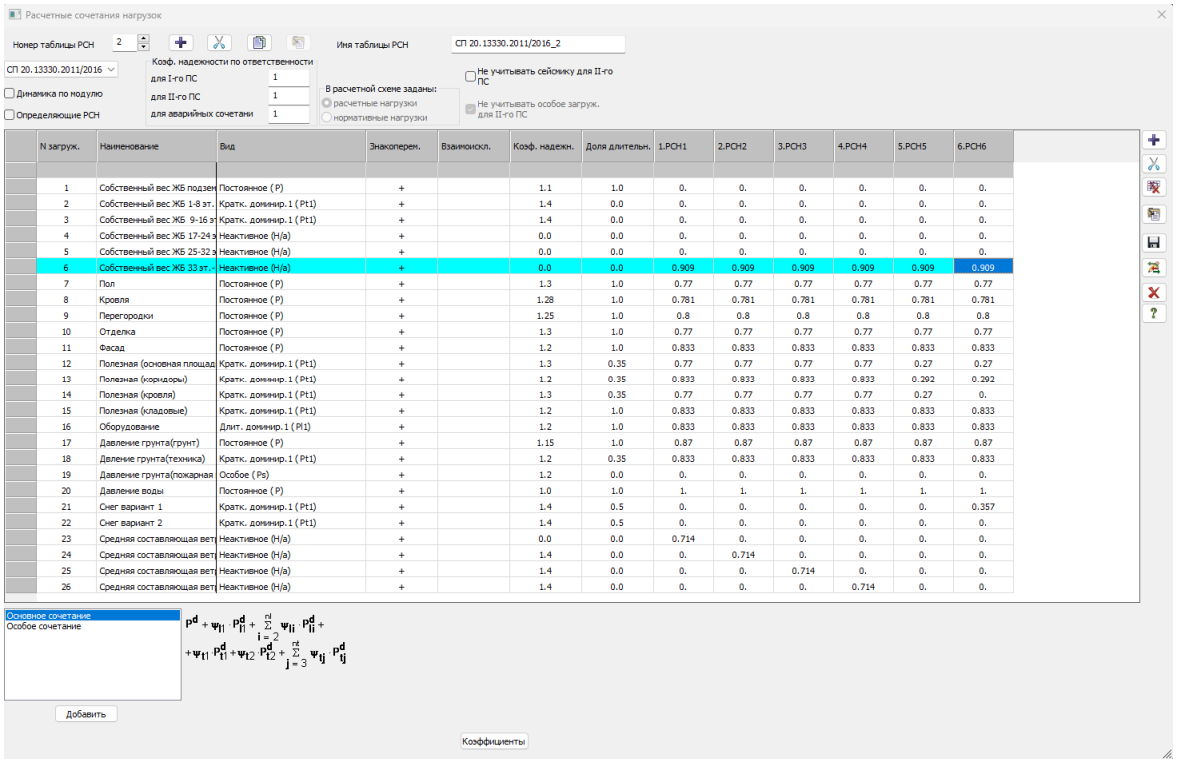


Таблица РСН №2



Пояснение: В РСН учитывается только последняя стадия монтажа, поэтому только в 6 загружении ставятся коэффициенты к загружениям. В РСУ учитываются все стадии монтажа, однако, для того чтобы вес конструкций не «суммировался» стоит взаимоисключение загружения 1-6.

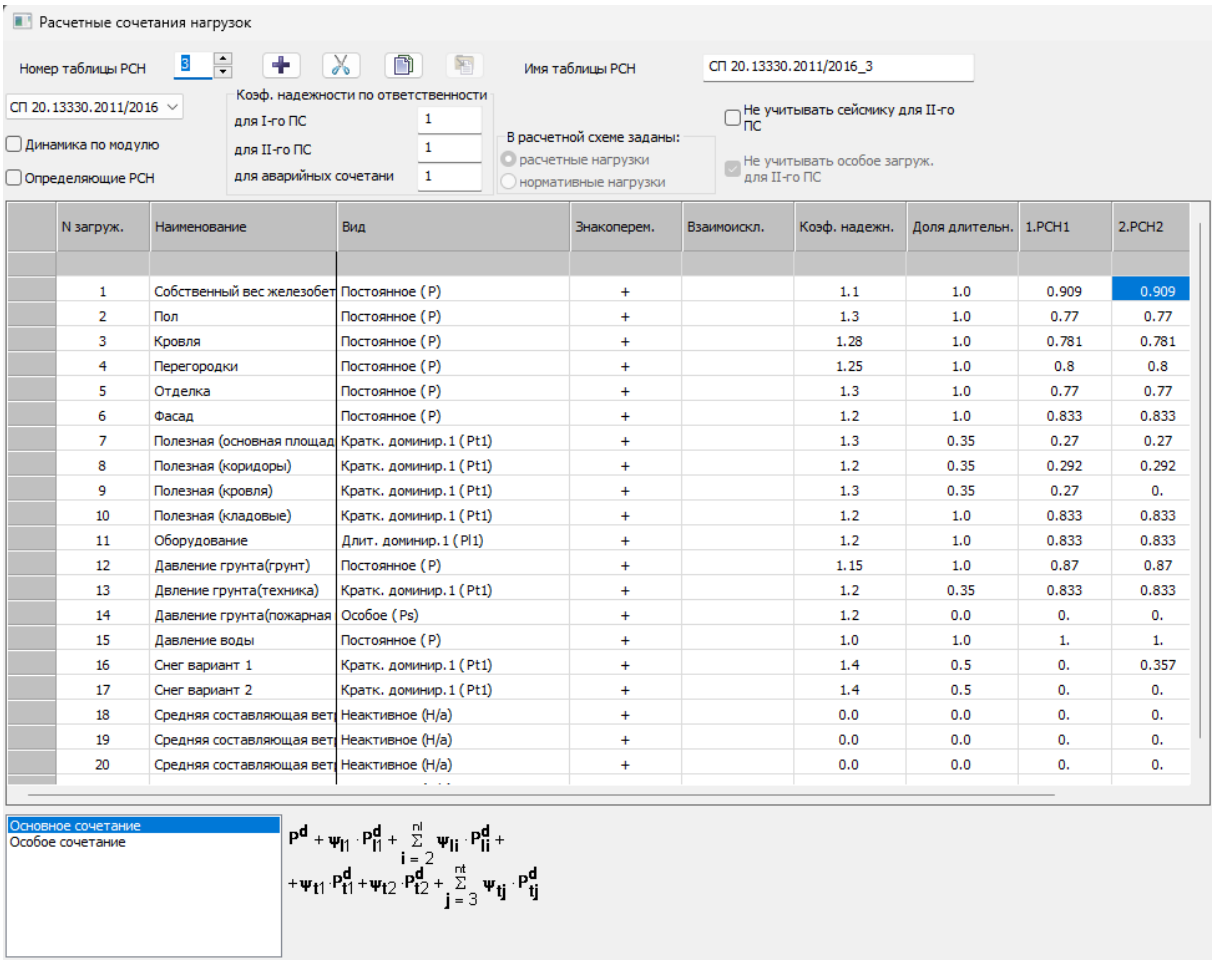
13. Расчет на прогрессирующее обрушение по РСН

13.1. Случай с разрушением вертикальной конструкции

Суть задания нагрузок для расчета на прогрессирующее разрушение заключается в приведении расчетных нагрузок, ранее заданных в программе, **к нормативным длительным.**

РСУ не имеет смысла использовать, поскольку отсутствуют ветровые нагрузки. При отсутствии ветровых нагрузок отсутствует большое количество комбинаций нагрузок и все сводится к нескольким **РСН**.

Для расчета всех конструкций кроме их расчета на прогрессирующее при карсте используется коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$ (п.6.3. СП 385.).



	N загруж.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коэф. надежн.	Доля длительн.	1.РСН1	2.РСН2
	1	Собственный вес железобет	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	0.909	0.909
	2	Пол	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	0.77	0.77
	3	Кровля	Постоянное (P)	+		1.28	1.0	0.781	0.781
	4	Перегородки	Постоянное (P)	+		1.25	1.0	0.8	0.8
	5	Отделка	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	0.77	0.77
	6	Фасад	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
	7	Полезная (основная площад	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.3	0.35	0.27	0.27
	8	Полезная (коридоры)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	0.35	0.292	0.292
	9	Полезная (кровля)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.3	0.35	0.27	0.
	10	Полезная (кладовые)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
	11	Оборудование	Длит. доминир.1 (Pl1)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
	12	Давление грунта(грунт)	Постоянное (P)	+		1.15	1.0	0.87	0.87
	13	Двление грунта(техника)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	0.35	0.833	0.833
	14	Давление грунта(пожарная	Особое (Ps)	+		1.2	0.0	0.	0.
	15	Давление воды	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.	1.
	16	Снег вариант 1	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.4	0.5	0.	0.357
	17	Снег вариант 2	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.4	0.5	0.	0.
	18	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.	0.
	19	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.	0.
	20	Средняя составляющая вет	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.	0.

$$P^d + \psi_{t1} \cdot P^d_{t1} + \sum_{i=2}^{ni} \psi_{li} \cdot P^d_{li} + \\ + \psi_{t1} \cdot P^d_{t1} + \psi_{t2} \cdot P^d_{t2} + \sum_{j=3}^{nt} \psi_{tj} \cdot P^d_{tj}$$

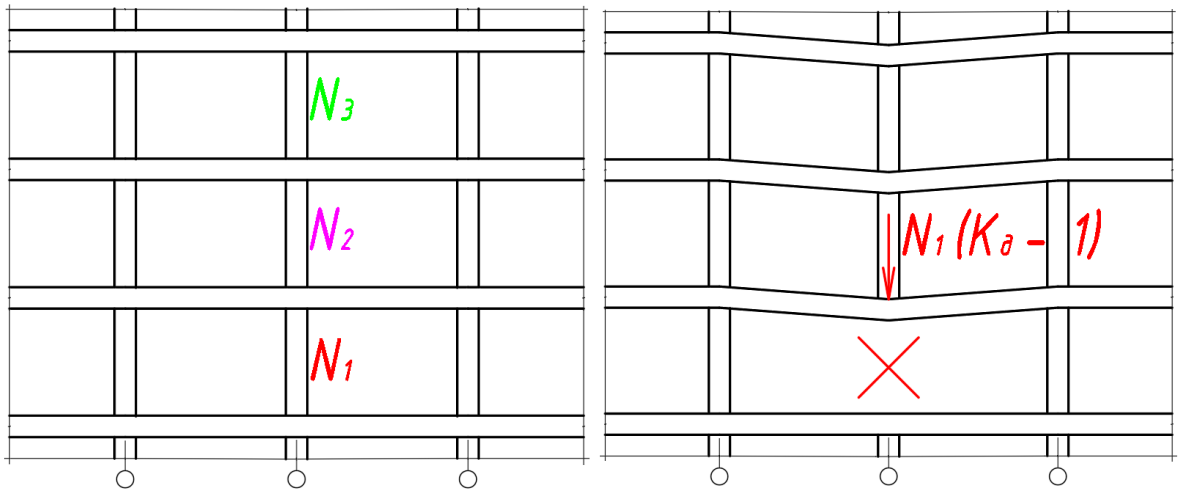
Если в расчете используется догрузка системы динамическим эффектом, то:

- в **отдельной расчетной схеме (где нет разрушенных/удаленных элементов)** просчитывается реакция в удаляемом элементе N от нормативных длительных нагрузок по тем же РСН, что и для расчета на прогрессирующее обрушение;

- полученную реакцию N умножаем на $(K_д - 1)$;

- **в схеме, для расчета на прогрессирующее обрушение (где будет удален элемент),** создаем новое загружение, где прикладываем реакцию $N(K_д - 1)$ по рисунку ниже.

- в таблице РСН для загружения с приложенной реакцией $N(K_д - 1)$ прописываем коэффициент надежности равный 1, долю длительности 0, коэффициент к загружению 1.



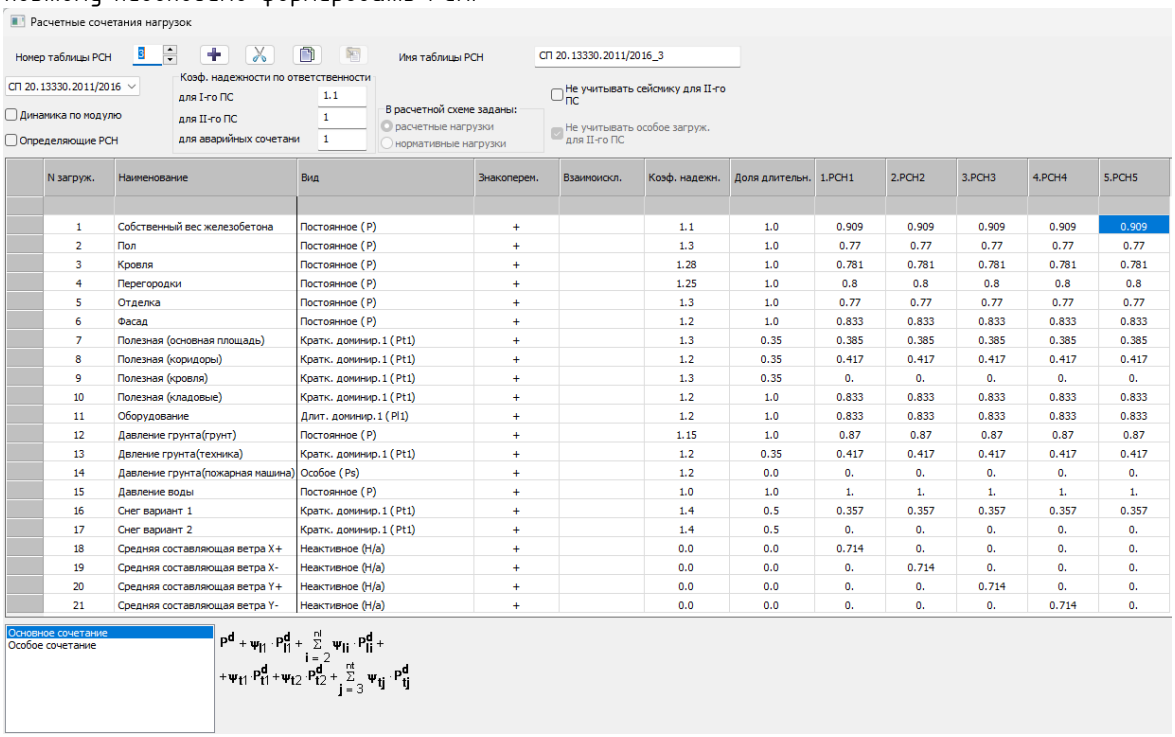
13.2 Случай расчета при карсте

В отличие от расчета по СП 385, при расчете на карст СП 499 обязывает учитывать и ветровые нагрузки.

Все кратковременные нагрузки принимаются с коэффициентом **0,5.**

Также используется коэффициент надежности по ответственности для уровня ответственности КС-3 γ_n **=1,1**. и для уровня ответственности КС-2 γ_n **=1.** (СП 499 п.5.2.4).

РСУ предпочтительней использовать, однако время расчета существенно увеличивается. При расчете с учетом физической и геометрической нелинейности использование РСУ невозможно, поэтому необходимо формировать РСН.


Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН | Имя таблицы РСН: СП 20.13330.2011/2016_3 | СП 20.13330.2011/2016

Коэф. надежности по ответственности: для I-го ПС 1.1; для II-го ПС 1; для аварийных сочетани 1

Динамика по модулю | Определяющие РСН | В расчетной схеме заданы: расчетные нагрузки / нормативные нагрузки | Не учитывать сейсмику для II-го ПС | Не учитывать особое загруж. для II-го ПС

N загруж.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коэф. надежн.	Доля длительн.	1.РСН1	2.РСН2	3.РСН3	4.РСН4	5.РСН5
1	Собственный вес железобетона	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909
2	Пол	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
3	Кровля	Постоянное (P)	+		1.28	1.0	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781
4	Перегородки	Постоянное (P)	+		1.25	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
5	Отделка	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
6	Фасад	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
7	Полезная (основная площадь)	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.3	0.35	0.385	0.385	0.385	0.385	0.385
8	Полезная (коридоры)	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.2	0.35	0.417	0.417	0.417	0.417	0.417
9	Полезная (кровля)	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.3	0.35	0.	0.	0.	0.	0.
10	Полезная (кладовые)	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.2	1.0	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
11	Оборудование	Длит. доминир. 1 (Pl1)	+		1.2	1.0	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное (P)	+		1.15	1.0	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
13	Давление грунта(техника)	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.2	0.35	0.417	0.417	0.417	0.417	0.417
14	Давление грунта(пожарная машина)	Особое (Ps)	+		1.2	0.0	0.	0.	0.	0.	0.
15	Давление воды	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.	1.	1.	1.	1.
16	Снег вариант 1	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.4	0.5	0.357	0.357	0.357	0.357	0.357
17	Снег вариант 2	Кратк. доминир. 1 (Pt1)	+		1.4	0.5	0.	0.	0.	0.	0.
18	Средняя составляющая ветра X+	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.714	0.	0.	0.	0.
19	Средняя составляющая ветра X-	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.	0.714	0.	0.	0.
20	Средняя составляющая ветра Y+	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.	0.	0.714	0.	0.
21	Средняя составляющая ветра Y-	Неактивное (H/a)	+		0.0	0.0	0.	0.	0.	0.714	0.

Основное сочетание
Особое сочетание

$$P^d + \psi_{t1} \cdot P^d_{t1} + \sum_{i=2}^{n1} \psi_{1i} \cdot P^d_{1i} + \\ + \psi_{t1} \cdot P^d_{t1} + \psi_{t2} \cdot P^d_{t2} + \sum_{j=3}^{nt} \psi_{tj} \cdot P^d_{tj}$$

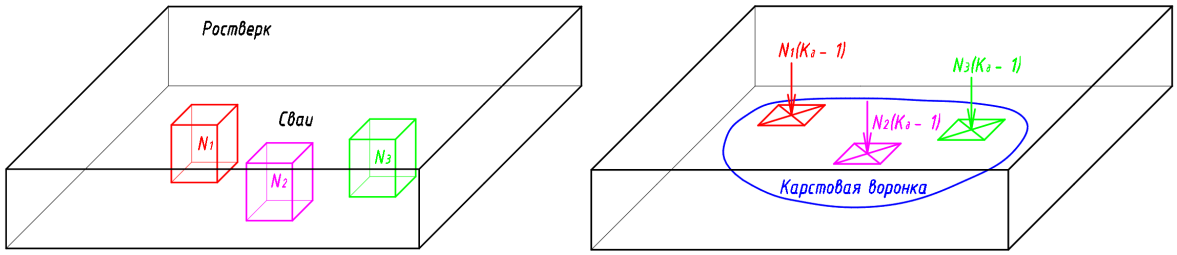
Если в расчете используется догрузка системы динамическим эффектом, то:

- в **отдельной расчетной схеме (где нет разрушенных/удаленных элементов)** просчитывается реакции в удаляемых сваях $N_1, N_2 \dots N_n$ или от давления под подошвой фундаментной плиты p от нормативных длительных нагрузок по тем же РСН, что и для расчета на прогрессирующее обрушение;

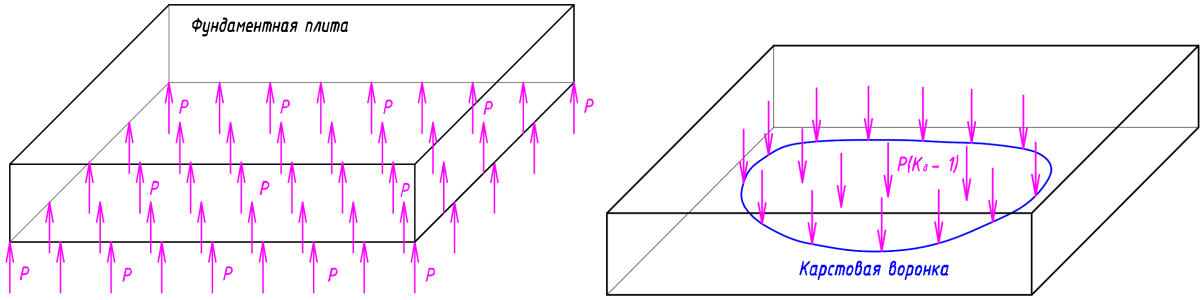
- полученные реакции $N_1, N_2 \dots N_n$ или p умножаем на $(K_д - 1)$;

- **в схеме, для расчета на прогрессирующее обрушение (где будет удален элемент),** создаем новое загружение, где прикладываем реакцию $N_1(K_д - 1), N_2(K_д - 1) \dots N_n(K_д - 1)$ или $p(K_д - 1)$ по рисунку ниже.

- в таблице РСН для загружения с приложенной реакцией прописываем коэффициент надежности равный 1, долю длительности 0, коэффициент к загружению 1.



Карстовая воронка под ростверком



Карстовая воронка под фундаментной плитой

13.3. Случай с падением перекрытия

В случае с падением перекрытия необходимо догрузить перекрытие собственным весом от вышележащего перекрытия и нагрузкой аналогичной вышележащему перекрытию. Всю данную нагрузку необходимо домножить на $K_д = 1,5$.

Прикладывать необходимо в тех же загружениях, что уже созданы.

Перекрытие, которое считается упавшим необходимо удалить/демонтировать из схемы.

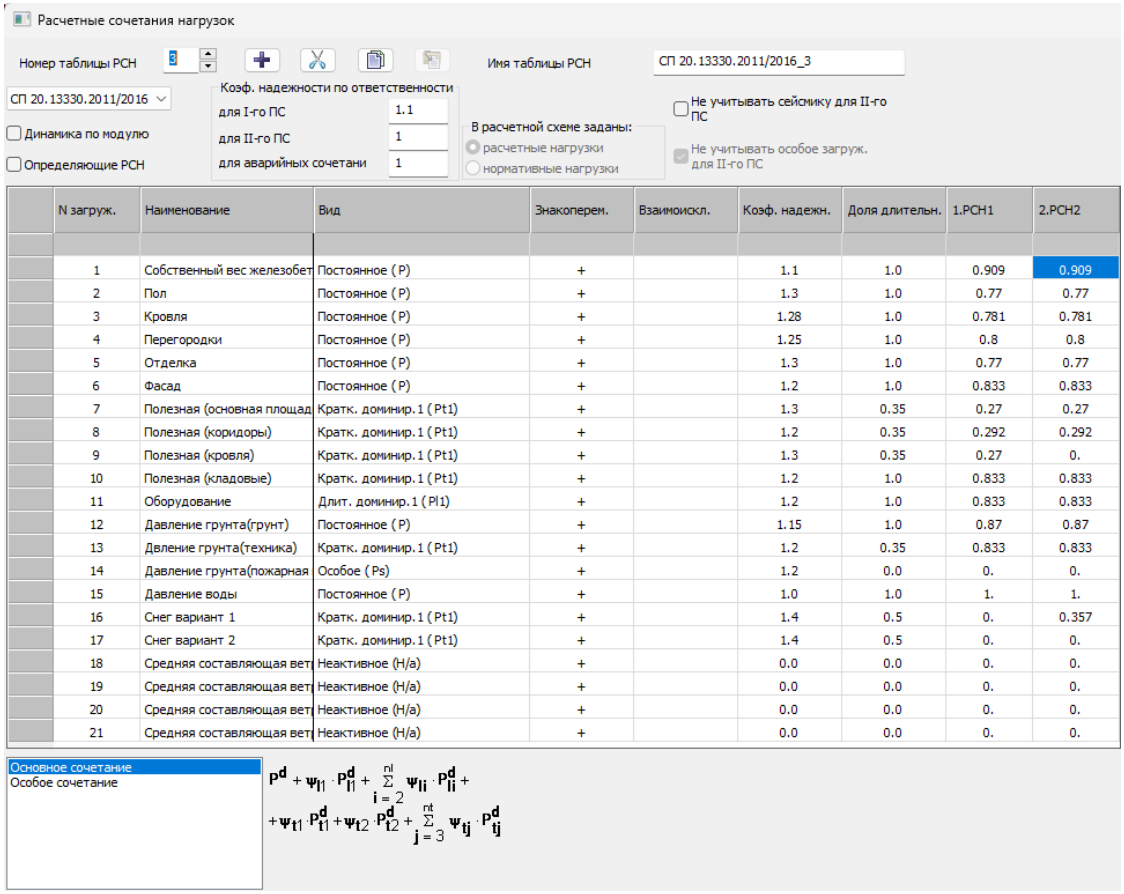
14. Расчет на огнестойкость по РСН

Суть задания нагрузок для расчета на огнестойкость заключается в приведении расчетных нагрузок, ранее заданных в программе, **к нормативным длительным** (суть такая же как и при расчете на прогрессирующее обрушение).

РСУ не имеет смысла использовать, поскольку отсутствуют ветровые нагрузки. При отсутствии ветровых нагрузок отсутствует большое количество комбинаций нагрузок и все сводится к нескольким **РСН**.

Класс сооружений	Уровень ответственности	Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности γ_n для расчета на **особые** воздействия **по СП 468** (кроме 2 ГПС)
КС-3	Повышенный (Только для зданий высотой более 250 м и большепролетных сооружений (без промежуточных опор) с пролетом более 120 м	р.з.А. 1,2
КС-3	Повышенный	р.з.А. 1,1
КС-2	Нормальный	р.з.А. 1,0
КС-1	Пониженный	р.з.А. 0,8

Для здания справочника КС-3 используется коэффициент надежности по ответственности γ_n =1,1



N загруж.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коэф. надежн.	Доля длительн.	1.РСН1	2.РСН2
1	Собственный вес железобет	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	0.909	0.909
2	Пол	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	0.77	0.77
3	Кровля	Постоянное (P)	+		1.28	1.0	0.781	0.781
4	Перегородки	Постоянное (P)	+		1.25	1.0	0.8	0.8
5	Отделка	Постоянное (P)	+		1.3	1.0	0.77	0.77
6	Фасад	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
7	Полезная (основная площад	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.3	0.35	0.27	0.27
8	Полезная (коридоры)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	0.35	0.292	0.292
9	Полезная (кровля)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.3	0.35	0.27	0.
10	Полезная (кладовые)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
11	Оборудование	Длит. доминир.1 (Pl1)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
12	Давление грунта(грунт)	Постоянное (P)	+		1.15	1.0	0.87	0.87
13	Двление грунта(техника)	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.2	0.35	0.833	0.833
14	Давление грунта(пожарная	Особое (Ps)	+		1.2	0.0	0.	0.
15	Давление воды	Постоянное (P)	+		1.0	1.0	1.	1.
16	Снег вариант 1	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.4	0.5	0.	0.357
17	Снег вариант 2	Кратк. доминир.1 (Pt1)	+		1.4	0.5	0.	0.
18	Средняя составляющая вет	Неактивное (Н/а)	+		0.0	0.0	0.	0.
19	Средняя составляющая вет	Неактивное (Н/а)	+		0.0	0.0	0.	0.
20	Средняя составляющая вет	Неактивное (Н/а)	+		0.0	0.0	0.	0.
21	Средняя составляющая вет	Неактивное (Н/а)	+		0.0	0.0	0.	0.

$$P^d + \psi_{l1} \cdot P^d_{l1} + \sum_{i=2}^{nl} \psi_{li} \cdot P^d_{li} + \\ + \psi_{t1} \cdot P^d_{t1} + \psi_{t2} \cdot P^d_{t2} + \sum_{j=3}^{nt} \psi_{tj} \cdot P^d_{tj}$$

Библиография

1. Федеральный закон N384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изм. на 25.12.2023) : федеральный закон : дата введения 2010-07-01 / Государственная Дума - Изд. официальное. - Собрание законодательства РФ, N1, ст.5, 2010;

2. Федеральный закон N190-ФЗ Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изм. на 26.12.2024) : кодекс РФ : дата введения 2004-12-30 / Государственная Дума - Изд. официальное. - Собрание законодательства РФ N1 (ч.I), ст.16, 2005;

3. Федеральный закон N123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изм. на 25.12.2023) : федеральный закон : дата введения 2009-05-01 / Государственная Дума - Изд. официальное. - Собрание законодательства РФ, N30, (ч.I), ст.3579, 2008;

4. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения (Переиздание, с Изменением N 1) : межгосударственный стандарт : дата введения 2015-07-01 / Росстандарт - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2019;

5. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением N 1, Поправкой) : межгосударственный стандарт : дата введения 1981-07-01 / Госстандарт СССР - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2010;

6. ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры (с Изменением N 1, с Поправками) : межгосударственный стандарт : дата введения 2015-07-01 / Росстандарт - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2015;

7. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия (с Поправкой) : межгосударственный стандарт : дата введения 2018-01-01 / Росстандарт - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2019;

8. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия (с Поправкой, с Изменением N 1) : межгосударственный стандарт : дата введения 2016-09-01 / Росстандарт - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2019;

9. СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2020-09-12 / МЧС России - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2020;

10. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменениями № 2-4) : свод правил : дата введения 2018-11-25 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2018;

11. СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции СНиП II-2281* (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2021-07-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2021;

12. СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*" (с Поправками, с Изменениями № 1-6) : свод правил : дата введения 2017-08-28 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2017;

13. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями № 1-6) : свод правил : дата введения 2017-06-04 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ - Изд. официальное. - Москва: Стандартинформ, 2018;

14. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5) : свод правил : дата введения 2017-07-01 / Министерство

строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

15. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Изменениями N 1, 2, 3) : свод правил : дата введения 2011-05-20 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Минрегион России, 2011;

16. СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87 (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2013-01-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Минрегион России, 2012;

17. СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85" (с Изменениями N 1-4) : свод правил : дата введения 2017-08-28 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

18. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с Изменениями № 1-5 : свод правил : дата введения 2011-05-20 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: ОАО "ЦПП", 2011;

19. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2013-07-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Минрегион России, 2012;

20. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2019-06-20 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;

21. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1, 3-7) : свод правил : дата введения 2013-07-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Москва: Госстрой, ФАУ "ФЦС", 2013;

22. СП 72.13330.2016 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. СНиП 3.04.03-85 (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2017-06-17 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

23. СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77* (с Изменениями N 1, 2, 3) : свод правил : дата введения 2014-06-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Минстрой России, 2014;

24. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003 (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2013-01-01 / Минрегион России – Изд. официальное. – Минрегион России, 2012;

25. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2021-06-25 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021;

26. СП 250.1325800.2016 Здания и сооружения. Защита от подземных вод (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2016-09-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Минстрой России, 2016;

27. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования (с Изменениями N1, 2, 3, 4, с Поправками) : свод правил : дата введения 2017-07-01 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

28. СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования (с Изменениями № 1, 2) : свод правил : дата введения 2017-07-01 / Минстрой России – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

29. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия (с Изменениями N 1, 2) : свод правил : дата введения 2018-02-04 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2017;

30. СП 337.1325800.2017 Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования : свод правил : дата введения 2018-06-14 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;

31. СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные. Правила проектирования (с Изменением № 1) : свод правил : дата введения 2019-01-24 / Минстрой России – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;

32. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (с Изменениями N 1-4) : свод правил : дата введения 2019-01-06 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2018;

33. СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования (с Изменением N1) : свод правил : дата введения 2019-06-26 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;

34. СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ : свод правил : дата введения 2019-05-27 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2019;

35. СП 468.1325800.2019 Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности (с Изменением N 1) : свод правил : дата введения 2020-06-11 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2020;

36. СП 499.1325800.2021 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от карстово-суффозионных процессов. Правила проектирования : свод правил : дата введения 2021-09-03 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021.

Приложение А. Пример сбора нагрузок

Нагрузки от собственного веса несущих конструкций учитываются автоматически.

Коэффициент надежности по нагрузке γ_f =1,1

Вес ступеней лестницы учесть автоматически не возможно, поэтому прикладывается дополнительная нагрузка.

Таблица А.1. Сбор полезных нагрузок от ступеней.

Материал	Удельный вес, кН/м³	Толщина, м	Нормативная нагрузка, кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м²
Ступени	24,5	0,15/2=0,075	1,84	1,1	2,02

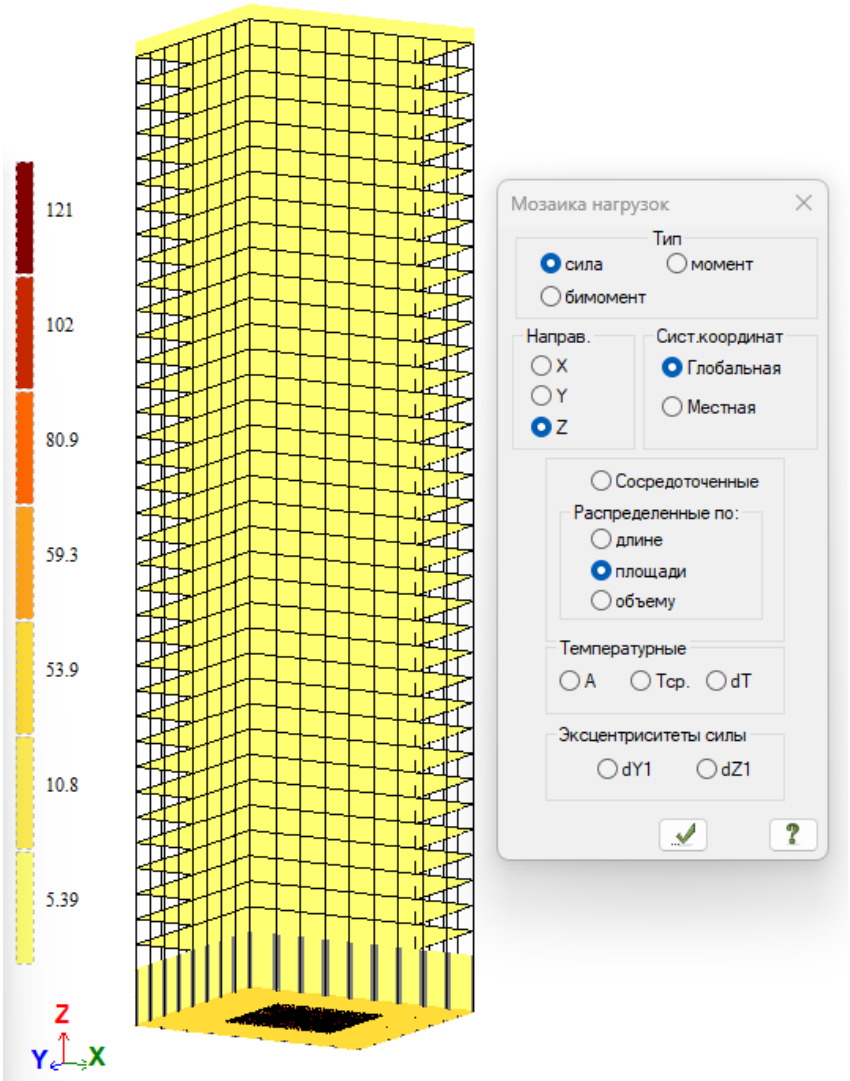


Рисунок. Приложение нагрузки от собственного веса конструкций (пластины).

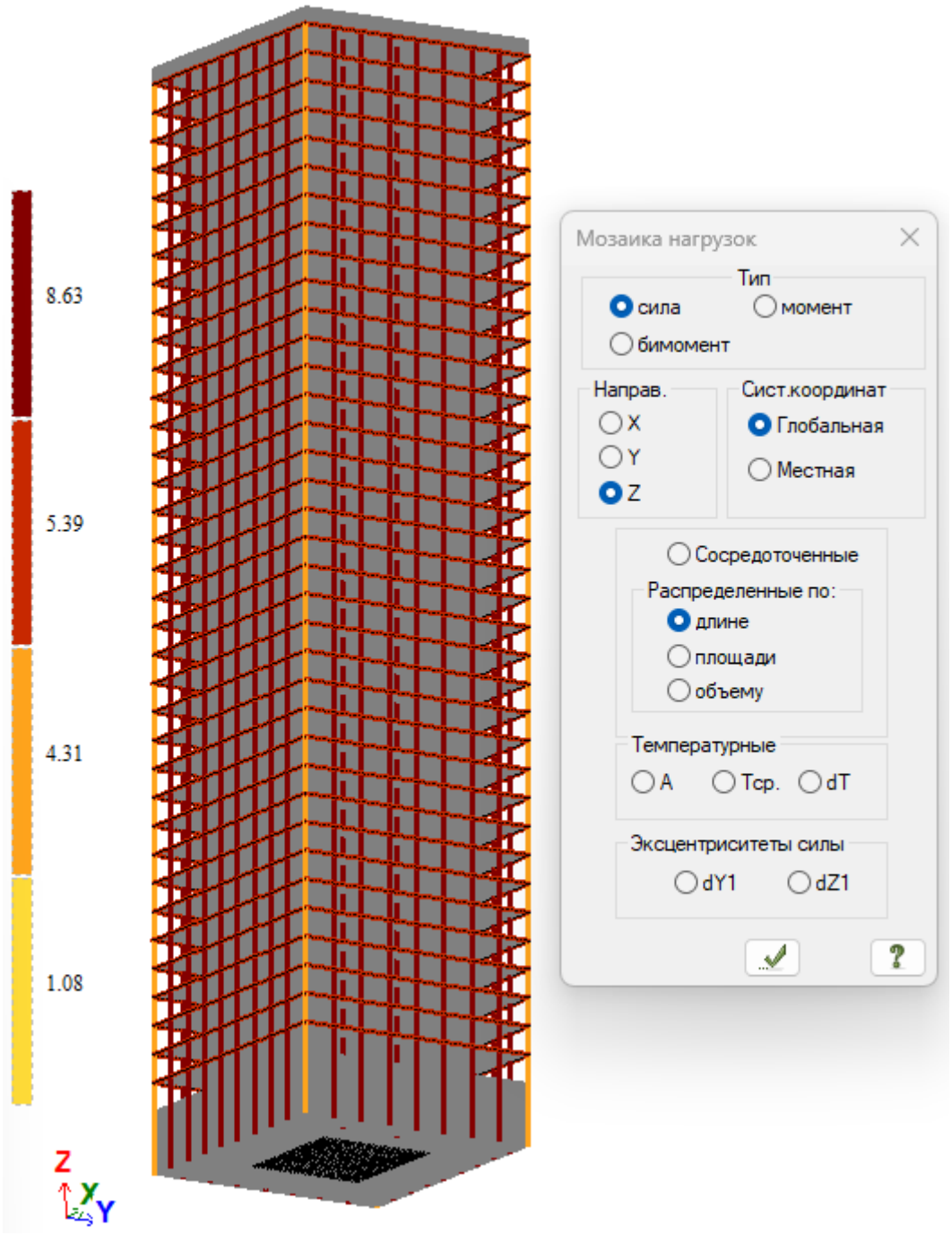


Рисунок. Приложение нагрузки от собственного веса конструкций (стержни).

Таблица А.2. Сбор полезных нагрузок

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м²	Доля длительности	№ загружения
1	Жилые помещения (2 этаж и выше)	1,5	1,3	1,95	0,35	7
2	Входы и различные помещения (1 этаж) (по СП 267)	5	1,2	6	0,35	8
3	Лестницы (требование СП 267)	5	1,2	6	0,35	8
4	Коридоры (рядом с квартирами и лифтами)	3	1,2	3,6	0,35	8
5	Коридоры (подвальные этажи)	5	1,2	6	0,35	8
6	Эксплуатируемая кровля	1,5	1,3	1,95	0,35	9
7	Кладовые	6	1,2	7,2	1	10
8	Технические помещения	10	1,2	12	1	11
9	Потолки технических помещений	0,5	1,2	0,6	1	11
10	Нагрузки от перегородок на 1 этаж	2,5	1,25	3,125	1	4
11	Нагрузки в технических помещениях в подвале	2,5	1,25	3,125	1	4

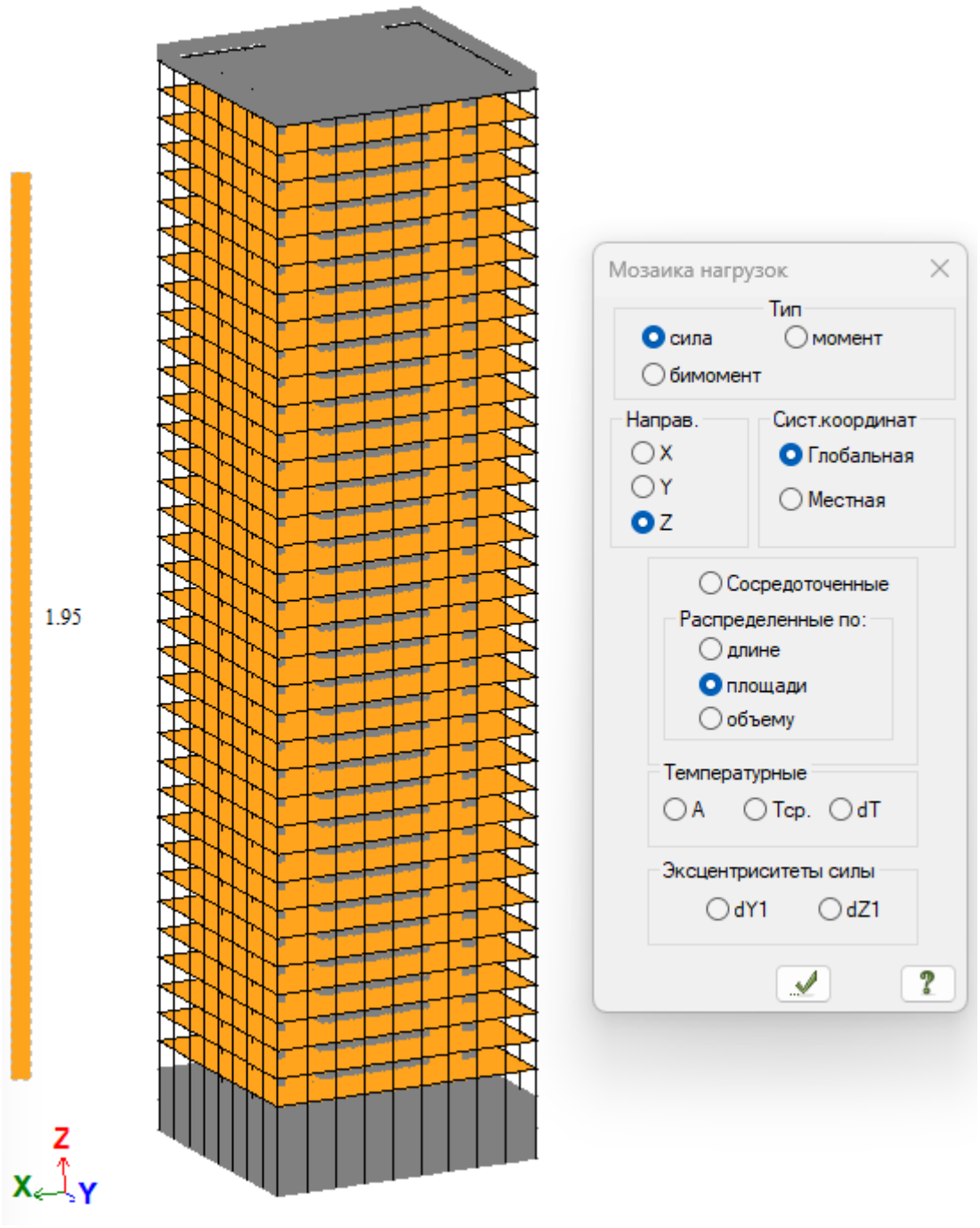


Рисунок. Жилые помещения (2 этаж и выше). Загружение 7.

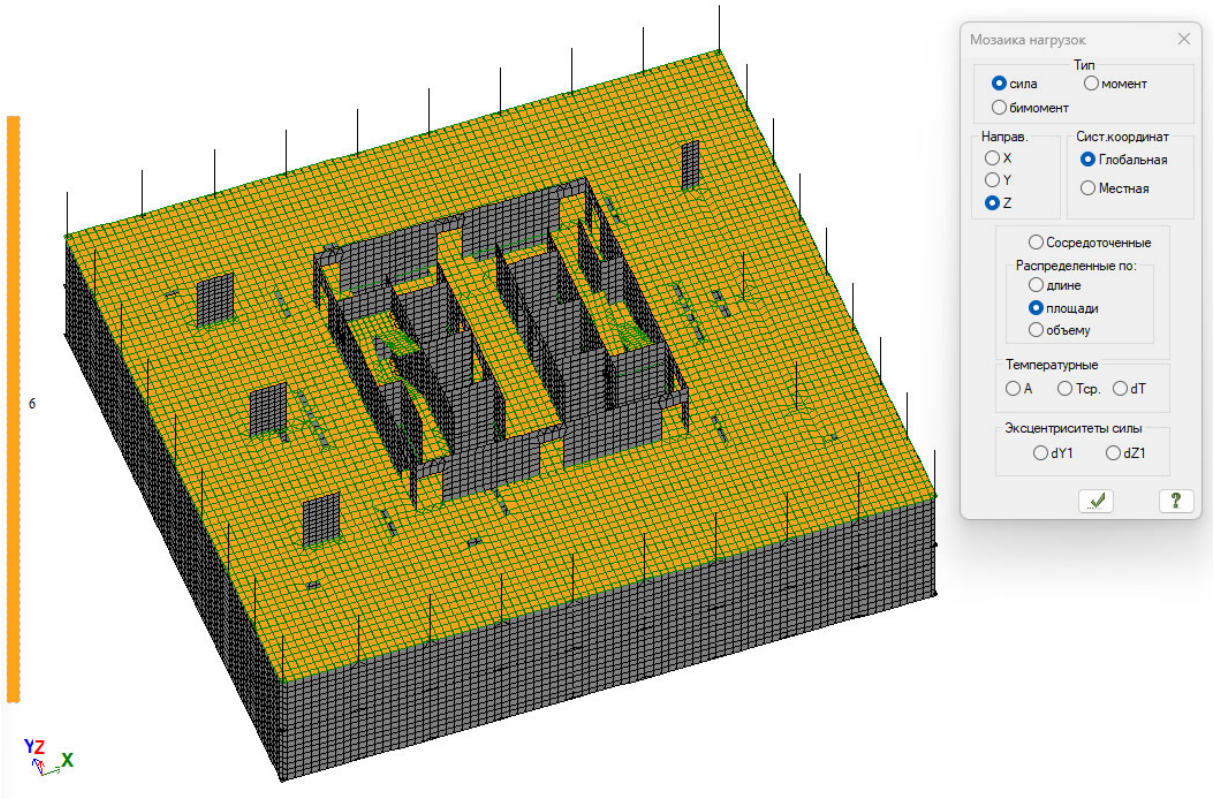


Рисунок. Входы и различные помещения (1 этаж). Загружение 8.

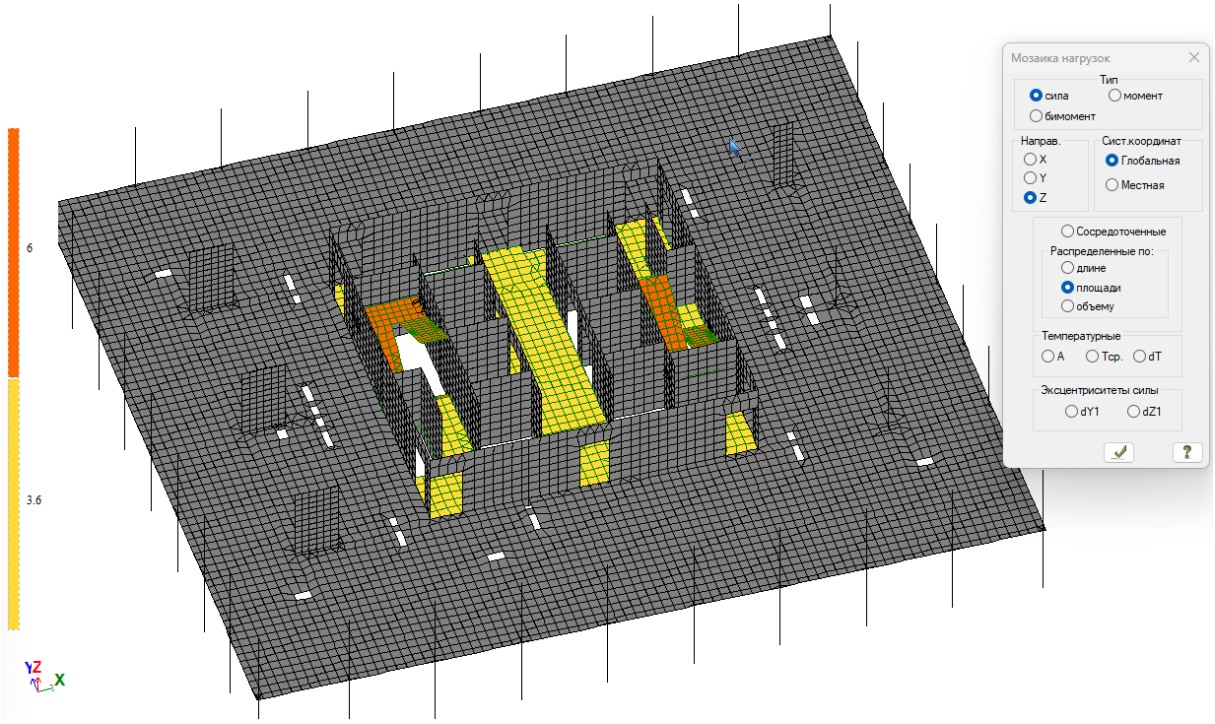


Рисунок. Коридоры и лестницы (типовой этаж). Загружение 8.

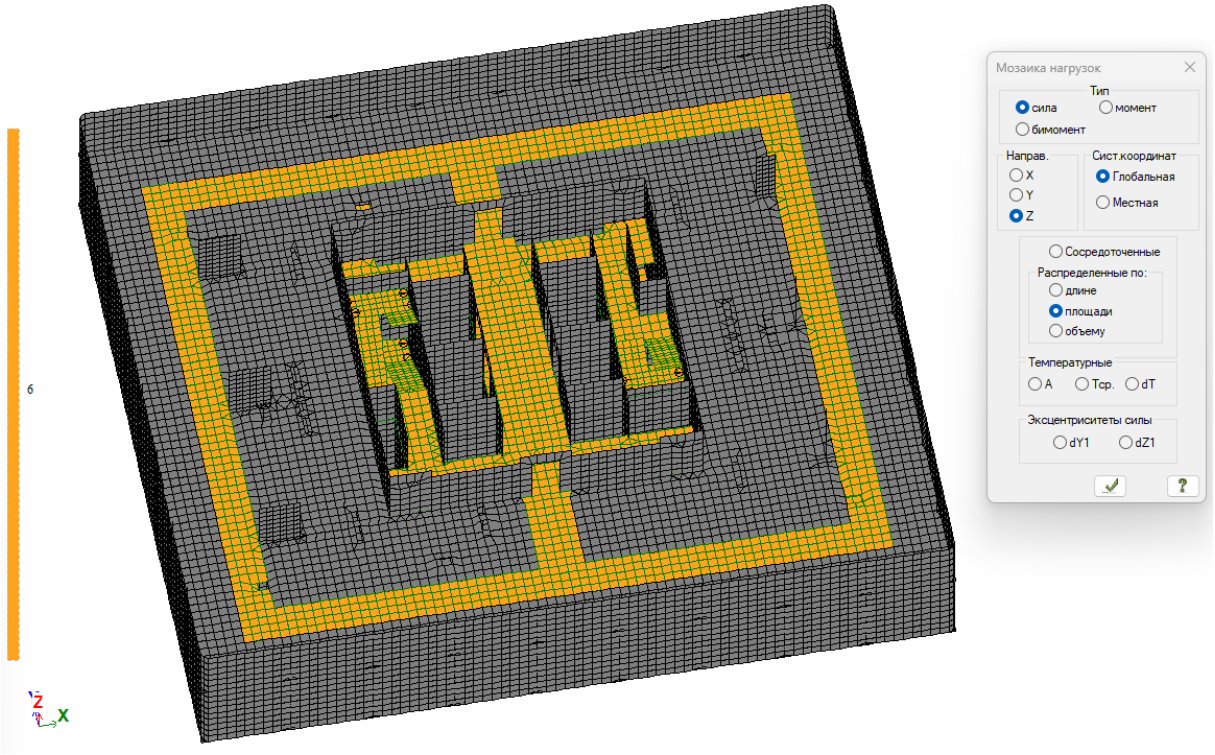


Рисунок. Коридоры и лестницы. Загружение 8.

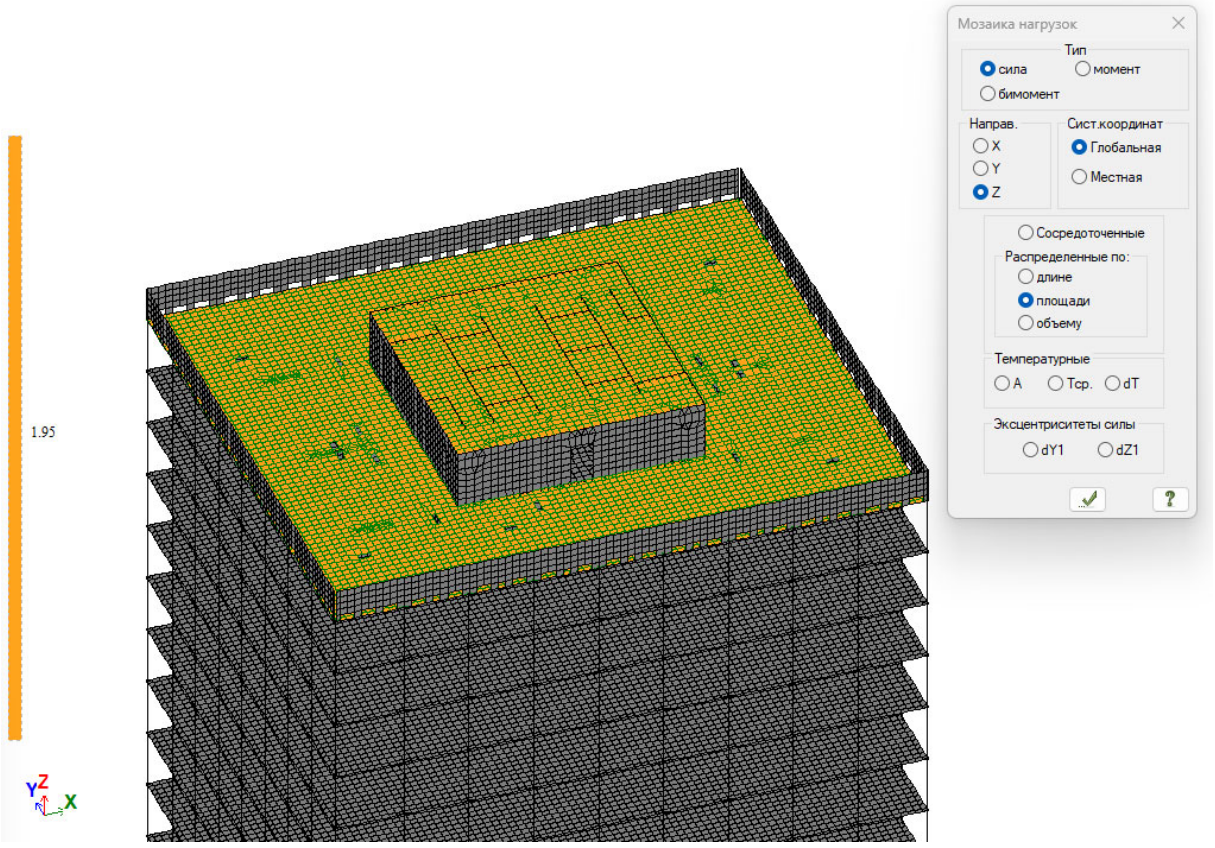


Рисунок. Эксплуатируемая кровля. Загружение 9.

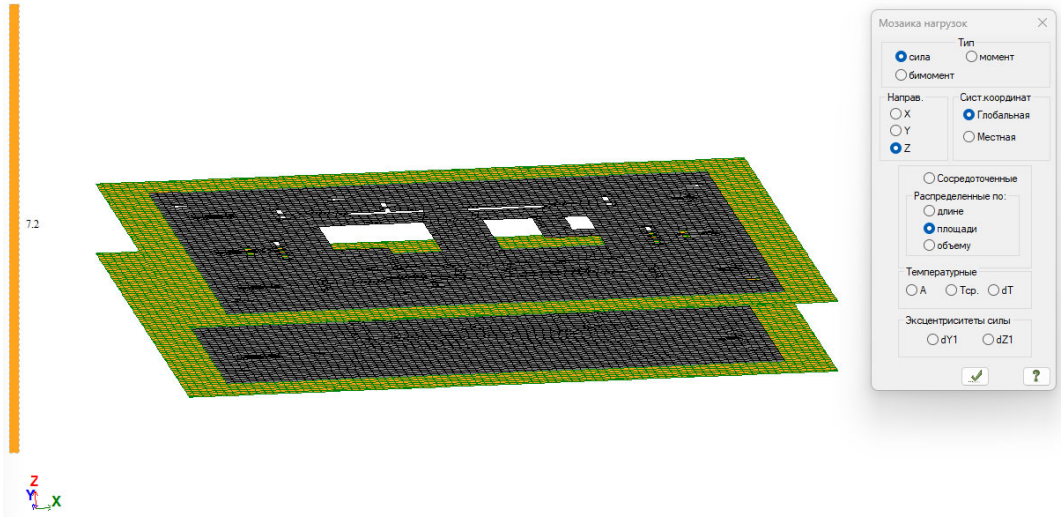


Рисунок. Кладовые. Загружение 10.

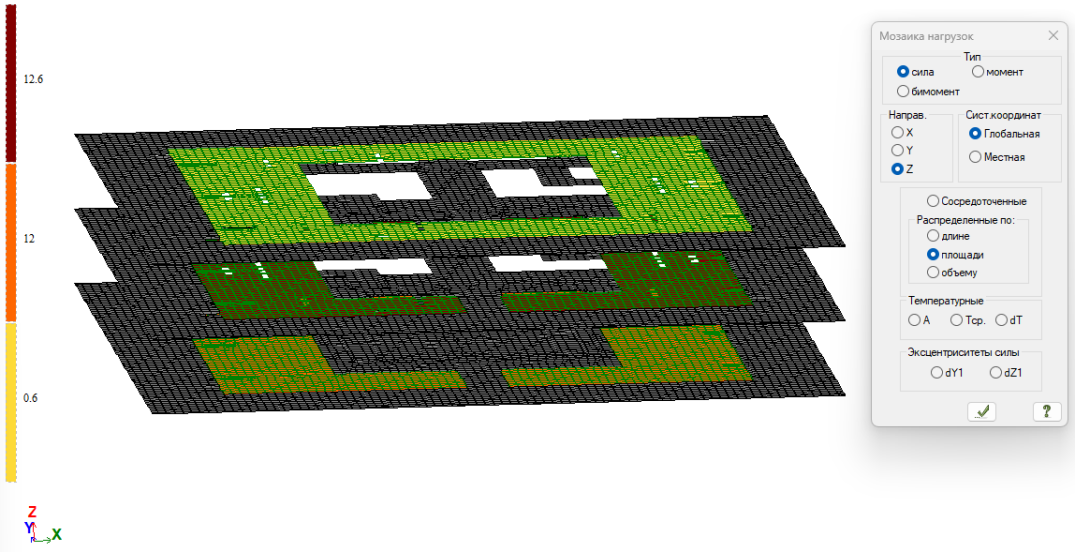


Рисунок. Технические помещения и потолки технических помещений. Подвал и 1 этаж. Загружение 11.

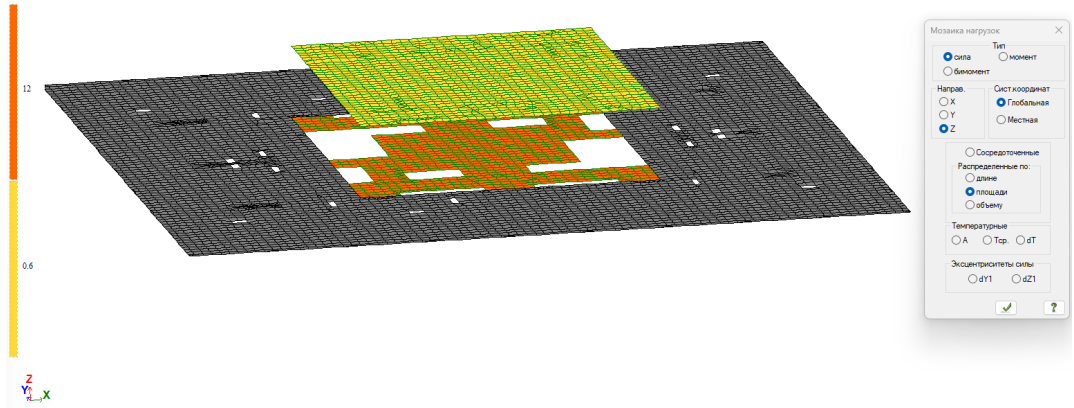


Рисунок. Технические помещения и потолки технических помещений. Последние этажи. Загружение 11.

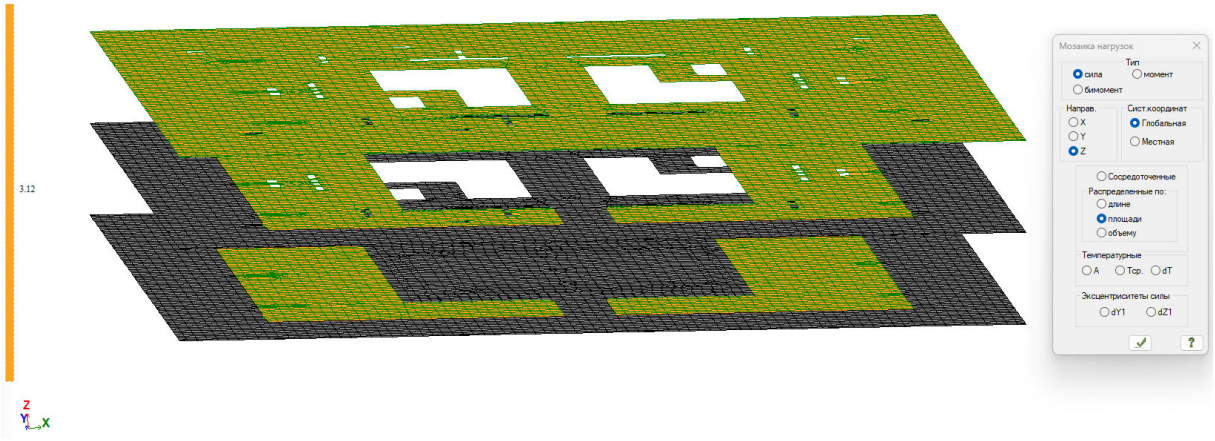


Рисунок. Нагрузки от перегородок на 1 этаже и в подвале. Распределенная нагрузка. Загружение 4.

Таблица А.3. Сбор нагрузок от кровли (загружение №3)

Материал	Удельный вес, **кН/м³**	Толщина, **м**	Нормативная нагрузка, **кН/м²**	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, **кН/м²**
Пароизоляция	12,5	0,004	0,05	1,2	0,06
Пенопилистирол	0,35	0,15	0,0525	1,2	0,063
Разделительная пленка	12,5	0,001	0,0125	1,2	0,015
Керамзит с проливкой цементным молочком	9	0,2	1,8	1,3	2,34
Цементно-песчаная стяжка армированная 4Вр1 100х100	18	0,05	0,9	1,3	1,17
Праймер	12,5	0,001	0,0125	1,3	0,016
Гидроизоляция битумосодержащая	12,5	0,005х2= 0,01	0,125	1,2	0,15
Мембрана защитная профилированная	12,5	0,002	0,025	1,2	0,03
Цементно-песчаная смесь для укладки плитки	18	0,03	0,54	1,3	0,702
Бетонная тротуарная плитка	23,5	0,03	0,705	1,2	0,846
			4,22	**1,28**	**5,39**

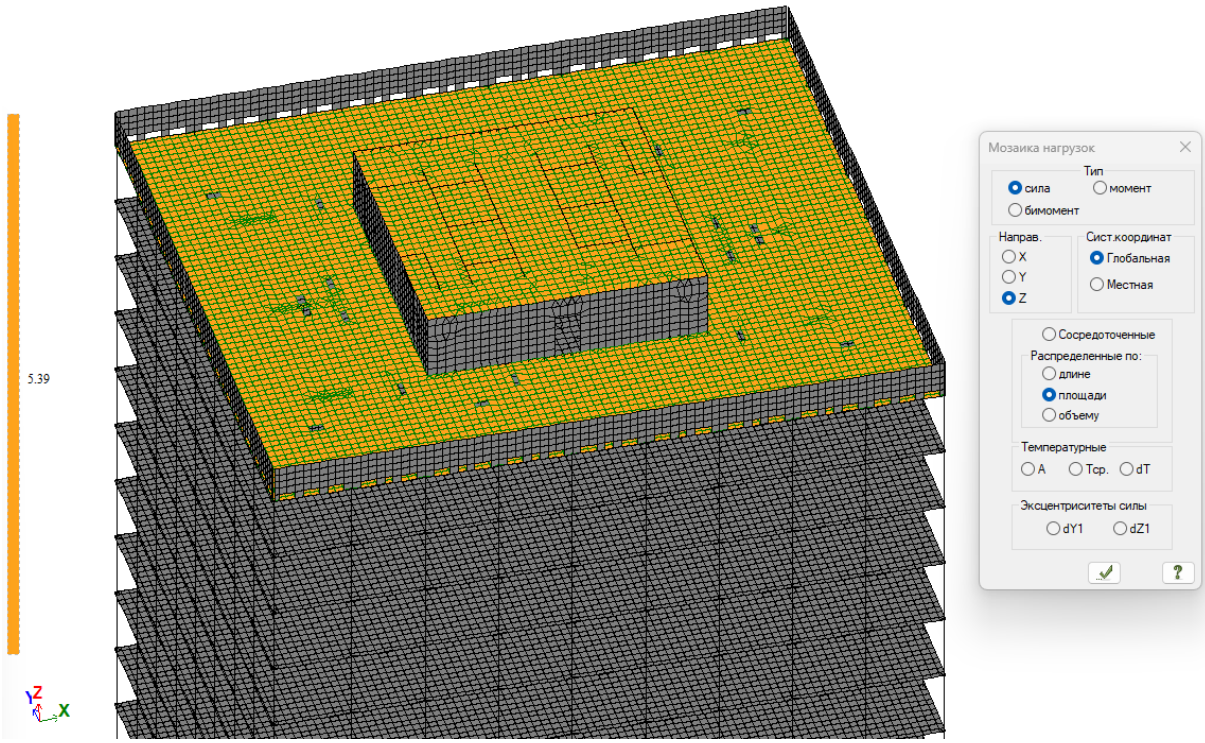


Рисунок. Нагрузка на кровлю. Загружение 3.

От автора. В квартире и коридорах на протяжении эксплуатации несколько раз могут меняться конструкции полов и отделки стен. Абсолютно точно рассчитать и спрогнозировать нагрузку на стадии проектирования не представляется возможным. Поэтому, как правило, принимается вес «условной стяжки/отделки» с некоторым запасом. В «условную стяжки/отделки» могут входить: стяжки, засыпки, гидроизоляция, плитка, выравнивающие слои и прочее.

Таблица А.4. Сбор нагрузок от пола в квартире и коридорах (загружение №2)

Материал	Удельный вес, **кН/м³**	Толщина, **м**	Нормативная нагрузка, **кН/м²**	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, **кН/м²**
Условная стяжка	18	0,1	1,8	1,3	2,34
Отделочный слой	18	0,025	0,45	1,3	0,585
Итого			**2,25**	**1,3**	**2,925**

Таблица А.5. Сбор нагрузок от пола на первом этаже и в технических помещениях (загружение №2)

Материал	Удельный вес, **кН/м²**	Толщина, **м**	Нормативная нагрузка, **кН/м²**	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, **кН/м²**
Выравнивающий слой стяжки	18	0,03	0,54	1,3	0,702
Праймер битумный	12,5	0,001	0,0125	1,3	0,0163
Рулонная гидроизоляция	12,5	0,005	0,0625	1,3	0,0813
Пенопилистирол	0,47	0,05	0,0235	1,3	0,0306
Полиэтиленовая пленка	12,5	0,001	0,0125	1,3	0,0163
Стяжка	18	0,08	1,44	1,3	1,872
Цементно-полимерная гидроизоляция	18	0,002	0,036	1,3	0,0468
Отделочный слой	18	0,025	0,45	1,3	0,585
Итого		**0,194**	**2,577**	**1,3**	**3,350**

Таблица А.6. Сбор нагрузок в подвальных кладовых и коридорах в подвале (загружение №2)

Материал	Удельный вес, **кН/м³**	Толщина, **м**	Нормативная нагрузка, **кН/м²**	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, **кН/м²**
Засыпка керамзитом	6	0,08	0,48	1,3	0,624
Стяжка	18	0,08	1,44	1,3	1,872
Цементно-полимерная гидроизоляция	18	0,002	0,036	1,3	0,0468
Отделочный слой	18	0,025	0,45	1,3	0,585
Итого			**2,406**	**1,3**	**3,128**

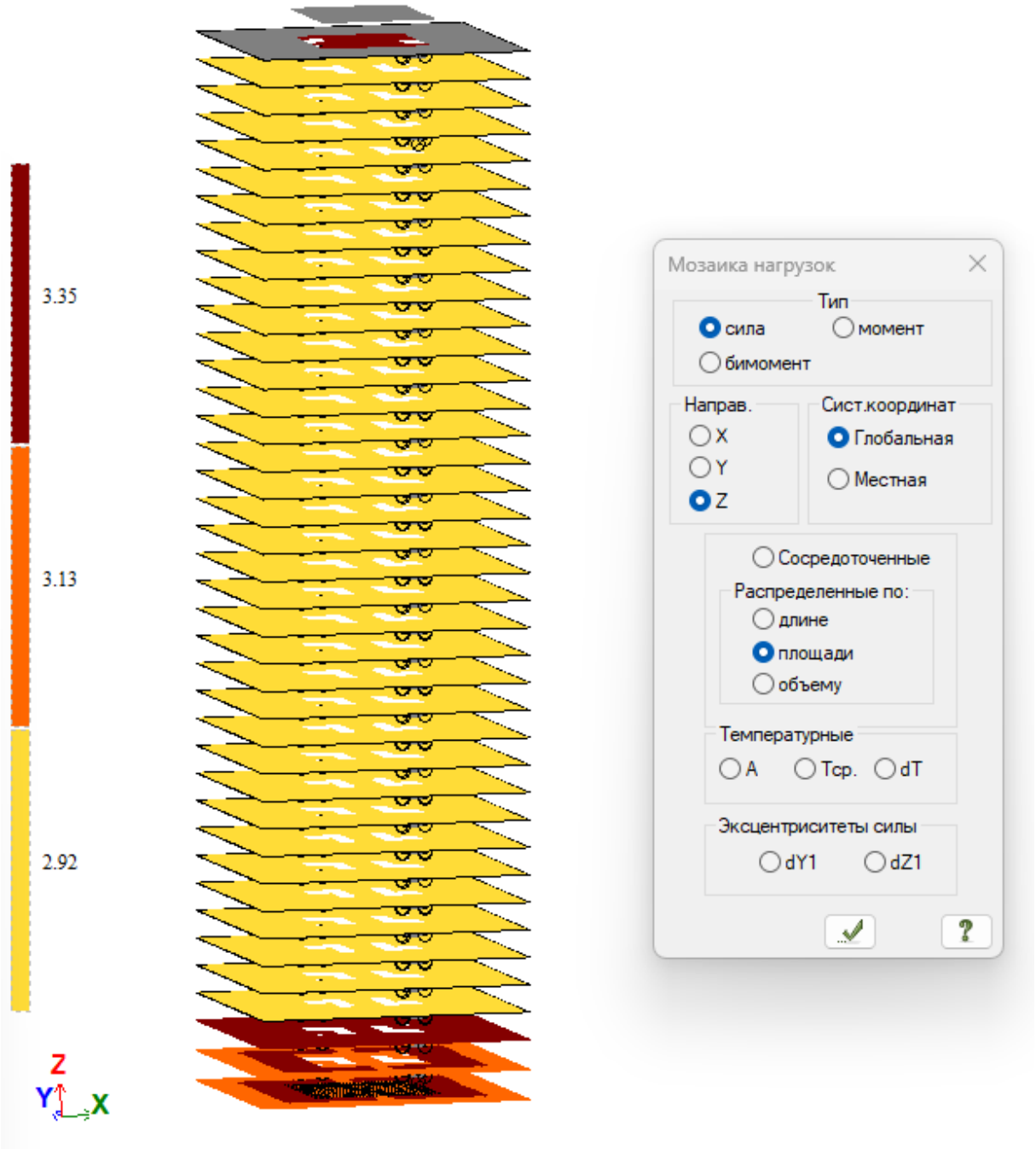


Рисунок. Нагрузки от пола. Загружение 2.

Таблица А.7.1. Сбор нагрузок от перегородок и фасадных блоков (загружение №4)

Материал	Удельный вес, кН/м³	Толщина, м	Нормативная нагрузка, кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м²
Перегородки пазогребенные с оштукатуриванием с двух сторон					
Пазогребенные перегородки	12,5	0,1	1,25	1,2	1,5
Условная отделка	18	0,025x2=0,05	0,9	1,3	1,17
Итого			**2,15**	**1,24**	**2,67**
Перегородки из пенобетонных блоков D600 с оштукатуриванием с двух сторон					
Кладка из пенобетонных блоков D600	6	0,2	1,2	1,3	1,56
Условная отделка	18	0,025x2=0,05	0,9	1,3	1,17
Итого			**2,1**	**1,3**	**2,73**
Перегородки из кирпича 120мм с оштукатуриванием с двух сторон					
Кладка из кирпича	18	0,12	2,16	1,1	2,376
Условная отделка	18	0,025x2=0,05	0,9	1,3	1,17
Итого			**3,06**	**1,16**	**3,546**
Фасадные блоки с оштукатуриванием с одной стороны					
Кладка из пенобетонных блоков D600	6	0,3	1,8	1,3	2,34
Условная отделка	18	0,025 0	0,45	1,3	0,585
Итого			**2,25**	**1,3**	**2,925**

Таблица А.7.2. Сбор нагрузок от перегородок и фасадных блоков (загружение №4)

Перегородки	Расчетная нагрузка, Кн/м²	Высота помещения, м	Коэффициент проемности $K_{\text{проемности}} = \frac{F_{\text{стены без проемов}}}{F_{\text{с проемами}}}$	Нагрузка для расчета, кН/м
Перегородки пазогребенные с оштукатуриванием с двух сторон **1-36 этаж**	2,67	3,1	1 (в запас)	**8,28**
Перегородки пазогребенные с оштукатуриванием с двух сторон **-1 и -2 этажи**	2,67	3,4	1 (в запас)	**9,08**
Перегородки из пенобетонных блоков D600 с оштукатуриванием с двух сторон **1-36 этаж**	2,73	3,1	1 (в запас)	**8,46**

Перегородки из пенобетонных блоков D600 с оштукатуриванием с двух сторон -1 и -2 этажи	2,73	3,4	1 (в запас)	**9,28**
Перегородки из кирпича 120мм с оштукатуриванием с двух сторон 1-36 этаж	3,546	3,1	1 (в запас)	**10,99**
Перегородки из кирпича 120мм с оштукатуриванием с двух сторон -1 и -2 этажи	3,546	3,4	1 (в запас)	**12,05**
Фасадные блоки с оштукатуриванием с одной стороны	2,925	3,3	0,6	**5,79**

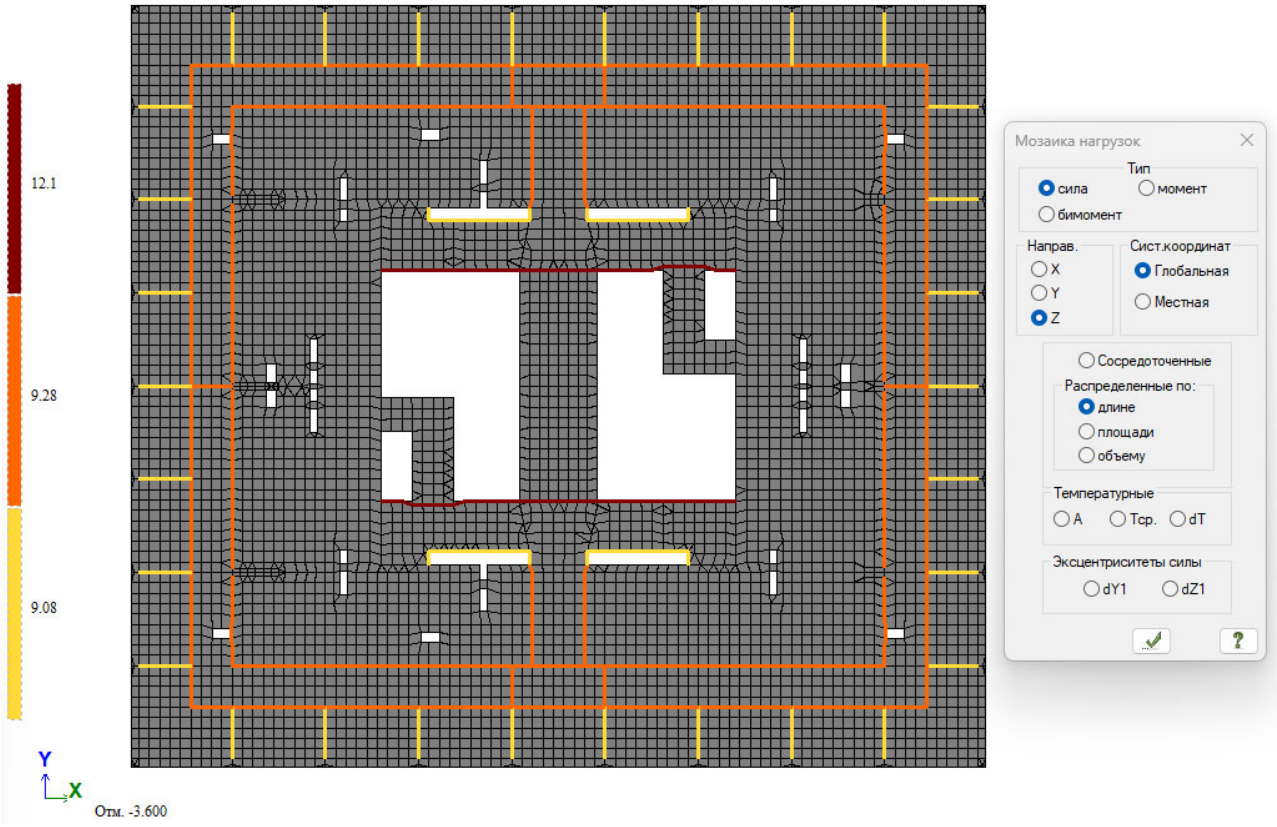


Рисунок. Распределенные по длине нагрузки от перегородок. Подвальный этаж. Загружение 4.

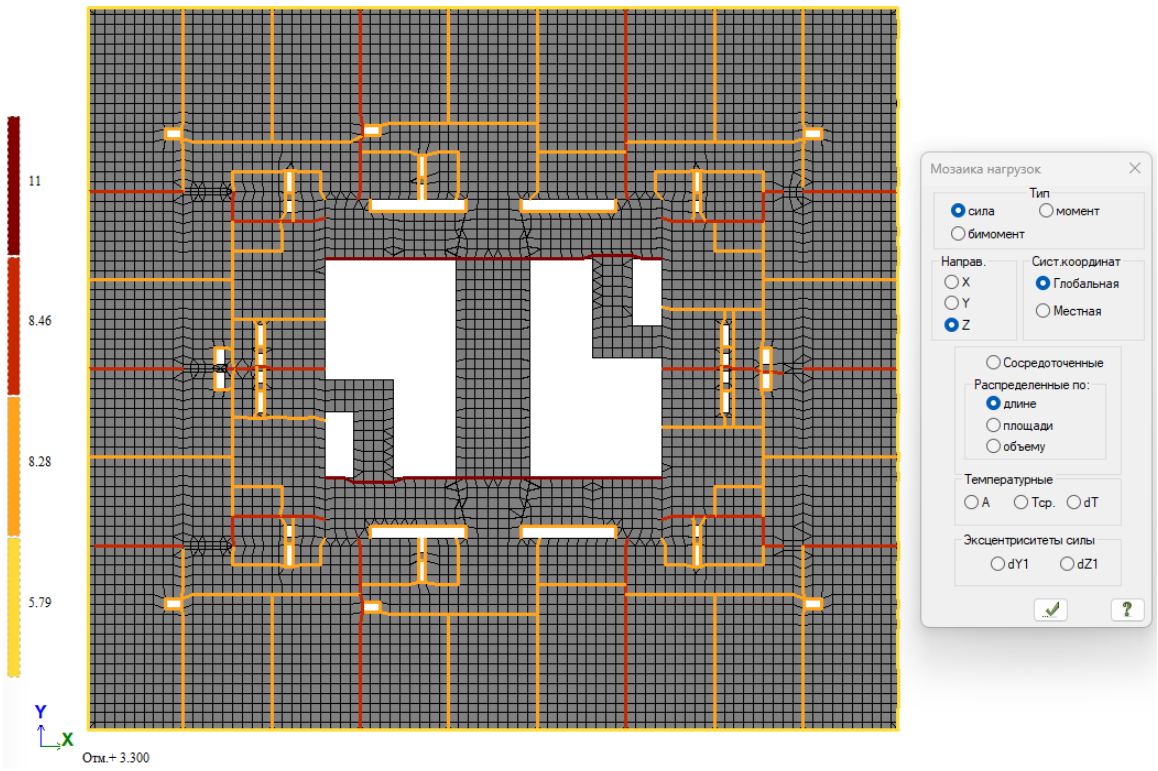


Рисунок. Распределенные по длине нагрузки от перегородок. Типовой этаж. Загружение 4.

Таблица А.8. Сбор нагрузок от отделки железобетона на пластичнатые элементы (загружение №5)

Материал	Удельный вес, кН/м³	Толщина, м	Нормативная нагрузка, кН кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м²
Потолки и лестницы					
Условная отделка	18	0,025	0,45	1,3	**0,585**

Таблица А.9. Сбор нагрузок от отделки железобетона на линейные элементы (загружение №5)

Материал	Плотность, кН/м³	Толщина, м	Нормативная нагрузка, кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН /м²	Периметр, м	**Нагрузка, кН/м**
Колонны							
Условная отделка	18	0,025x2= 0,05	0,9	1,3	1,17	2,4	**2,808**
Контурные балки							
Условная отделка	18	0,025x2= 0,05	0,9	1,3	1,17	0,9	**1,053**

Таблица А.10. Нагрузка от 1 м² подземной части наружных стен (загружение №5)

Материал	Плотность, кН/м³	Толщина, м	Нормативная нагрузка, кН/м²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м²
Защитная мембрана	12,5	0,002	0,025	1,3	0,0325
Пенополистирол	0,47	0,1	0,047	1,3	0,0611
Геотекстиль	12,5	0,003	0,0375	1,3	0,0488
Гидроизоляционная мембрана 2 слоя	12,5	0,002	0,025	1,3	0,0325
Геотекстиль	12,5	0,003	0,0375	1,3	0,0488
Итого			**0,172**	**1,3**	**0,224**

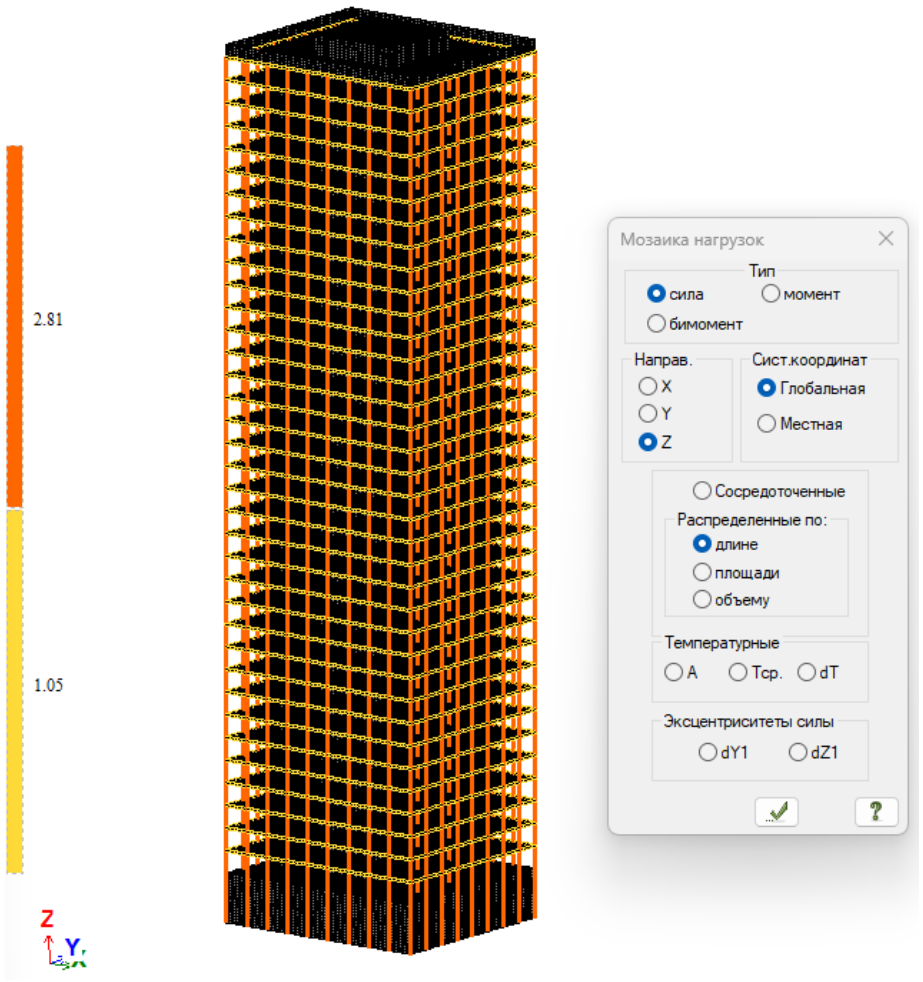


Рисунок. Нагрузка от отделки на линейные элементы. Загружение 5.

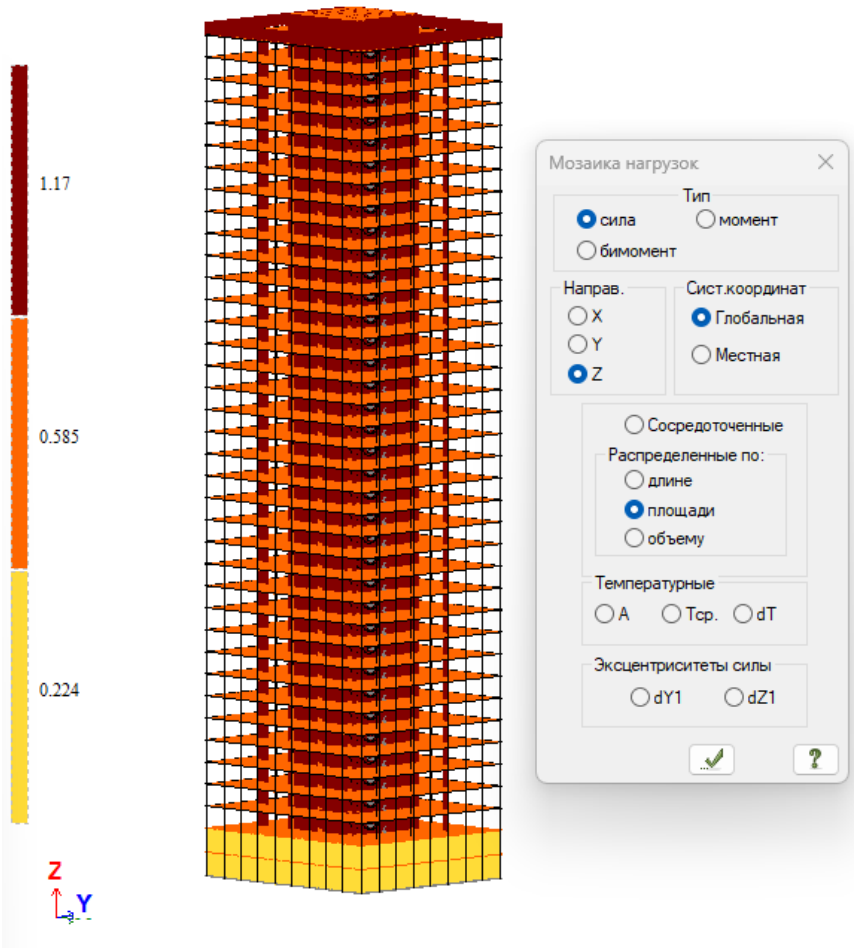


Рисунок. Нагрузка от отделки на пластинчатые элементы. Загружение 5.

Таблица А.11.1. Нагрузка от 1 м² фасада

Вид	Нормативная нагрузка для расчета, **Кн/м²**	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, **кН/м²**
Окна с двумя камерами	0,4	1,2	**0,48**
Фасадная система с облицовкой металлокасетами из алюминия	0,15	1,2	**0,18**

Таблица А.11.2. Нагрузка от 1 м² фасада (загружение №6)

Вид	Расчетная нагрузка, **Кн/м²**	Коэффициент проемности $K_{\text{проемности}} = \frac{F_{\text{стены без проемов}}}{F_{\text{с проемами}}}$	Высота этажа, **м**	Расчетная нагрузка, **кН/м**
Окна с двумя камерами	**0,48**	0,6	3,3	**(0,48x0,6+0,18x0,4) x3,3= =1,188**
Фасадная система с облицовкой из керамогранита	**0,18**			

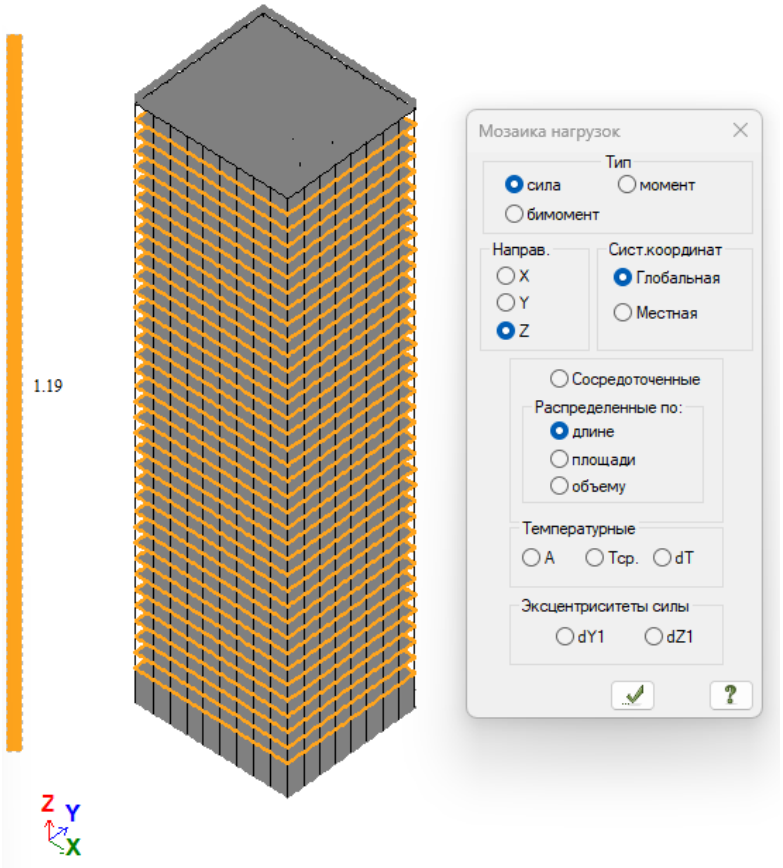


Рисунок. Линейные нагрузки от фасадов. Загружение 6.

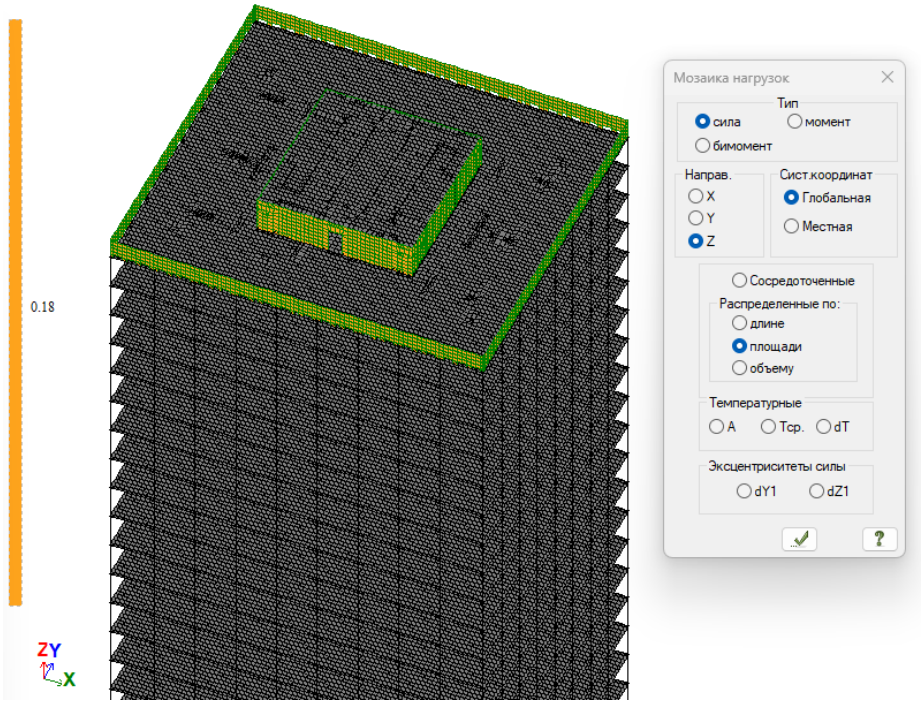


Рисунок. Нагрузки от фасадов по площади. Загружение 6.

Приложение Б. Нагрузки от грунтового давления

Нагрузки на стены подвала.

Давление грунта определим для обратной засыпки из песка средней крупности (предполагаем, что котлован устроен в естественных откосах).

Уровень грунтовых вод расположен на расстоянии 4,15м от поверхности земли.

Для расчета используем формулы:

	Высотная отметка	Формула
Формула для первого слоя мощностью h_1	$z \le h_1$	$\sigma'_{h,a}(z) = K_{a_{1слоя}}\left(\gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя}z + \gamma_{f2}\,q\right) - \gamma_{f1}2c_{1слоя}\sqrt{K_{a_{1слоя}}} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$ Слагаемое $\gamma_w z_w$ добавляется в случае наличия грунтовых вод
Формула для второго слоя мощностью h_2	$h_1 < z \le h_2$	$\sigma'_{h,a}(z) = K_{a\_2слоя}\left(\gamma_{f1}\gamma_{расч2слоя}z + \gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя}h_1 + \gamma_w h_1 + \gamma_{f2}\,q\right) - \gamma_{f1}2c_{2слоя}\sqrt{K_{a\_2слоя}} + \gamma_{f3}\gamma_w z_w,$ Слагаемое $\gamma_w h_1$ добавляется в случае, если первый слой мощностью h_1 **находится во взвешенном состоянии плюс 2й слой является водоупором. Если хотя бы одно из условий не выполняется, то слагаемое не вносится в формулу.**

$$K_a = tg^2(45^0 - \frac{\varphi}{2})$$

Для грунтов выше уровня грунтовых вод и для водоупоров:

$$\gamma_{расч} = \gamma$$

Для обводненных грунтов:

$$\gamma_{расч} = \gamma_{sb}$$

φ – угол внутреннего трения грунта, град

c – расчетное удельное сцепление грунта, кПа

z – глубина от поверхности земли, на котором определяется давление.

$\gamma_w = 9{,}8$ кН/м³ – удельный вес воды:

z_w– уровень, отсчитываемый от верхнего уровня грунтовых вод

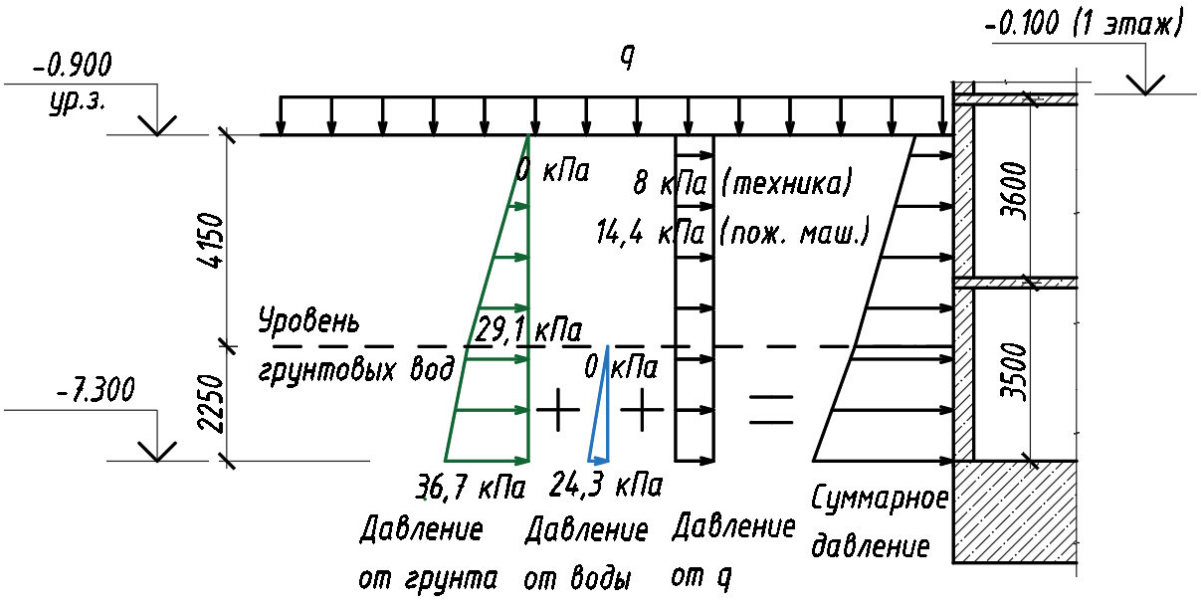
Нагрузки q

Наименование нагрузки	q, кПа	γ_{f2}
Дорожная техника	20 (п. 6.2.21 СП 381)	1,2
Пожарная машина (особо е сочетание)	36 (п. 9.2. СП 296)	1,2

Свойства грунта обратной засыпки.

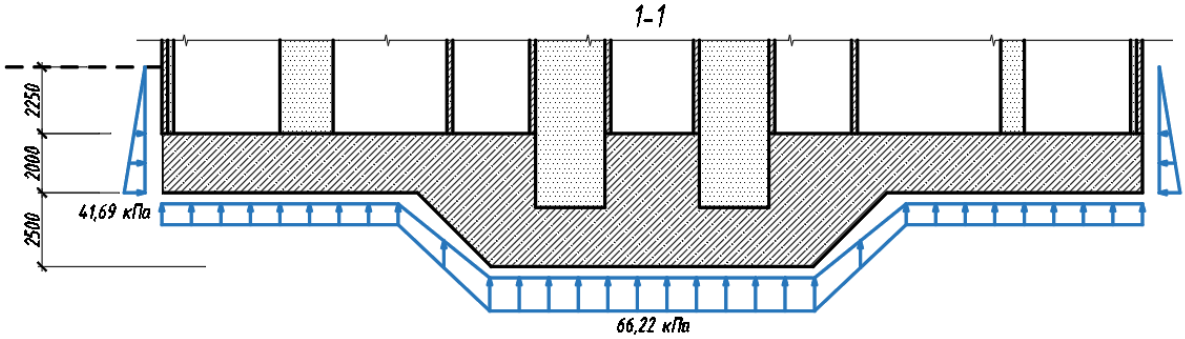
№ п/п	Наименование грунта	Плотность в естественном залегании, γ, кН/м^3	Плотность грунта во взвешенном состоянии γ_{sb}	Расчетное удельное сцепление грунта с, кПа	Угол внутреннего трения грунта φ, град	γ_{f1}
1	Песок средней крупности	18,31	8,8	0	30	1,15

Расстояние от уровня земли, м	Мощность слоя h, м	Расчетное давление грунта, кН/м^2	Расчетное давление дорожной техники, кН/ м^2	Расчетное давление пожарной машины, кН/ м^2	Расчетное давление воды, кН/м^2
0	-	0	$tg^2\left(45^0-\frac{30}{2}\right)\gamma_{f2}\,q$ = 0,333x1,2x20 = 8	$tg^2\left(45^0-\frac{30}{2}\right)\gamma_{f2}\,q$ = 0,333x1,2x36 = 14,4	0
4,15	4,15	$tg^2\left(45^0-\frac{30}{2}\right)\gamma_{f1}\gamma_{расч1слоя}z$ = 0,333x1,15x18,31x4,15 = 29,1			0
6,4	2,25	29,1 + $tg^2\left(45^0-\frac{30}{2}\right)$ x x $\gamma_{f1}\gamma_{расч2слоя}z$ = = 29,1 + 0,333x1,15x8,8x2,25 = 36,7			$\gamma_{f3}\gamma_w z_w$ = 1,1x9,8x2,25 = 24,3
		Загружение №12	Загружение №13	Загружение №14	Загружение №15



Расчет нагрузки от давления воды на фундаментную плиту снизу (дополнение к загружению №15)

Расстояние от уровня земли, м	Мощность слоя воды h, м	Расчетное давление воды, **кН/м³**
8,4	4,25	$\gamma_f \gamma_w z_w = 1 \text{x} 9,81 \text{x} 4,25 = 41,69$
10,9	6,75	$\gamma_f \gamma_w z_w = 1 \text{x} 9,81 \text{x} 6,75 = 66,22$



От автора. Допустимо не задавать нагрузку на боковые поверхности фундаментной плиты, поскольку большой погрешности в расчет это не вносит.

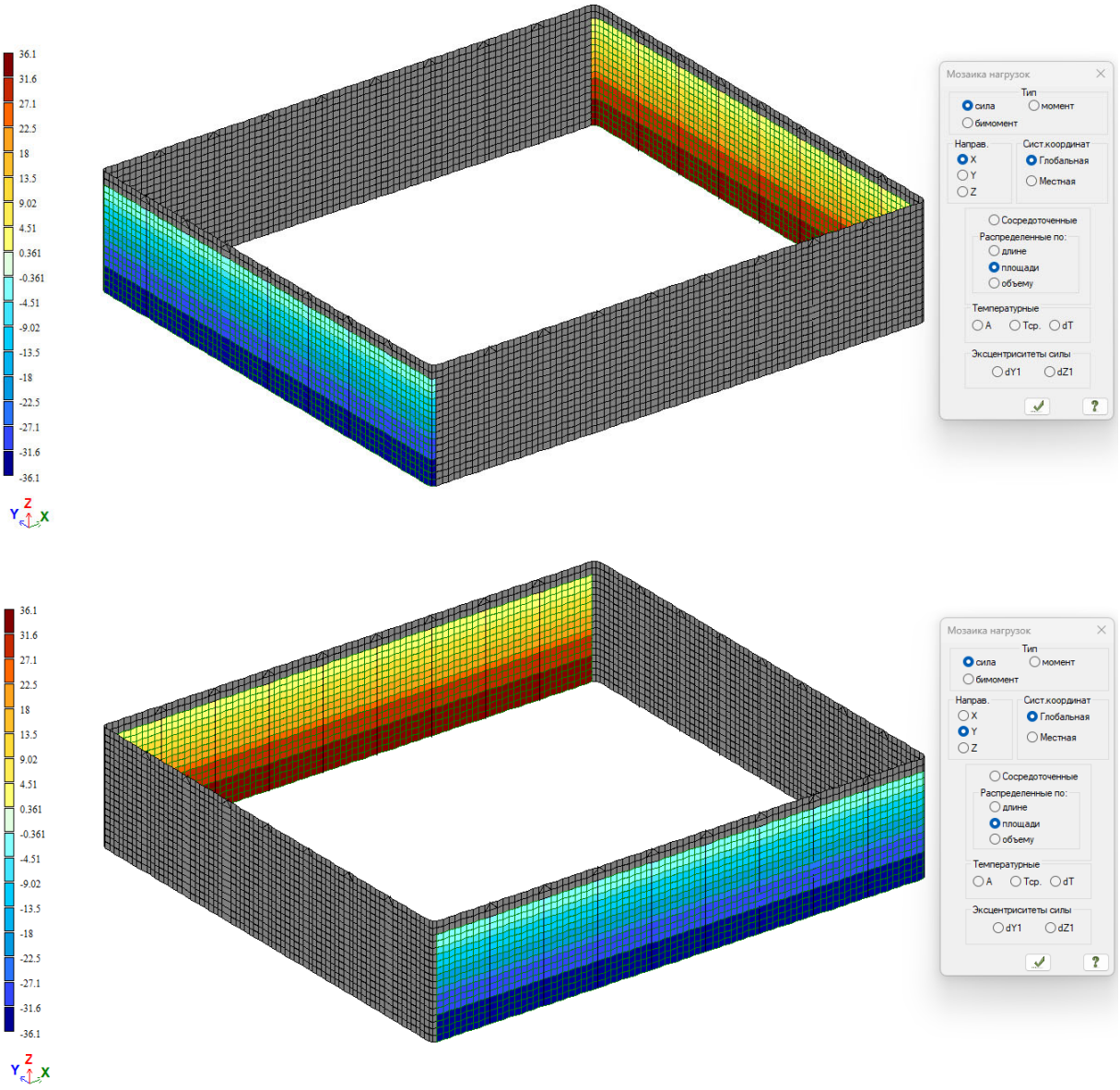


Рисунок. Давление от грунта. Загружение 12.

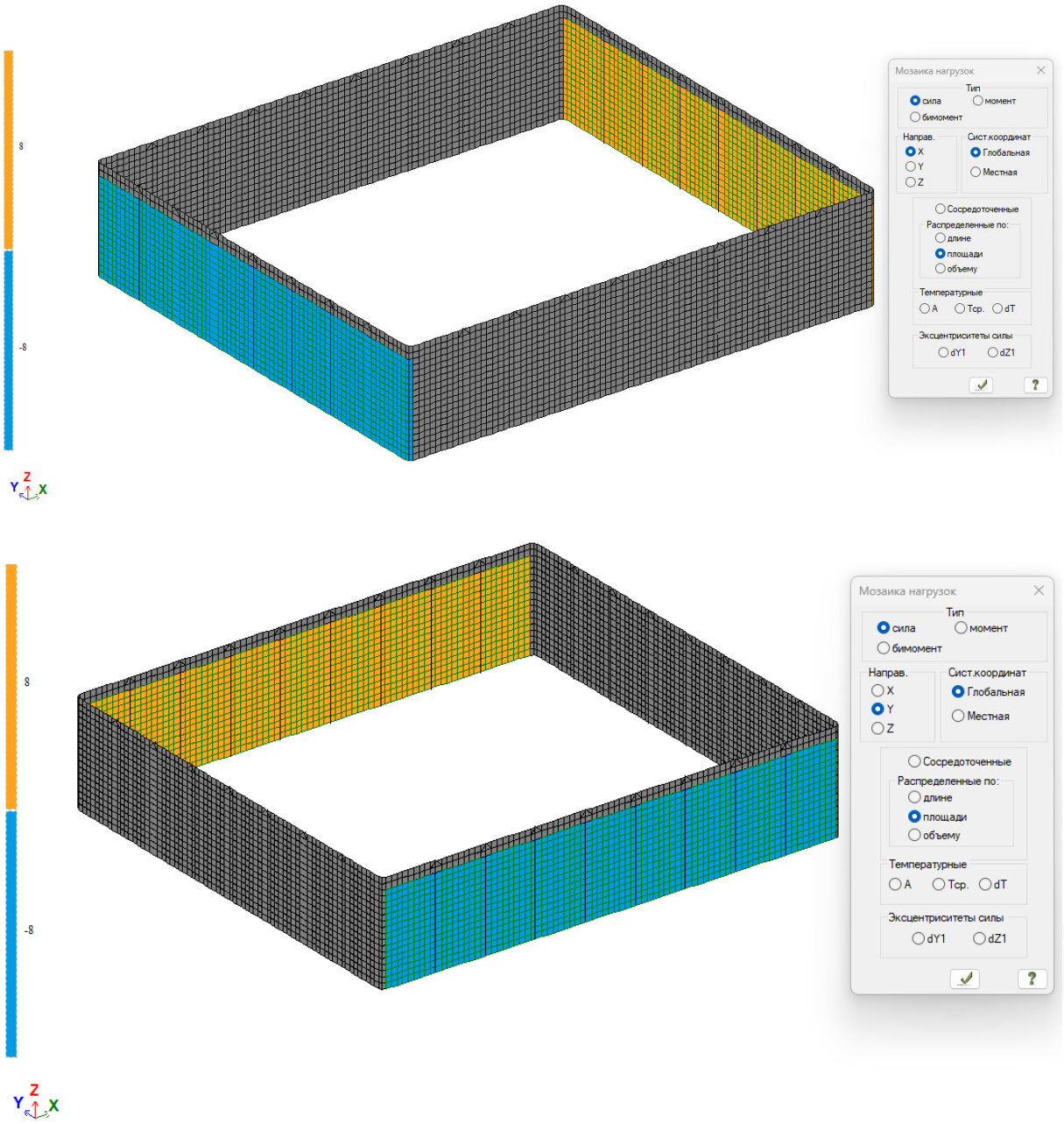


Рисунок. Давление от техники. Загружение 13.

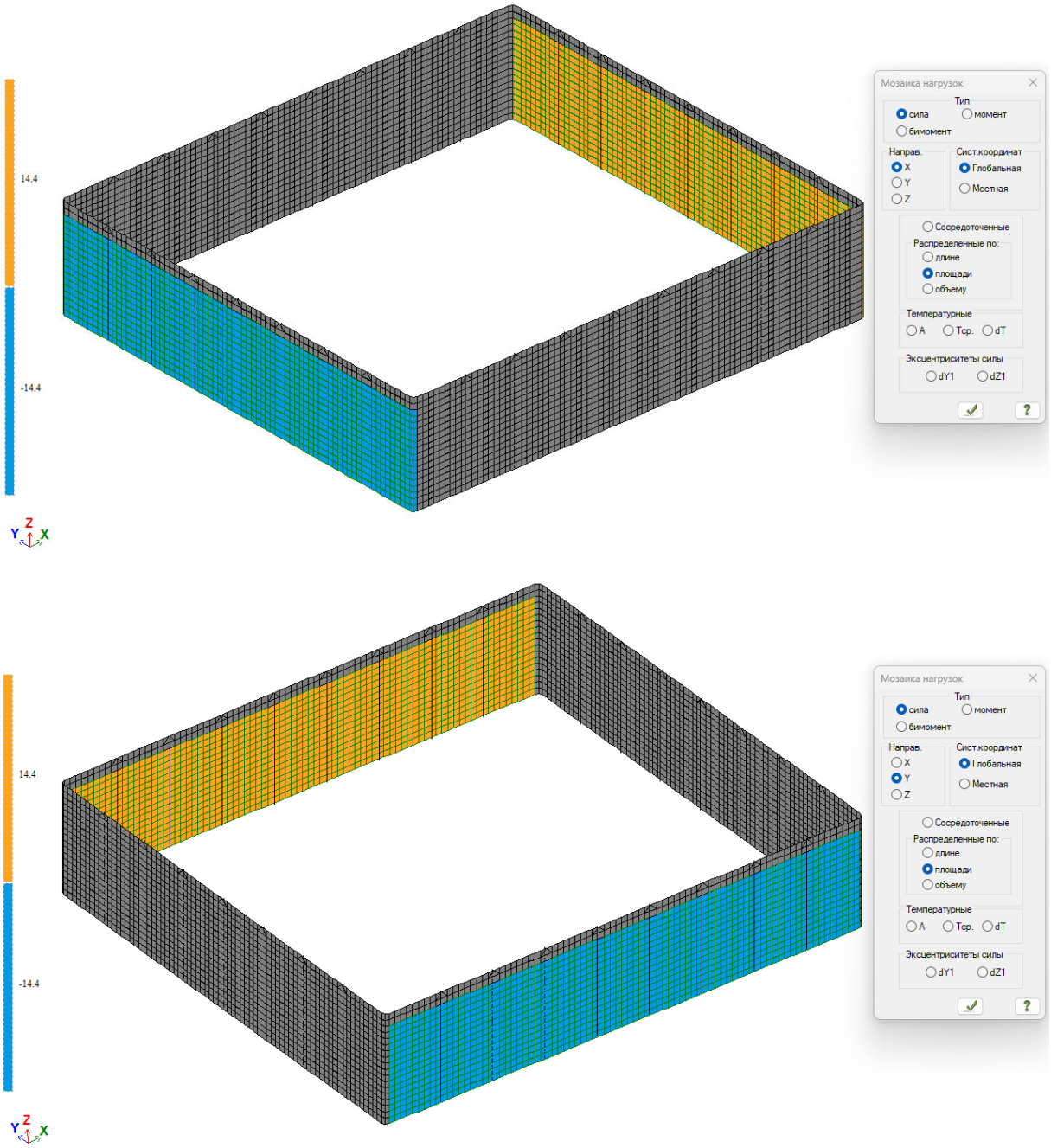
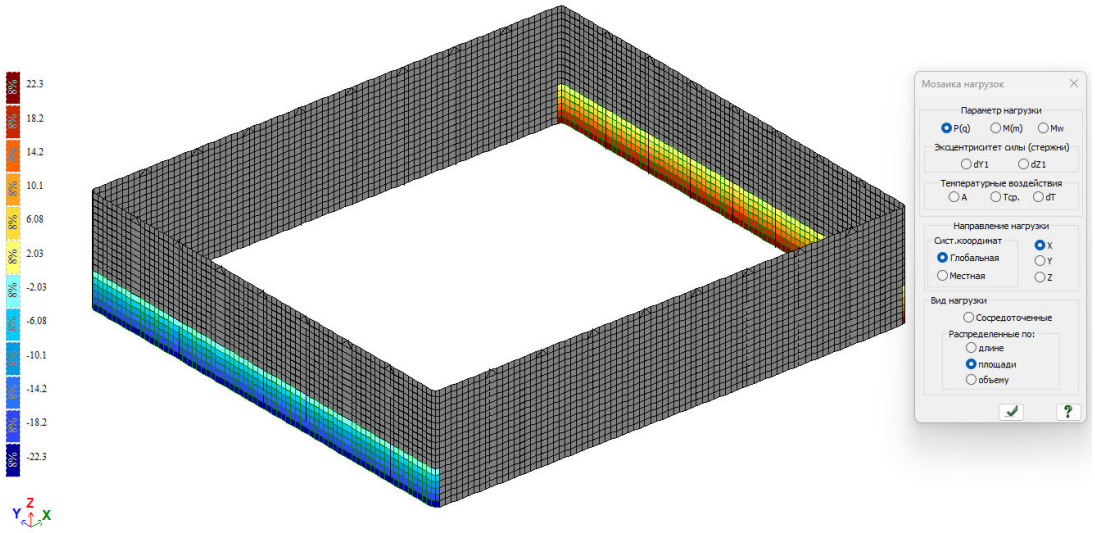
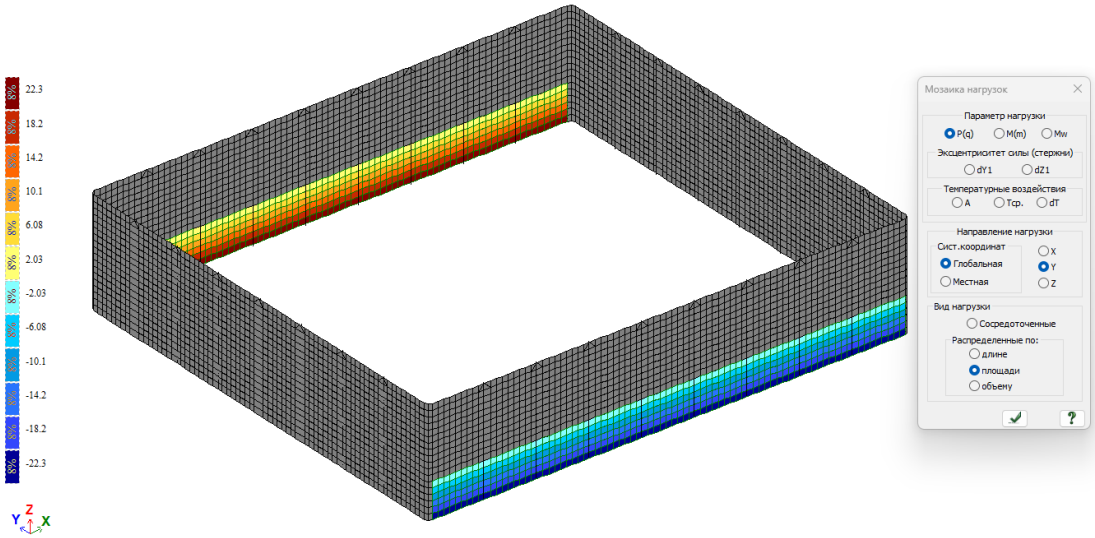


Рисунок. Давление от пожарной машины. Загружение 14.





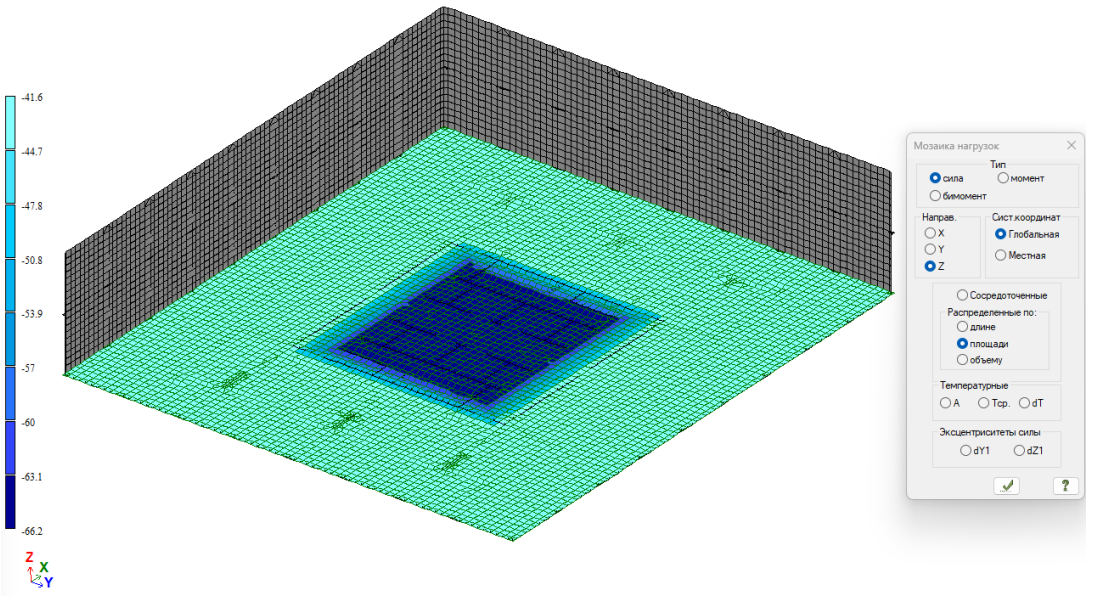


Рисунок. Давление от воды. Загружение 15.

Приложение В. Пример расчета ветровой нагрузки

Значение основной ветровой нагрузки w следует определять как: сумму средней w_m и пульсационной w_g составляющих:

$$w = w_m + w_g$$

w_m - средняя составляющая ветровой нагрузки;
w_g – пульсационная составляющая ветровой нагрузки

Средняя составляющая w_m ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c$$

w_0 – нормативное значение ветрового давления;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e

z_e – эквивалентная высота

c – аэродинамический коэффициент, определяемый по приложению В СП 20. Для здания прямоугольной формы коэффициенты c приведен ниже.

w_g (пульсационная составляющая) зависит от частот колебания самого здания и от значения w_m и определяется автоматически в программном комплексе.

Общие данные

Город: Москва

Ветровой район: I

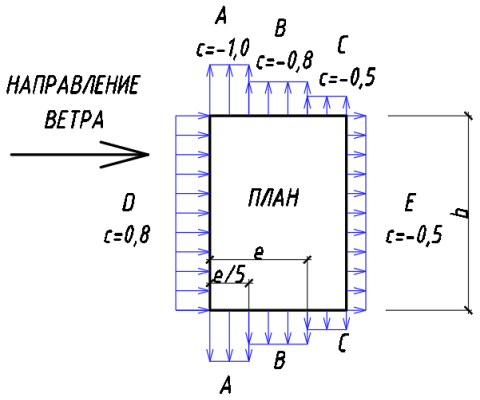
Тип местности: В (городские территории)

$w_0 = 0{,}23$кПа

γ_f = 1,4 (п.11 СП20)

Размер здания вдоль оси X (вдоль буквенных осей): 33,7м

Размер здания вдоль оси Y (вдоль численных осей): 30,1м



Примечание: e равняется меньшему из b или 2h.
h- высота здания

Высота z_e, м	Коэффициент k для типов местности
	B городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;
≤ 5	0,5
10	0,65
20	0,85
40	1,1
60	1,3
80	1,45
100	1,6
150	1,9
200	2,1
250	2,3
300	2,5

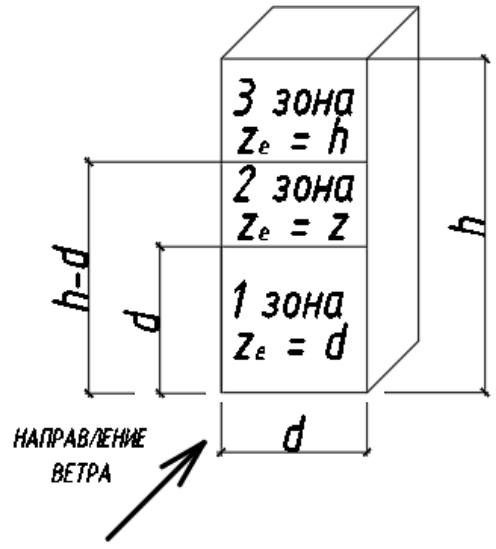
Ветер вдоль оси X (вдоль буквенных осей). Загружения № 18,19.

e=min(30,1;2x122,9)=30,1м

e/5=6,02м

Распределение ветровой нагрузки по высоте

Вариант расчета $h > 2d$	122,9>2x30,1=60,2
Высотные отметки $z \geq h - d$ $z_e = h$	$z \geq 122,9 - 30,1 = 92,8$ $z_e =$ 122,9
Высотные отметки $d < z < h - d$ $z_e = z$	$30,1 < z < 92,8$ $z_e = z$
Высотные отметки $0 < z \leq d$ $z_e = d$	$0 < z \leq 30,1$ $z_e = 30,1$



z – высота от поверхности земли

Расчет нагрузок при направлении ветра вдоль оси X

Высотная отметка	Расстояние от поверхности земли z,м	z_e,м	k	Расчетная нагрузка $w_m = w_0 k(z_e) c \gamma_f$, кПа				
				Зона A $c = -1,0$	Зона B $c = -0,8$	Зона C $c = -0,5$	Зона D $c = 0,8$	Зона E $c = -0,5$
-0.900	0	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
-0.100	0,8	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+3.200	4,1	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+6.500	7,4	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+9.800	10,7	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+13.100	14	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+16.400	17,3	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+19.700	20,6	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+23.000	23,9	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+26.300	27,2	30,1	0,976	-0,314	-0,251	-0,157	0,251	-0,157
+29,600	30,5	30,5	0,981	-0,316	-0,253	-0,158	0,253	-0,158
+32.900	33,8	33,8	1,023	-0,329	-0,263	-0,165	0,263	-0,165
+36.200	37,1	37,1	1,064	-0,343	-0,274	-0,171	0,274	-0,171
+39.500	40,4	40,4	1,104	-0,355	-0,284	-0,178	0,284	-0,178
+42.800	43,7	43,7	1,137	-0,366	-0,293	-0,183	0,293	-0,183
+46.100	47	47	1,170	-0,377	-0,301	-0,188	0,301	-0,188
+49.400	50,3	50,3	1,203	-0,387	-0,310	-0,194	0,310	-0,194
+52.700	53,6	53,6	1,236	-0,398	-0,318	-0,199	0,318	-0,199
+56.000	56,9	56,9	1,269	-0,409	-0,327	-0,204	0,327	-0,204
+59.300	60,2	60,2	1,302	-0,419	-0,335	-0,210	0,335	-0,210
+62.600	63,5	63,5	1,326	-0,427	-0,342	-0,214	0,342	-0,214
+65.900	66,8	66,8	1,351	-0,435	-0,348	-0,218	0,348	-0,218
+69.200	70,1	70,1	1,376	-0,443	-0,354	-0,221	0,354	-0,221
+72.500	73,4	73,4	1,401	-0,451	-0,361	-0,225	0,361	-0,225
+75.800	76,7	76,7	1,425	-0,459	-0,367	-0,229	0,367	-0,229
+79.100	80	80	1,450	-0,467	-0,374	-0,233	0,374	-0,233
+82.400	83,3	83,3	1,475	-0,475	-0,380	-0,237	0,380	-0,237
+85.700	86,6	86,6	1,500	-0,483	-0,386	-0,241	0,386	-0,241
+89.000	89,9	89,9	1,524	-0,491	-0,393	-0,245	0,393	-0,245
+92.300	93,2	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+95.600	96,5	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+98.900	99,8	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+102.200	103,1	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+105.500	106,4	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+108.800	109,7	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+112.100	113	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+115.400	116,3	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+118.700	119,6	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280
+122.000	122,9	122,9	1,737	-0,559	-0,448	-0,280	0,448	-0,280

Расчетная нагрузка на перекрытие при направлении ветра вдоль оси X

Высотная отметка	Высота сбора нагрузки H	Расчетная нагрузка $w_m = w_0 k(z_e) c H \gamma_f$, кН/м				
		Зона A $c = -1,0$	Зона B $c = -0,8$	Зона C $c = -0,5$	Зона D $c = 0,8$	Зона E $c = -0,5$
–0.900	Не является перекрытием					
–0.100	2,55	–0,802	–0,641	–0,401	0,641	–0,401
+3.200	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+6.500	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+9.800	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+13.100	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+16.400	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+19.700	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+23.000	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+26.300	3,3	–1,037	–0,830	–0,519	0,830	–0,519
+29,600	3,3	–1,043	–0,834	–0,521	0,834	–0,521
+32.900	3,3	–1,087	–0,869	–0,543	0,869	–0,543
+36.200	3,3	–1,130	–0,904	–0,565	0,904	–0,565
+39.500	3,3	–1,173	–0,938	–0,587	0,938	–0,587
+42.800	3,3	–1,208	–0,967	–0,604	0,967	–0,604
+46.100	3,3	–1,243	–0,995	–0,622	0,995	–0,622
+49.400	3,3	–1,278	–1,023	–0,639	1,023	–0,639
+52.700	3,3	–1,313	–1,051	–0,657	1,051	–0,657
+56.000	3,3	–1,348	–1,079	–0,674	1,079	–0,674
+59.300	3,3	–1,383	–1,106	–0,691	1,106	–0,691
+62.600	3,3	–1,409	–1,127	–0,705	1,127	–0,705
+65.900	3,3	–1,436	–1,148	–0,718	1,148	–0,718
+69.200	3,3	–1,462	–1,169	–0,731	1,169	–0,731
+72.500	3,3	–1,488	–1,191	–0,744	1,191	–0,744
+75.800	3,3	–1,514	–1,212	–0,757	1,212	–0,757
+79.100	3,3	–1,541	–1,233	–0,770	1,233	–0,770
+82.400	3,3	–1,567	–1,254	–0,784	1,254	–0,784
+85.700	3,3	–1,593	–1,275	–0,797	1,275	–0,797
+89.000	3,3	–1,620	–1,296	–0,810	1,296	–0,810
+92.300	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+95.600	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+98.900	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+102.200	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+105.500	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+108.800	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+112.100	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+115.400	3,3	–1,846	–1,477	–0,923	1,477	–0,923
+118.700	1,65	–0,923	–0,738	–0,462	0,738	–0,462
+122.000	Будет задана по площади на парапет (рассчитана в таблице выше)					

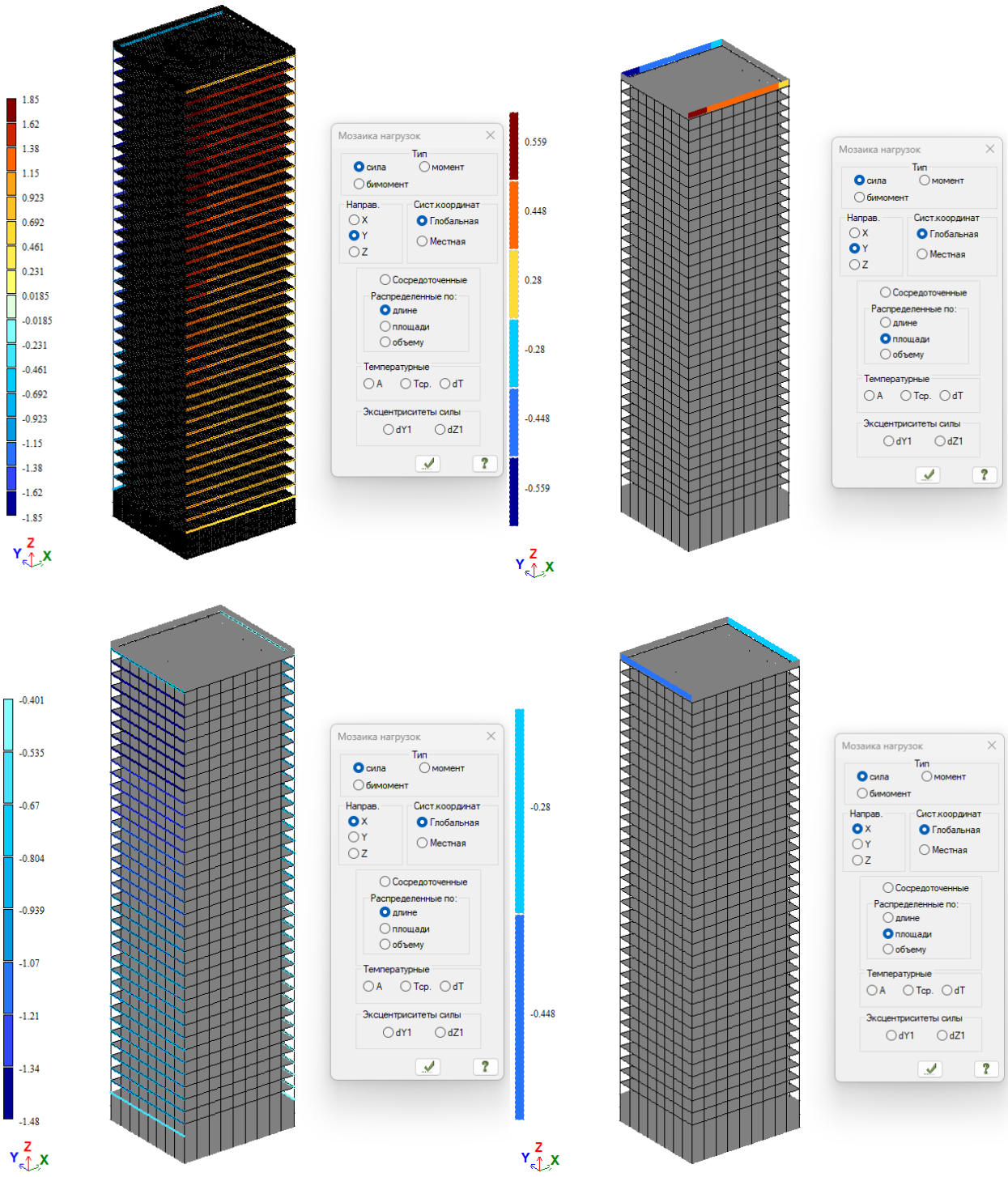


Рисунок. Загружение 18. Ветровые нагрузки.

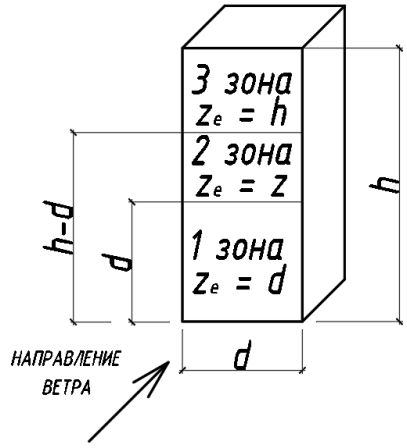
Ветер вдоль оси Y (вдоль численных осей). Загружения № 20,21.

e=min(33,7;2x122,9)=33,7м

e/5=6,74м

Распределение ветровой нагрузки по высоте

Вариант расчета $h > 2d$	**122,9>2x33,7=67,4**
Высотные отметки $z \geq h - d$ $z_e = h$	$z \geq 122,9 - 33,7 = 89,2$ $z_e = 122,9$
Высотные отметки $d < z < h - d$ $z_e = z$	$33,7 < z < 89,7$ $z_e = z$
Высотные отметки $0 < z \leq d$ $z_e = d$	$0 < z \leq 33,7$ $z_e = 33,7$



z – высота от поверхности земли

Расчет нагрузок при направлении вдоль оси Y

Высотная отметка	Расстояние от поверхности земли z,м	z_e,м	k	Расчетная нагрузка $w_m = w_0 k(z_e) c \gamma_f$, кПа				
				Зона A $c = -1,0$	Зона B $c = -0,8$	Зона C $c = -0,5$	Зона D $c = 0,8$	Зона E $c = -0,5$
–0.900	0	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
–0.100	0,8	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+3.200	4,1	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+6.500	7,4	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+9.800	10,7	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+13.100	14	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+16.400	17,3	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+19.700	20,6	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+23.000	23,9	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+26.300	27,2	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+29,600	30,5	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+32.900	33,8	33,7	1,021	–0,329	–0,263	–0,164	0,263	–0,164
+36.200	37,1	37,1	1,064	–0,343	–0,274	–0,171	0,274	–0,171
+39.500	40,4	40,4	1,104	–0,355	–0,284	–0,178	0,284	–0,178
+42.800	43,7	43,7	1,137	–0,366	–0,293	–0,183	0,293	–0,183
+46.100	47	47	1,170	–0,377	–0,301	–0,188	0,301	–0,188
+49.400	50,3	50,3	1,203	–0,387	–0,310	–0,194	0,310	–0,194
+52.700	53,6	53,6	1,236	–0,398	–0,318	–0,199	0,318	–0,199
+56.000	56,9	56,9	1,269	–0,409	–0,327	–0,204	0,327	–0,204
+59.300	60,2	60,2	1,302	–0,419	–0,335	–0,210	0,335	–0,210
+62.600	63,5	63,5	1,326	–0,427	–0,342	–0,214	0,342	–0,214
+65.900	66,8	66,8	1,351	–0,435	–0,348	–0,218	0,348	–0,218
+69.200	70,1	70,1	1,376	–0,443	–0,354	–0,221	0,354	–0,221
+72.500	73,4	73,4	1,401	–0,451	–0,361	–0,225	0,361	–0,225
+75.800	76,7	76,7	1,425	–0,459	–0,367	–0,229	0,367	–0,229
+79.100	80	80	1,450	–0,467	–0,374	–0,233	0,374	–0,233
+82.400	83,3	83,3	1,475	–0,475	–0,380	–0,237	0,380	–0,237
+85.700	86,6	86,6	1,500	–0,483	–0,386	–0,241	0,386	–0,241
+89.000	89,9	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+92.300	93,2	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+95.600	96,5	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+98.900	99,8	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+102.200	103,1	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+105.500	106,4	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+108.800	109,7	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+112.100	113	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+115.400	116,3	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+118.700	119,6	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280
+122.000	122,9	122,9	1,737	–0,559	–0,448	–0,280	0,448	–0,280

Расчетная нагрузка на перекрытие при направлении ветра вдоль оси Y

Высотная отметка	Высота сбора нагрузки H	Расчетная нагрузка $w_m = w_0 k(z_e) c H \gamma_f$, кН/м				
		Зона A $c = -1,0$	Зона B $c = -0,8$	Зона C $c = -0,5$	Зона D $c = 0,8$	Зона E $c = -0,5$
-0.900	Не является перекрытием					
-0.100	2,55	-0,839	-0,671	-0,419	0,671	-0,419
+3.200	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+6.500	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+9.800	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+13.100	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+16.400	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+19.700	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+23.000	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+26.300	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+29,600	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+32.900	3,3	-1,085	-0,868	-0,543	0,868	-0,543
+36.200	3,3	-1,130	-0,904	-0,565	0,904	-0,565
+39.500	3,3	-1,173	-0,938	-0,587	0,938	-0,587
+42.800	3,3	-1,208	-0,967	-0,604	0,967	-0,604
+46.100	3,3	-1,243	-0,995	-0,622	0,995	-0,622
+49.400	3,3	-1,278	-1,023	-0,639	1,023	-0,639
+52.700	3,3	-1,313	-1,051	-0,657	1,051	-0,657
+56.000	3,3	-1,348	-1,079	-0,674	1,079	-0,674
+59.300	3,3	-1,383	-1,106	-0,691	1,106	-0,691
+62.600	3,3	-1,409	-1,127	-0,705	1,127	-0,705
+65.900	3,3	-1,436	-1,148	-0,718	1,148	-0,718
+69.200	3,3	-1,462	-1,169	-0,731	1,169	-0,731
+72.500	3,3	-1,488	-1,191	-0,744	1,191	-0,744
+75.800	3,3	-1,514	-1,212	-0,757	1,212	-0,757
+79.100	3,3	-1,541	-1,233	-0,770	1,233	-0,770
+82.400	3,3	-1,567	-1,254	-0,784	1,254	-0,784
+85.700	3,3	-1,593	-1,275	-0,797	1,275	-0,797
+89.000	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+92.300	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+95.600	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+98.900	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+102.200	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+105.500	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+108.800	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+112.100	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+115.400	3,3	-1,846	-1,477	-0,923	1,477	-0,923
+118.700	1,65	-0,923	-0,738	-0,462	0,738	-0,462
+122.000	Будет задана по площади на парапет (рассчитана в таблице выше)					

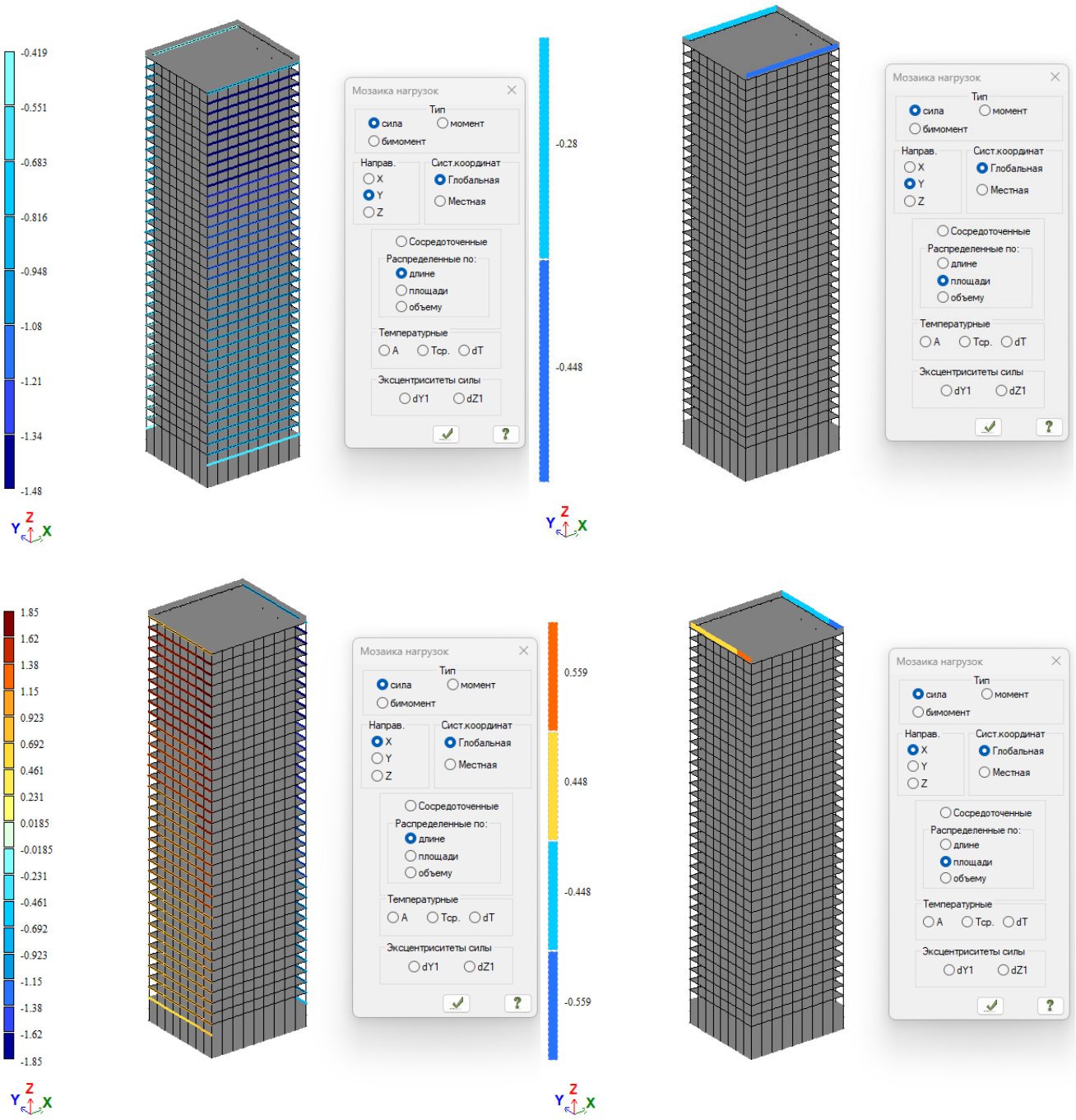


Рисунок. Загружение 20. Ветровые нагрузки.

Приложение Г. Пример расчета снеговой нагрузки

Снеговая нагрузка обычно задается в нескольких вариантах.

Как минимум:

Вариант №1 равномерно распределенной снеговой нагрузки по всей площади без снегопереноса.

Вариант №2 вариант со снеговыми мешками.

Вариант №1. Без снеговых мешков (загружение №16)

Нормативное значение снеговой нагрузки определяется по формуле:

$$S = c_e\, c_t \mu\, S_g$$

$$c_e = 1$$

$$c_t = 1$$

$S_g = S_0$ = 1,5кПа (III снеговой район)

Нормативное значение снеговой нагрузки:
$S = 1 \text{x} 1 \text{x} 1,5 = 1,5$ кПа

Расчетное значение снеговой нагрузки:
$1,5 \text{x} 1,4 = 2,1$ кПа

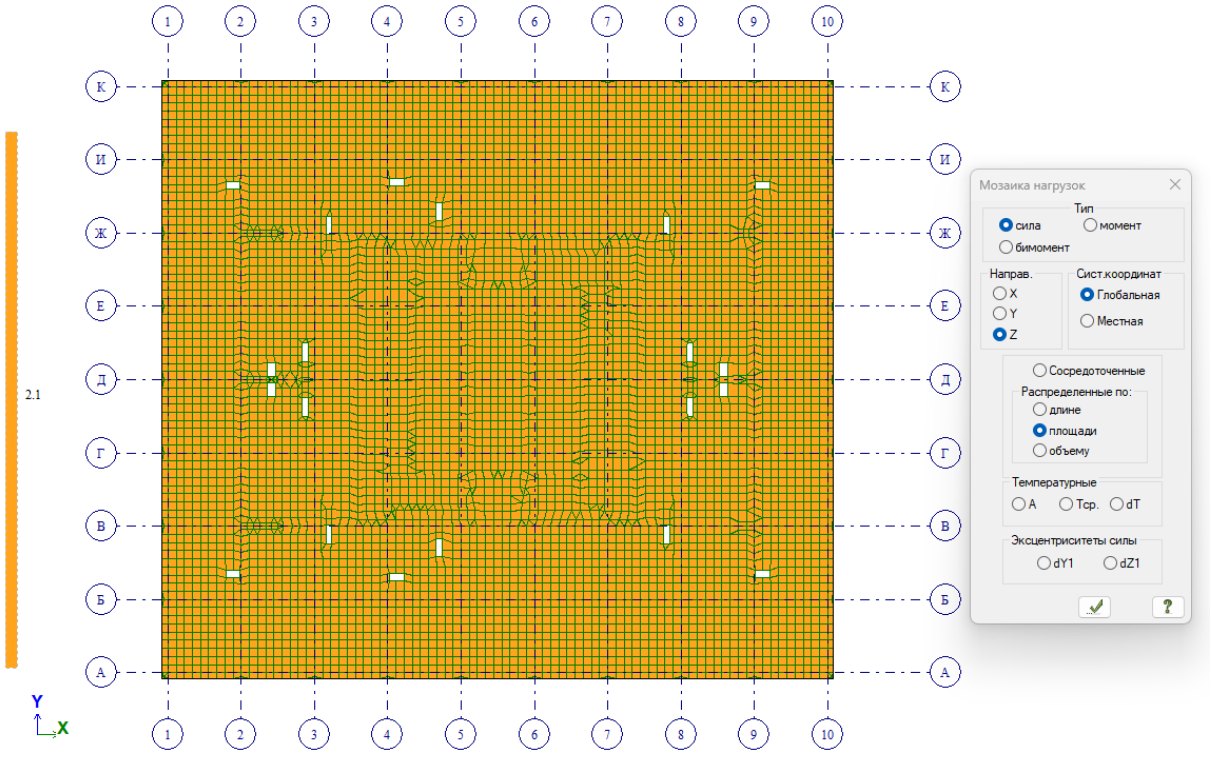
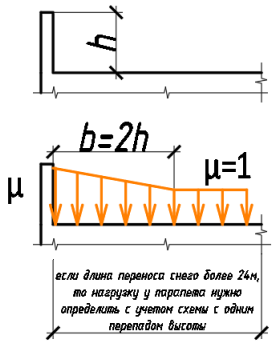


Рисунок. Снеговое загружение. Вариант 1. Загружение 16.

Вариант №2. Снеговые мешки (загружение №17)

Снеговая нагрузка у парапета



$\boldsymbol{h = 1,32}$ м

$\boldsymbol{b = 2h = 2x1,32 = 2,64}$ м

$$\frac{\boldsymbol{S_0}}{\boldsymbol{2}} = \frac{\boldsymbol{1,5}}{\boldsymbol{2}} = \boldsymbol{0,75}$$

Принимаем расчетный случай $\mathbf{h} > \frac{\boldsymbol{S_0}}{\boldsymbol{2}}$

$$\mu = \frac{\boldsymbol{2h}}{\boldsymbol{S_0}} = \frac{\boldsymbol{2x1,32}}{\boldsymbol{1,5}} = \boldsymbol{1,76}$$

$\boldsymbol{1,76 < 3}$ – условие выполняется.

Нормативное значение снеговой нагрузки:
$\boldsymbol{S = 1x1x1,76x1,5 = 2,64}$ кПа

Расчетное значение снеговой нагрузки:
$\boldsymbol{2,64x1,4 = 3,7}$ кПа

Снеговые мешки для перепада высоты

$$\mu = 1 + \frac{1}{h}(m_1 l_1 + m_2 l_2)$$

h – высота перепада, отсчитываемая от верхней точки конструкций более высокой части здания у перепада высот до кровли нижнего покрытия. При $h > 8$ м при определении μ принимают $h = 8$ м.

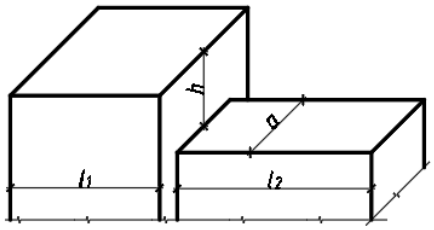
$m_1 = 0{,}4$

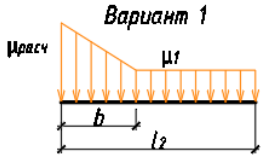
Определение m_2	
$a \geq 21$м	$a < 21$м
$m_2 = 0{,}4$	$m_2 = 0{,}5k_1k_2k_3$, но не менее 0,1 $k_1 = \sqrt{\frac{a}{21}}$ $k_2 = 1$ (для уклона 0) $k_3 = 1$ (для уклона 0)

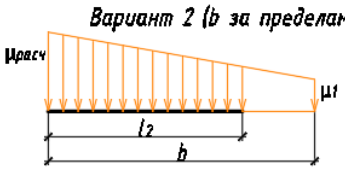
Определение габарита b	
Случай $\mu \leq \frac{2h}{s_0}$	Случай $\mu > \frac{2h}{s_0}$
$b = 2h$, но не более 16м	$b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h}{s_0} - 1 + 2m_2} 2h$, но не более 5h и не более 16м

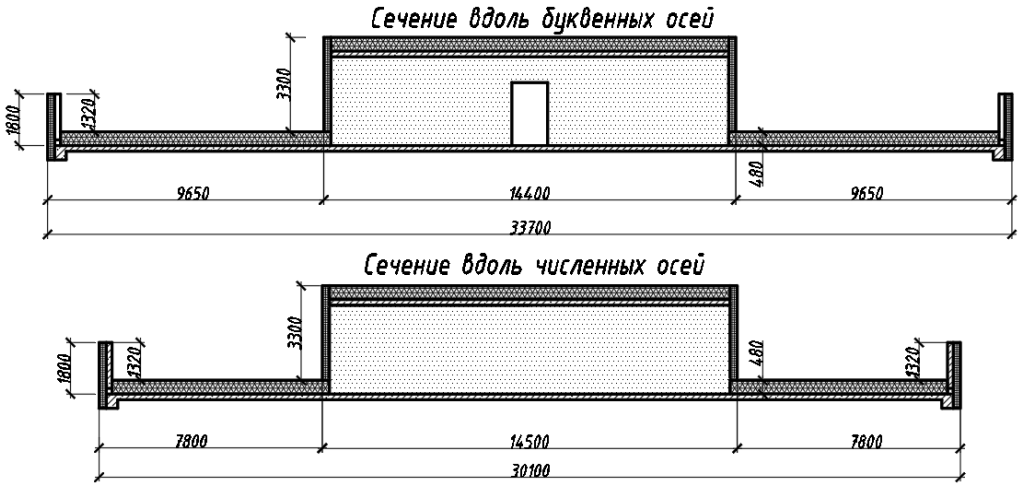
Определение $\mu_{расч}$		
Если l_1 или $l_2 \leq$ 48м	Если 48 м< l_1 или $l_2 \leq$ 72м	Если l_1 или $l_2 >$ 72м
$\mu_{расч} = \mu$ но не более $\frac{2h}{s_0}$ и не более 4	по интерполяции	$\mu_{расч} = \mu$, но не более $\frac{2h}{s_0}$ и не более 6

Определение μ_1			
Для покрытий с парапетами и без парапетов при $b > l_2$	Для покрытий без парапетов при $\mu \leq \frac{2h}{s_0}$	Для покрытий с парапетами при $b < l_2$ и при $\mu \leq \frac{2h}{s_0}$	Для остальных случаев
$\mu_1 = 1 - 2m_2$	$\mu_1 = 1 - 2m_2$	$\mu_1 = 1 - \frac{m_2 l_2}{l_2 - h}$	$\mu_1 = \frac{l_2 - 0{,}5\mu_{расч}\, b}{l_2 - 0{,}5b}$, но не менее 0,2









Сечение вдоль буквенных осей	Сечение вдоль численных осей
$m_1 = 0{,}4$ $m_2 = 0{,}4$ $l_2 = 9{,}65$ м $l_1 = 14{,}4$ м $\mu = 1 + \frac{1}{3{,}3}(0{,}4\text{x}14{,}4 + 0{,}4\text{x}9{,}65) = 3{,}92$	$m_1 = 0{,}4$ $m_2 = 0{,}4$ $l_2 = 7{,}8$ м $l_1 = 14{,}5$ м $\mu = 1 + \frac{1}{3{,}3}(0{,}4\text{x}14{,}5 + 0{,}4\text{x}7{,}8) = 3{,}7$
$\frac{\boldsymbol{2h}}{\boldsymbol{S_0}} = \frac{2\text{x}3{,}3}{1{,}5} = 4{,}4$	$\frac{\boldsymbol{2h}}{\boldsymbol{S_0}} = \frac{2\text{x}3{,}3}{1{,}5} = 4{,}4$
Определение габарита b	
Случай $\mu = 3{,}92 \leq \frac{2h}{S_0} = 4{,}4$ $\boldsymbol{b = 2h = 2\text{x}3{,}3 = 6{,}6}$м 6,6м < 16 м – условие выполняется	Случай $\mu = 3{,}7 \leq \frac{2h}{S_0} = 4{,}4$ $\boldsymbol{b = 2h = 2\text{x}3{,}3 = 6{,}6}$м 6,6м < 16 м – условие выполняется
Определение $\mu_{расч}$	
l_1 или $l_2 \leq 48$м $\mu_{расч} = \mu$ но не более $\frac{2h}{S_0}$ и не более 4 **Принимаем** $\mu_{расч} = \boldsymbol{3{,}92}$	l_1 или $l_2 \leq 48$м $\mu_{расч} = \mu$ но не более $\frac{2h}{S_0}$ и не более 4 **Принимаем** $\mu_{расч} = \boldsymbol{3{,}7}$
Определение μ_1	
Для покрытий с парапетами при $b < l_2$ и при $\mu \leq \frac{2h}{S_0}$ $\mu_1 = 1 - \frac{m_2 l_2}{l_2 - h} = 1 - \frac{0{,}5\text{x}9{,}65}{9{,}65 - 3{,}3} = \boldsymbol{0{,}24}$	Для покрытий с парапетами при $b < l_2$ и при $\mu \leq \frac{2h}{S_0}$ $\mu_1 = 1 - \frac{m_2 l_2}{l_2 - h} = 1 - \frac{0{,}5\text{x}7{,}8}{7{,}8 - 3{,}3} = \boldsymbol{0{,}13}$

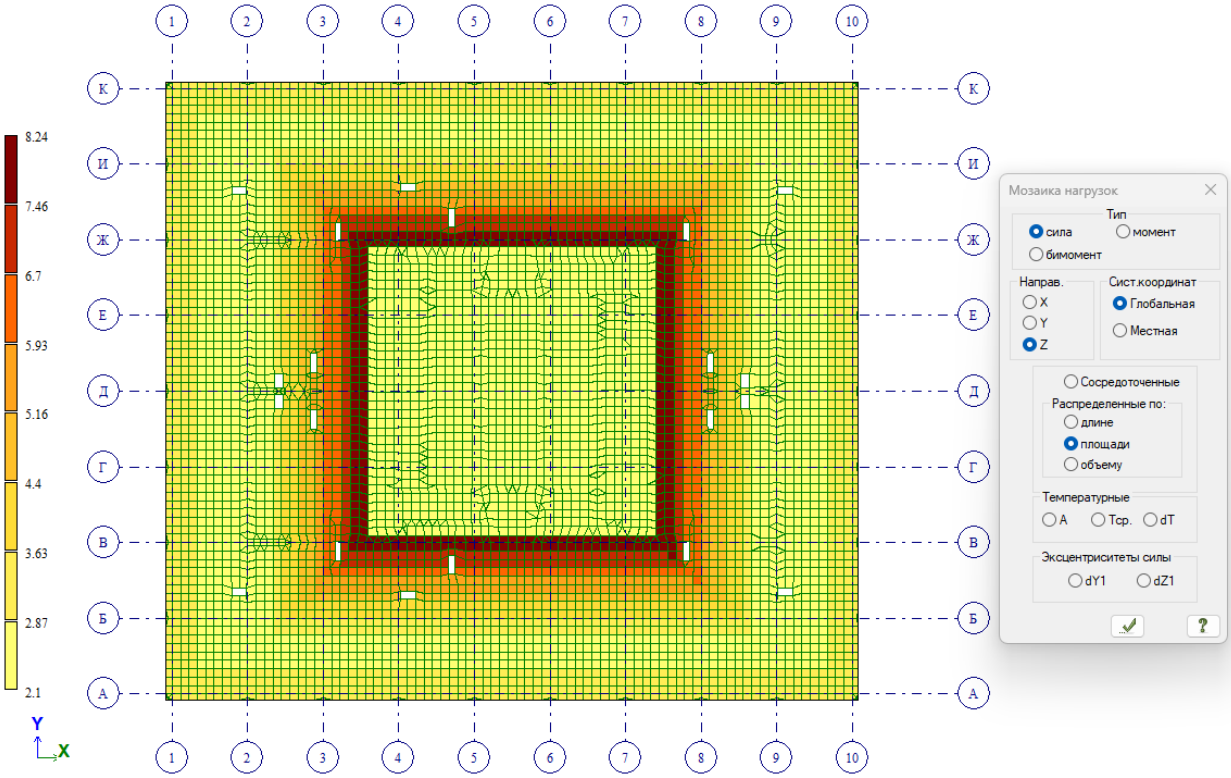


Рисунок. Снеговое загружение. Вариант 2. Загружение 17.

Частые вопросы:

1. Не должно ли быть несколько вариантов сноса/переноса снега? Например, снег с верхнего покрытия сдуло только на северную/южную/западную/восточную части.

Ответ. Да, в действительности снег сносит на одну сторону, однако общепринятым является подход «сливать» в одно загружение все снеговые мешки. Данный подход является инженерным, и позволяет не «плодить» загружения.

2. При расчете коэффициенты μ снеговой нагрузки получились меньше 1. Можно ли данные зоны принять с коэффициентом 1.

Ответ. Да. Во-первых, как можно заметить все схемы из СП являются применительными, т.е. на 100% соответствия нет реальной конфигурации покрытия. Во-вторых, результат «в полном соответствии» отличается не сильно от результата «в запас». Перерасход 1-2% арматуры не является критичным.

Приложение Д. Пример расчета температурной нагрузки

Пример расчета нагрузок для г. Москва при температуре эксплуатации помещений 20 градусов.

Балконы надземные	
Конструкции возвели зимой (загружение №1)	Конструкции возвели летом (загружение №2)
$\Delta t_c = t_c - t_{ow}$ $t_c = t_{ec} = t_{min} + 0,5A_I = -36 + 0,5x6,0 = -33\ ^0C$ $t_{ow} = 0,8t_{VII} + 0,2t_I = 0,8x19,1 + 0,2x(-7,8) = 13,7\ ^0C$	$\Delta t_w = t_w - t_{oc}$ $t_w = t_{ew} = t_{max} - 0,5A_{VII} = 32 - 0,5x10,1 = 27\ ^0C$ $t_{oc} = 0,2t_{VII} + 0,8t_I = 0,2x19,1 + 0,8x(-7,8) = -2,4\ ^0C$
Нормативное значение: $\Delta t_c = -34 - 13,7 = -47,7\ ^0C$	**Нормативное значение:** $\Delta t_w = 27 + 2,4 = 29,4\ ^0C$
Расчетное значение: $\Delta t_c \gamma_f = -47,7x1,1 = -52,5\ ^0C$	**Расчетное значение:** $\Delta t_w \gamma_f = 29,4x1,1 = 32,3\ ^0C$

Внутренние помещения надземные	
Конструкции возвели зимой (загружение №1)	Конструкции возвели летом (загружение №2)
$\Delta t_c = t_c - t_{ow}$ $t_c = t_{ic} = 20\ ^0C$ $t_{ow} = 0,8t_{VII} + 0,2t_I = 0,8x19,1 + 0,2x(-7,8) = 13,7\ ^0C$	$\Delta t_w = t_w - t_{oc}$ $t_w = t_{iw} = 20\ ^0C$ $t_{oc} = 0,2t_{VII} + 0,8t_I = 0,2x19,1 + 0,8x(-7,8) = -2,4\ ^0C$
Нормативное значение: $\Delta t_c = 20 - 13,7 = 6,3\ ^0C$	**Нормативное значение:** $\Delta t_w = 20 + 2,4 = 22,4\ ^0C$
Расчетное значение: $\Delta t_c \gamma_f = 6,3x1,1 = 6,9\ ^0C$	**Расчетное значение:** $\Delta t_w \gamma_f = 22,4x1,1 = 24,6\ ^0C$

Внутренние помещения подземные отапливаемые (на глубине 2,8м)	
Конструкции возвели зимой (загружение №1)	Конструкции возвели летом (загружение №2)
$\Delta t_c = t_c - t_{ow}$ $t_c = t_{ic} = 20\ ^0C$ $t_{ow} = 0,8t_{max}(h) + 0,2t_{min}(h) = 0,8x11,5 + 0,2x3,5 = 9,9\ ^0C$	$\Delta t_w = t_w - t_{oc}$ $t_w = t_{ew} = t_{max}(h) = 11,5\ ^0C$ $t_{oc} = 0,2t_{max}(h) + 0,8t_{min}(h) = 0,2x11,5 + 0,8x3,5 = 5,1\ ^0C$
Нормативное значение: $\Delta t_c = 20 - 9,9 = 10,1\ ^0C$	**Нормативное значение:** $\Delta t_w = 11,5 - 5,1 = 6,4\ ^0C$
Расчетное значение: $\Delta t_c \gamma_f = 10,1x1,1 = 11,1\ ^0C$	**Расчетное значение:** $\Delta t_w \gamma_f = 29,4x1,1 = 7\ ^0C$

Для задания нагрузки в программном комплексе создается 2 загружения, в которых назначаются на элементы, вычисленные выше перепады температур.

A – коэффициент линейного теплового расширения бетона (в запас можно принимать 0,000 01)

Фрагмент таблицы 5.3. СП 468.1325800.2019

Вид бетона	Коэффициент температурного расширения бетона A, при температуре бетона, °С$^{-1}$
	20–100
Тяжелый, на силикатном заполнителе	0,000 009
Тяжелый, на карбонатном заполнителе	0,000 01

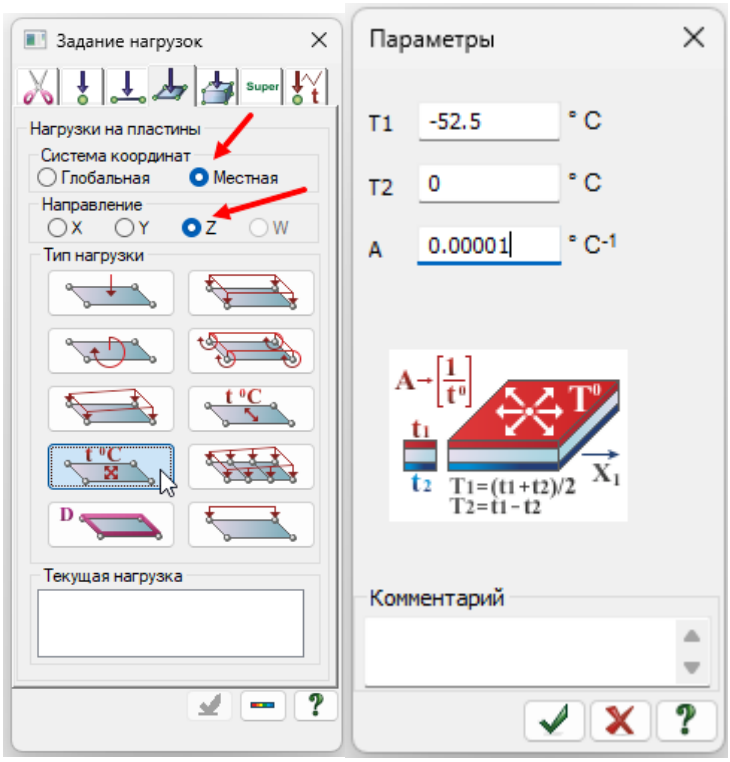
Пластины

Δt принимается из расчетов выше

$$t_1 = t_2 = \Delta t$$

$$T_1 = \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

$$T_2 = t_1 - t_2 = \Delta t - \Delta t = 0$$



Стержни

Δt принимается из расчетов выше

$T = \Delta t$

