



Реализация новых функций для расчета по нормам СП РК EN во втором релизе ПК ЛИРА-САПР 2020

Водопьянов Роман Юрьевич

сопровождение ПК ЛИРА-САПР

www.liraland.ru

www.rflira.ru

e-mail: support@rflira.ru

Москва
2020

LIRA ANI
GROUP

 **ЛИРА
СЕРВИС**



Начало работы с проектом

3

Комбинации нагрузок

5

Обзор СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 и его отличие от СНиП/СП

6

Реализация в ВИЗОР (Лири-САПР)

13

Инструменты создания в препроцессор САПФИР

19

Параметры РСН для учета поведения ЖБ рамных узлов в сейсмике

28

Задание нагрузок

29

Ветровые воздействия

29

Снеговые нагрузки

34

Задание полезных (эксплуатационных) нагрузок

38

Контроль заданных нагрузок

39

Сейсмические воздействия

43

Динам. модуль (61) «СП РК EN 1998-1:2004/2012, НТП РК 08-01.1-2017»

44

Суммирование форм по СЭС

47

Нелинейные методы расчета

49

Основания зданий и сооружений

50

Проектирование ЖБК

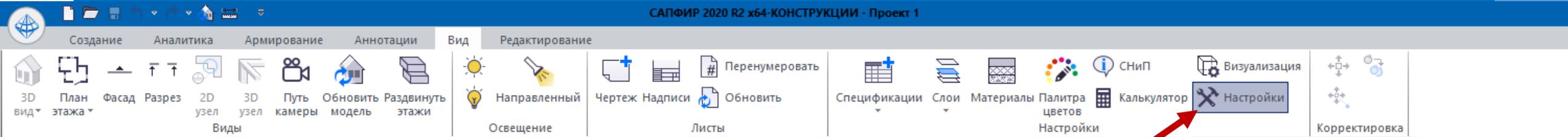
52

Положение о пластичных стенах

57



Начало проекта – настройка стандартов



Настройки САПФИР (Shift+1)
Глобальные настройки САПФИР для отображения элементов, настройки расчетной модели, настройки армирования, редактирования и визуализации

Свойства

САПФИР
препроцессор ПК Лира-САПР

Настройки программы

- Автосохранение
- Размещение данных
- Стандарты**
- Визуализация
- Редактирование
- Расчетная модель
- Армирование
- Параметры элементов по умолчанию
- Экспорт/Импорт
- Языки

Нормативные документы по умолчанию

Железобетон	СП РК EN 1992-1-1:2004/2011
Армокаменные	СНиП II-22-81
Стальные	EUROCODE 3.1.1 EN 1993-1-1
Нагрузки и воздействия	СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

Начертание и размеры шрифтов

Начертание шрифта	ISOCPEUR(12)
Заголовки видов, мм	5
Заголовки таблиц, мм	3
Текст в таблицах, мм	2.50
Заголовки позиций, мм	3

OK Отмена Применить

Начинать работу с программой САПФИР (препроцессор Лира-САПР) нужно с настроек применяемых стандартов, т.е. с используемых по умолчанию нормативных документов. Во-первых, в этом случае не придется многократно в разных меню выбирать ваши нормы, вместо предложенных по умолчанию. Во-вторых, виды и подвиды загрузений, а также коэффициенты и правила их сочетания в расчётах сразу будут настроены в соответствии с принятыми нормативными документами. Например, отпадает необходимость нажимать кнопку "Установить стандартные коэффициенты" после каждого переключения норматива.

ПК ЛИРА-САПР 2020 R2 x64 - тест_СП-ПК-EN

Статика и динамика
Конструирование →
Ж/б расчет
Дополнительно
Стальной расчет
Подбор
Коэффициенты по нагрузке
Сейсмика

Нормы для PCY
СНиП 2.01.07-85*

Нормы для РСН
СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2

Нормы для ж/б:
СП РК EN 1992-1-1:2004/2011

Коэффициенты к усилиям
Средний коэфф. надежности по нагрузке (не менее 1) 1.15
Средняя доля длительности (не более 1) 1.00
Понижающий коэф. для моментов при продавливании (не более 1) 0.50

Нормы для стали:
EUROCODE 3.1.1 EN 1993-1-1:2005

Нормы для кладки:
СНиП II-22-81

Расчет сечений по:
PCY

Изменение этих параметров повлияет на все создаваемые впоследствии варианты конструирования схемы и сохранится после перезапуска программы
Чтобы изменить параметры для текущего варианта конструирования, воспользуйтесь командой «Варианты конструирования основной схемы» в меню «Редактирование».

Подтвердить Отменить Справка

Визор
МКЭ-редактор ПК Лиры-САПР

Актуальная информация Книга отчетов

Аналогично в ВИЗОР (МКЭ-редактор Лиры-САПР, т.е. привычное всем «окно Лиры»).

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

СВОД ПРАВИЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*ҚР ЕЖ EN
1990:2002+A1:2005/2011
2008 ж. желтоқсан және 2010 ж.
сәуір айының өзгертулерімен.*

*СП РК EN
1990:2002+A1:2005/2011
Включая исправления на декабрь
2008 г. и апрель 2010 г.*

**ҚҰШ ТҮСЕТІН КОНСТРУКЦИЯНЫҢ
ЖОБАЛАУ НЕГІЗДЕРІ
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ**

Ресми басылым
Издание официальное

Осы ережелер жинағы EN 1990:2002+A1:2005
сәйкес келеді және CEN рұқсатымен қолданылады,
мекен-жайы: В-1000 Брюссель, Маркинс даңғылы, 17

Настоящий свод правил идентичен EN 1990:2002+A1:2005
и применяется с разрешения CEN,
по адресу: В-1000 Брюссель, проспект Маркинс, 17

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері
комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства национальной экономики Республики
Казахстан

Астана 2016

Комбинации нагрузок



СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

6.4 Критические предельные состояния

6.4.1 Общие положения

(1)Р При проектировании сооружения необходимо проверять следующие значимые критические предельные состояния:

a) EQU: потеря статического равновесия сооружением или любой его части, рассматриваемых как жесткое тело, для которого:

– незначительные изменения значения или пространственного распределения постоянных воздействий одинакового происхождения, являются существенными; и

– прочность материалов конструкций или грунта основания, как правило, не являются определяющими;

b) STR: отказ по внутренней причине или в результате чрезмерных деформаций сооружения или его конструктивных элементов, включая фундаменты, сваи, стены подвалов и т.д., для которых прочность строительных материалов является определяющей;

c) GEO: отказ или чрезмерные деформации грунта оснований, для которых прочность грунтов или скальных формаций являются определяющими в обеспечении сопротивляемости;

d) FAT: Усталостное разрушение сооружения или конструктивных элементов.

ПРИМЕЧАНИЕ Комбинации воздействий, которые учитываются при расчете на усталость, указаны в EN 1992 - EN 1995, EN 1998 и EN 1999.

e) UPL: Потеря устойчивости сооружением или грунтом основания в результате их подъема при давлении воды (возникновения выталкивающей силы, иначе – плавучести) или других вертикальных воздействий;

ПРИМЕЧАНИЕ См. EN 1997.

f) HYD: Гидравлический подъем, внутренняя эрозия и суффозия (сосредоточенная

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

(4) Расчет конструктивных элементов (STR, см. 6.4.1), при котором не учитываются геотехнические воздействия, должен быть выполнен с использованием расчетных значений воздействий из Таблицы A1.2(B).

(5) Расчет конструктивных элементов (фундаментов, свай, стен подвалов и т.д.) (STR), для которых необходимо принимать во внимание геотехнические воздействия и сопротивление грунта (GEO, см. 6.4.1), должен быть выполнен с использованием одного из следующих трех подходов и с учетом дополнений, приведенных в EN 1997, для геотехнических воздействий и сопротивлений:

– **Подход 1:** предполагает выполнение двух независимых расчетных проверок, в первой из которых расчетные значения геотехнических и других воздействий на сооружение или от сооружения принимают по Таблице A1.4(C), а во второй – по Таблице A1.4(B). В общих случаях, размеры фундаментов регулируются данными Таблицы A1.2(C), а сопротивляемость – данными Таблицы A1.2(B);

ПРИМЕЧАНИЕ В некоторых случаях применение этого подхода является наиболее сложным; см. EN 1997.

НП.2.2.4 К пункту A1.3.1(5)

НП к СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

При расчете зданий следует применять **Подход 1** с учетом требований СП РК EN 1997

Для нашего ПО (Лира-САПР и подобные) определяющей является комбинация – STR (расчет по прочности всех элементов конструкций, включая фундаменты и основание) Комбинации GEO (расчет по деформациям грунта) и EQU (расчета на опрокидывание) так же можно сформировать, но они не требуются при конструктивных расчетах (АРМ, СТК).

Примечание:

В описании «Подход 1», видимо, перепутаны обозначения, таблиц A.1.4(B) и A.1.4(C) нет. Вероятно, имелись в виду: A.1.2(B) и A.1.2(C)



Таблица А1.2(В) – Расчетные значения воздействий STR/GEO (группа В)

Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие	Сопутствующие переменные воздействия*		Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятные	благоприятные		основные (при наличии)	прочие		неблагоприятные	благоприятные		воздействие	основные
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	Формула (6.10a)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
						Формула (6.10b)	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$			$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Выбор между Формулами (6.10) или (6.10a) и (6.10b) указывается в Национальном Приложении. В случае применения Формул (6.10a) и (6.10b) в Национальном Приложении допускается изменение Формулы (6.10a) таким образом, чтобы учитывались только постоянные воздействия.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значения частных коэффициентов γ и коэффициентов ξ могут быть установлены в Национальном Приложении. При применении Формул (6.10), или (6.10a) и (6.10b) рекомендованы следующие значения γ и ξ :

$$\gamma_{G,j,sup} = 1,35;$$

$$\gamma_{G,j,inf} = 1,00;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).}$$

$$\xi = 0,85 \text{ (чтобы } \xi \gamma_{G,j,sup} = 0,85 \cdot 1,35 \approx 1,15).$$

Частные коэффициенты ψ для приложенных деформаций приведены в EN 1991 – EN 1999.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Характеристические значения всех однотипных постоянных воздействий, рассматриваемых как единая нагрузка, умножаются на $\gamma_{G,sup}$, если их общий результирующий эффект воздействия является неблагоприятным, и на $\gamma_{G,inf}$, если их результирующий эффект воздействия является благоприятным. Например, все воздействия от собственного веса сооружения могут рассматриваться как исходящие от одного источника; это также применимо, если конструкции включают в себя различные материалы.

Основная для нас Таблица А.1.2(В) с коэффициентами безопасности для конструктивных расчетов.

Здесь (и вообще в EN): $\gamma_{G,sup}$ – максимальный коэффициент безопасности (если бо́льшая нагрузка неблагоприятная/худшая для конструкции), $\gamma_{G,inf}$ – минимальный коэффициент безопасности (если меньшая нагрузка неблагоприятная/худшая для конструкции).

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

Таблица А1.2(А) – Расчетные значения воздействий (EQU) (группа А)

Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия	
	неблагоприятные	благоприятные		основные (при наличии)	прочие
Формула (6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Значения коэффициента γ могут быть установлены в Национальном Приложении. Рекомендуются следующие значения γ :

$$\begin{aligned} \gamma_{G,j,sup} &= 1,10; \\ \gamma_{G,j,inf} &= 0,90; \\ \gamma_{Q,1} &= 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);} \\ \gamma_{Q,i} &= 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).} \end{aligned}$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 В случаях, когда проверка статического равновесия учитывает также сопротивление конструктивных элементов, в качестве альтернативы для двух отдельных проверок, основанных на данных Таблиц А1.2(А) и А1.2(В), допускается, если это разрешено Национальным Приложением, выполнять комбинированную проверку, основывающуюся на данных Таблицы А1.2(А). При этом рекомендуются следующие значения частных коэффициентов, которые допускается изменить в Национальном Приложении.

$$\begin{aligned} \gamma_{G,j,sup} &= 1,35; \\ \gamma_{G,j,inf} &= 1,15; \\ \gamma_{Q,1} &= 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);} \\ \gamma_{Q,i} &= 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).} \end{aligned}$$

Должно соблюдаться условие, что применение значения $\gamma_{G,j,inf} = 1,0$, как к благоприятной части, так и к неблагоприятной части постоянного воздействия, не приводит к более неблагоприятному эффекту.

Таблица А1.2(С) – Расчетные значения воздействий (SRT/GEO) (группа С)

Постоянная и переходная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее переменное воздействие*	Сопутствующие переменные воздействия*	
	неблагоприятные	благоприятные		основные (при наличии)	прочие
(Формула 6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

ПРИМЕЧАНИЕ Значения γ может быть установлено в Национальном Приложении. Рекомендуются следующие значения γ :

$$\begin{aligned} \gamma_{G,j,sup} &= 1,00; \\ \gamma_{G,j,inf} &= 1,00; \\ \gamma_{Q,1} &= 1,30 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);} \\ \gamma_{Q,i} &= 1,30 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).} \end{aligned}$$

* Переменные воздействия указаны в Таблице А1.1.

Разница между таблицами А, В и С состоит прежде всего в коэффициентах безопасности γ . Поэтому было бы удобнее задавать в расчетной модели нормативные нагрузки, и только на стадии формирования комбинаций применять те или иные коэффициенты безопасности. Это еще и прозрачнее с точки зрения применения, в том смысле что расчетчик видит в какой комбинации какой коэффициент учтён.

В ВИЗОР («окно Леры») реализована многовариантность таблиц РСН/PCУ, поэтому есть возможность создать одну таблицу РСН для конструктивных расчетов (АРМ/СТК), а другую, например, для расчета на опрокидывания (EQU, группа А). Когда-нибудь, многотабличный режим комбинаций будет реализован и в САПФИР.

Еще разница между таблицами А, В и С в применении формул для основного сочетания: таблица В использует варианты 6.10, 6.10а, 6.10b, а таблицы А и С только формулу 6.10.

Руководство для проектировщиков к Еврокоду 1990

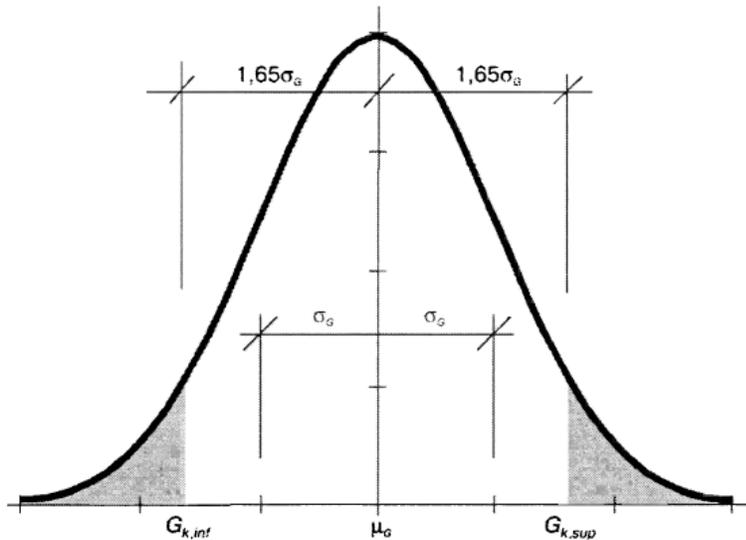


Рис. 4.1. Определение нижней ($G_{k,inf}$) и верхней ($G_{k,sup}$) характеристических величин на основе нормального распределения

ст. 4.1.2(6)P
ст. 4.1.2(6)P

Особый тип нагружения представлен предварительным напряжением P , которое, согласно данным, представленным в табл. 4, должно рассматриваться как постоянное воздействие (статья 4.1.2(6)). Из-за предвари-

СП 20.13330.2016

7 Вес конструкций и грунтов

7.1 Нормативное значение веса конструкций заводского изготовления следует определять на основании стандартов, рабочих чертежей или паспортных данных заводоизготовителей, для других строительных конструкций и грунтов – по проектным размерам и удельному весу материалов и грунтов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации сооружений.

7.2 Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для веса строительных конструкций и грунтов приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f
Конструкции	
Металлические, за исключением случаев, указанных в 7.3	1,05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3
Грунты	
В природном залегании	1,1
На строительной площадке	1,15

Примечание – При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складированных материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.

7.3 При проверке конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может ухудшить условия работы конструкций, следует произвести расчет, принимая для веса конструкции или ее части коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 0,9$, если иное значение не указано в нормах проектирования этих конструкций.

При этом следует учесть также случай пониженных значений кратковременных нагрузок.

Как в наших нормах (СНиП/СП), так и в EN (и во всех нормах на базе Еврокодов), есть максимальные и минимальные Коэффициент надежности по нагрузке (Коэффициент безопасности). Как правило, принимается максимальное значение, потому что в большинстве случаев «большая нагрузка = больше усилия». Но бывают случаи, когда меньшая нагрузка приводит не к худшим (для конструкции) результатам. Например, расчет на опрокидывание, где большая статическая вертикальная нагрузка на конструкции приводит к увеличению удерживающего (от опрокидывания) момента. Это еще одна причина задавать нормативные нагрузки, и только на стадии создания комбинаций, в зависимости от расчетного назначения этой комбинации, применять большие или меньшие значения коэффициентов надежности по нагрузке или коэффициент безопасности.



СП 20.13330.2016

6.2 В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать:

а) основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных

$$C_m = P_d + (\psi_{11}P_{11} + \psi_{12}P_{12} + \psi_{13}P_{13} + \dots) + (\psi_{21}P_{21} + \psi_{22}P_{22} + \psi_{23}P_{23} + \dots); \quad (6.1)$$

б) особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок.

$$C_s = C_m + P_s, \quad (6.2)$$

где C_m – нагрузка для основного сочетания;

C_s – нагрузка для особого сочетания;

ψ_{ii} ($i = 1, 2, 3, \dots$) – коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок;

ψ_{ii} ($i = 1, 2, 3, \dots$) – коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок.

6.3 Для основных и особых сочетаний нагрузок, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований, коэффициент сочетаний длительных нагрузок ψ_i определяется следующим образом:

$$\psi_{11} = 1,0; \quad \psi_{12} = \psi_{13} = \dots = 0,95, \quad (6.3)$$

где ψ_{11} – коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузке;

ψ_{12}, ψ_{13} – коэффициенты сочетаний для остальных длительных нагрузок.

6.4 Для основных сочетаний необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок

$$\psi_{21} = 1,0; \quad \psi_{22} = 0,9, \quad \psi_{23} = \psi_{24} = \dots = 0,7, \quad (6.4)$$

где ψ_{21} – коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния кратковременной нагрузке;

ψ_{22} – коэффициент сочетаний, соответствующий второй кратковременной нагрузке;

ψ_{23}, ψ_{24} – коэффициенты сочетаний для остальных кратковременных нагрузок.

Для крановых нагрузок коэффициенты сочетаний устанавливаются в соответствии с 9.18.

8.2.3 Пониженные нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок, указанных в позициях 1-4, 6, 7, 9, а, б, 10, 12–14 таблицы 8.3 определяются умножением их нормативных значений на коэффициент 0,35. Для нагрузок, указанных в позициях 5, 8, 9, в и 11, пониженные значения устанавливаются равными их нормативным значениям.

СП 20.13330.2016

8.4.4 Пониженные значения равномерно распределенных нагрузок от транспортных средств следует устанавливать умножением их нормативных значений на коэффициент 0,35.

8.4.5 Для нагрузок, указанных в 8.4.1, следует принимать коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.

СНиП 2.01.07-85* Стр. 3

1.12. При учете сочетаний, включающих постоянные и не менее двух временных нагрузок, расчетные значения временных нагрузок или соответствующих им усилий следует умножать на коэффициенты сочетаний, равные:

в основных сочетаниях для длительных нагрузок $\psi_1 = 0,95$; для кратковременных $\psi_2 = 0,9$;

в особых сочетаниях для длительных нагрузок $\psi_1 = 0,95$; для кратковременных $\psi_2 = 0,8$, кроме случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений для сейсмических районов и в других нормах проектирования конструкций и оснований. При этом особую нагрузку следует принимать без снижения.

При учете основных сочетаний, включающих постоянные нагрузки и одну временную нагрузку (длительную или кратковременную), коэффициенты ψ_1, ψ_2 вводить не следует.

П р и м е ч а н и е. В основных сочетаниях при учете трех и более кратковременных нагрузок их расчетные значения допускается умножать на коэффициент сочетания ψ_2 , принимаемый для первой (по степени влияния) кратковременной нагрузки — 1,0, для второй — 0,8, для остальных — 0,6.

В СНиП и СП так же есть коэффициенты сочетаний для случаев, когда рассматривается комбинация нагрузок, где более чем одна временная нагрузка.

Так же оговаривается использование некоторых пониженных значений временных нагрузок (в нашей терминологии – длительной части), которые будут использоваться для разных видов конструктивных расчетов.



НП к СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Таблица НП.А.1.1 – Значения коэффициентов ψ для зданий

Воздействия	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Приложенные нагрузки в зданиях, категории (см. EN 1991-1-1):			
Категория А: бытовые, жилые зоны	0,7	0,5	0,3
Категория В: офисные площади	0,7	0,5	0,3
Категория С: зоны для собраний	0,7	0,7	0,6
Категория D: торговые площади	0,7	0,7	0,6
Категория Е: складские площади	1,0	0,9	0,8
Категория F: зоны дорожного движения для транспортных средств весом ≤ 30 кН	0,7	0,7	0,6
Категория G: зоны дорожного движения для транспортных средств весом от 30 кН до 160 кН	0,7	0,5	0,3
Категория Н: покрытия (крыши) ^{а)}	0,7	0	0
Снеговые нагрузки на здания (см. EN 1991-1-3)*:			
Для районов, находящихся на высоте $H > 1000$ м над уровнем моря	0,7	0,5	0,2
Для районов, находящихся на высоте $H \leq 1000$ м над уровнем моря	0,5	0,2	0
Ветровые нагрузки на здания (см. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Температурные воздействия (исключая пожары) на здания (см. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
а) См. также 3.3.2(1) EN 1991-1-1.			

4.2 [4.2] Другие характерные значения снеговой нагрузки

(1) В соответствии с СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, [4.1.3], установлены следующие репрезентативные значения снеговой нагрузки на покрытие:

— комбинационное (редкое) значение — $\psi_0 s_k$;

— частое значение — $\psi_1 s_k$;

— квазипостоянное значение — $\psi_2 s_k$.

Примечание - Рекомендуемые коэффициенты ψ_0, ψ_1 и ψ_2 для сооружений зависят от положения сооружения и содержатся в СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, Таблица А.1.1, или в Таблице 4.1, СП РК EN1991-1-3:2002/2011, которые по снеговой нагрузке соответствуют друг другу.

Таблица 4.1[4.1] — Коэффициенты ψ_0, ψ_1 и ψ_2 для оценки различных состояний зданий и сооружений

Регионы	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Все регионы РК	0,70	0,50	0,20

В Евронормах (в том числе СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011) описаны коэффициенты сочетаний (ψ) в нескольких вариантах значений: ψ_0, ψ_1, ψ_2 .

Уменьшенные значения можно считать аналогом учета доли длительности (пониженного значения) временных нагрузок в привычных нам нормах (СНиП/СП).

Здесь показаны коэффициенты сочетаний для разных видов временных нагрузок разделенных на категории.

Здесь «категория» – это не вид здания, а вид помещения. На первом этаже может быть «торговая площадь», а выше «офис» или «жильё». Поэтому присваивать категорию нужно не всему зданию (расчетной схеме), а отдельному загрузению.

Обращаем внимание, что для РК коэффициенты сочетаний для снега по всей территории приняты как при $H > 1000$ м.



Figure 3
Representative values of variable actions⁵

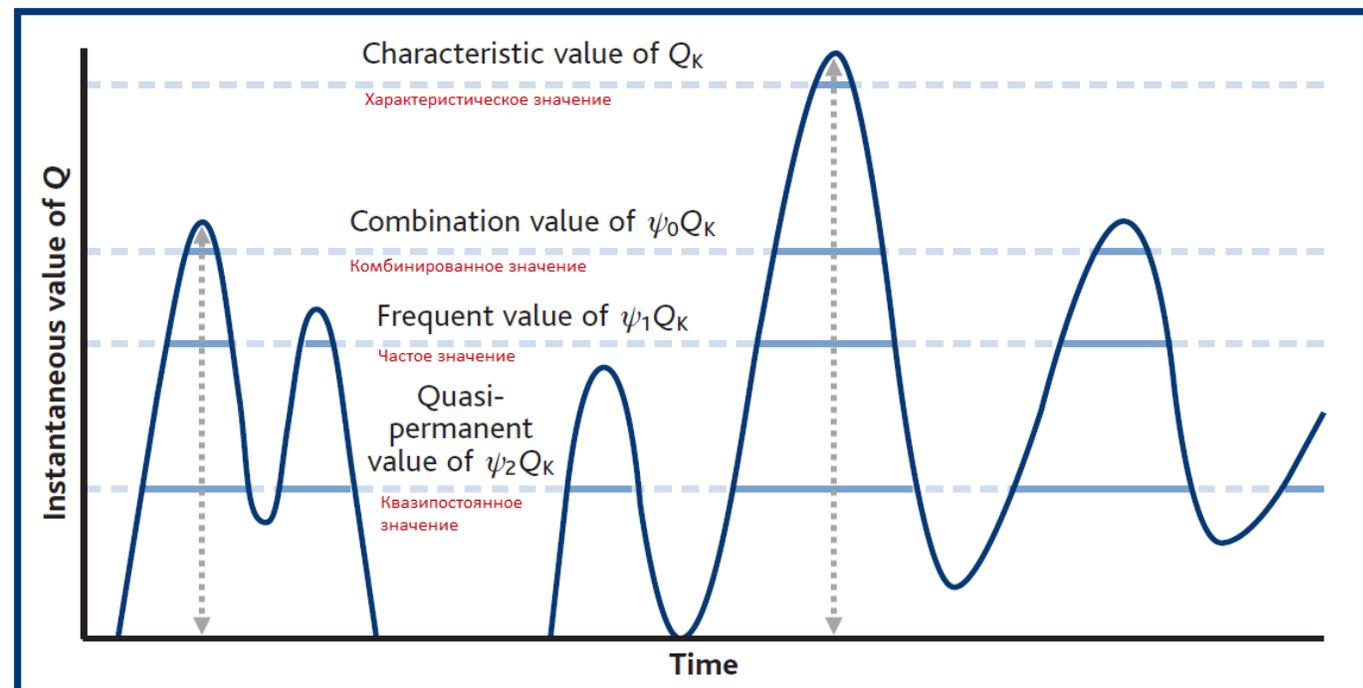


Table 3
Recommended values of ψ factors for buildings (from UK National Annex)

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Imposed loads in buildings (see BS EN 1991-1-1)			
Category A: domestic, residential areas	0.7	0.5	0.3
Category B: office areas	0.7	0.5	0.3
Category C: congregation areas	0.7	0.7	0.6
Category D: shopping areas	0.7	0.7	0.6
Category E: storage areas	1.0	0.9	0.8
Category F: traffic area, vehicle weight < 30 kN	0.7	0.7	0.6
Category G: traffic area, 30 kN < vehicle weight < 160 kN	0.7	0.5	0.3
Category H: roofs*	0.7	0	0
Snow loads on buildings (see BS EN 1991-3)			
For sites located at altitude $H > 1000$ m above sea level	0.7	0.5	0.2
For sites located at altitude $H < 1000$ m above sea level	0.5	0.2	0
Wind loads on buildings (see BS EN 1991-1-4)			
	0.5	0.2	0

Очень хорошая иллюстрация возникновения и прекращения действия временных нагрузок в течении времени, с отметкой видов принятых комбинации нагрузок.

How to design concrete structures using Eurocode 2.pdf

https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/363369/mod_resource/content/1/How%20to%20design%20concrete%20structures%20using%20Eurocode%202.pdf

Обратите внимание: по горизонтали – течение времени эксплуатации объекта, по вертикали величина появляющихся и пропадающих временных нагрузок. Характеристическое значение соответствует доминирующей нагрузке (применяется без коэффициента сочетания ψ). Далее временные нагрузки применяются с понижающими коэффициентами ψ_0 , ψ_1 , ψ_2 в зависимости от частоты их появления. В итоге, например, комбинация Квазипостоянная – это полный аналог «нашей» (привычной) длительной части временной нагрузки.

Кроме того вообще полезные материалы на данную тему в онлайн-справке программы Робот – <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/robot-structural-analysis-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/RSAPRO-UsersGuide/files/GUID-6E10C07D-4D1F-4BFD-99AC-48FF8932AD87-htm.html>



Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1

Имя таблицы РСН: Импорт из САПФИР:СП РК EN 1990:2

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

№	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коеф. безоп.	1.1 основное	2.1 основное	3.1 основн
	Постоянное, G	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35
	Постоянное, G	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35
3	Нагрузки от парашютов	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35
4	Давление грунта А 88ЕF6АА	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35
5	Полезная в магазинах	Временное, Q	+		1.5	1.5	1.5	1.5
6	Полезная в жилье	Врем. доминирующее, Q1	+		1.5	1.5	1.5	1.5
7	Склад в техподполье	Временное, Q	+		1.5	1.5	1.5	1.5
8	Снег	Временное (снег), Q	+		1.5	1.5	1.5	1.5
9	Ветер по X	Временное (ветер), Q	+/-	1	1.5	1.5	1.5	1.5
10	Ветер по Y	Временное (ветер), Q	+/-	1	1.5	1.5	1.5	1.5
11	Сейсмика по X	Сейсмическое, Ae	+/-	1	1.0	1.0	1.0	1.0
12	Сейсмика по Y	Сейсмическое, Ae	+/-	1	1.0	1.0	1.0	1.0

1-е основное сочетание (I ПС)

$$\Sigma G_d + \Sigma \Psi_{0i} * Q_{di}$$

Учитывать условие 4.29 Еврокод 8

- Постоянное, G
- Врем. доминирующее, Q1
- Временное, Q
- Временное (снег), Q
- Временное (ветер), Q
- Сейсмическое, Ae
- Аварийное, A
- Неактивное, Qo

Коэффициенты сочетаний

	1-е осн.	2-е осн.	Особ.	Характеристическое	Частое	Квазипост.
Постоянное, G	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Врем. доминирующее, Q1	1.05	1.50	0.50	1.00	0.50	0.30
Временное, Q	1.05	1.05	0.30	0.70	0.30	0.30
Временное (снег), Q	1.50	1.05	0.30	0.70	0.30	0.30
Временное (ветер), Q	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Сейсмическое, Ae	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Аварийное, A	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Стандартные **OK** Отменить Справка

Как сейчас выглядит способ задания комбинаций РСН для норм СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 в ВИЗОР. Реализованы не все категории временных нагрузок, в связи с чем может понадобится ручное исправление коэффициентов сочетаний в готовых комбинациях РСН. Поэтому лучше в расчетной схеме задать нормативные нагрузки, а потом в меню «Коэффициенты» вручную вместо ψ задать $Y * \psi$ (соответствующие расчетной ситуации). Далее рассмотрим реализованные формулы для сочетаний.

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

6.4.3.2 Комбинации воздействий для постоянных или переходных расчетных ситуаций (основные комбинации)

(3) Комбинация воздействий в скобках { }, указанная в (6.9b) может быть выражена следующим образом:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10)$$

или, в качестве альтернативы для предельных состояний STR и GEO, как одно из двух следующих Выражений, реализующих менее благоприятное состояние:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа I} \quad (6.10a)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа II} \quad (6.10b)$$

где

"+" – «должен комбинироваться с»;

∑ – «комбинированный эффект от»;

ξ – коэффициент редукции для неблагоприятных постоянных воздействий G.

ПРИМЕЧАНИЕ Дополнительная информация для этого случая приведена в Приложении А.

НП.2.2.3.2 Значения коэффициентов в Таблице А1.2(В)

Выбор между Формулами (6.10) или (6.10a) и (6.10b) осуществляется по усмотрению специалиста, выполняющего расчет здания или сооружения. Формула (6.10a) изменению не подлежит.

Значения коэффициентов, указанные в Таблице А1.2(В), следует принимать без изменений.

2-е основное сочетание (I ПС)
 $0.85 * \sum G_d + Q_{d1} + \sum_{i>1} \Psi_{0i} * Q_{di}$

Сейчас реализуется если коэф. сочетания для «2 ОС» с 0.85 заменить на 1

1-е основное сочетание (I ПС)
 $\sum G_d + \sum_{i>1} \Psi_{0i} * Q_{di}$

2-е основное сочетание (I ПС)
 $0.85 * \sum G_d + Q_{d1} + \sum_{i>1} \Psi_{0i} * Q_{di}$

The screenshot shows the 'ВИЗОР' software interface for selecting load combinations. It features two dropdown menus for selecting combinations (1st and 2nd main combinations) and a table of coefficients for different load types. A red arrow points from the explanatory text to the coefficient table.

Кoeffициенты сочетаний

	1-е осн.	2-е осн.	Особ.	Характеристи.
Постоянное, G	1.00	0.85	1.00	1.00
Врем. доминирующее, Q1	0.70	1.00	0.50	1.00
Временное, Q	0.70	0.70	0.35	0.70
Временное (снег), Q	0.70	0.70	0.30	0.70
Временное (ветер), Q	0.60	0.60	0.00	0.60
Сейсмическое, A _e	0.00	0.00	1.00	0.00
Аварийное, A	0.00	0.00	1.00	0.00

Первое предельное состояние (несущая способность) для основного сочетания (эксплуатационные нагрузки).

Выбор между формулами 6.10, 6.10a и 6.10b по НП на усмотрение расчетчика.

Но стоит отметить, что формула 6.10 даёт наибольшее значение: постоянные и временная доминирующая нагрузки здесь применяются без понижающих коэффициентов.

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

6.4.3.3 Комбинации воздействий для аварийных расчетных ситуаций

(2) Комбинация воздействий в скобках { } может быть выражена следующим образом:

$$\sum_{j \neq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ или } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i=1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа III} \quad (6.11b)$$

(3) Выбор между $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ и $\psi_{2,1} Q_{k,1}$ зависит от рассматриваемой аварийной расчетной ситуации (удар, пожар или сохранение жизни людей после аварийного события или ситуации).

ПРИМЕЧАНИЕ Необходимые указания приводятся в соответствующих Частях EN 1991 - EN 1999.

(4) Комбинации воздействий для аварийных расчетных ситуаций должна содержать в себе, либо:

- явное аварийное воздействие A (пожар или удар); или
- относиться к ситуации после аварийного события ($A = 0$).

Для пожароопасных ситуаций, помимо влияния температурного эффекта на свойства материалов, расчетное воздействие A_d должно учитывать расчетное значение косвенных эффектов термического (теплого) воздействия при пожаре.

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

6.4.3.4 Комбинации воздействий для сейсмических расчетных ситуаций

(2) Комбинация воздействий, указанная в скобках { }, может быть представлена следующим образом:

$$\sum_{j \neq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i=1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа III} \quad (6.12b)$$

- 1-е основное сочетание (I ПС)
- 2-е основное сочетание (I ПС)
- Особое сочетание (I ПС)
- Квазипостоянное сочетание (I ПС)
- Характеристическое сочетание (II ПС)
- Частое сочетание (II ПС)

$$\Sigma G_d + A_d + A_{Ed} + \psi_1 * Q_{d1} + \sum_{i=1} \psi_{2i} * Q_{di}$$
 Учит

НП к СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

Таблица НП.А1.3 – Расчетные значения воздействий для аварийных и сейсмических расчетных ситуаций

Расчетная ситуация	Постоянные воздействия		Доминирующее аварийное или сейсмическое воздействие	Сопутствующие переменные воздействия *)	
	неблагоприятные	благоприятные		основное (при наличии)	другие
Аварийная (СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 Формула 6.11 a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,int}$	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Сейсмическая (СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 Формула 6.12a/b)	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,int}$	A_{Ed} или A_{Ed}	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$	

*) Переменные воздействия указаны в Таблице НП.А1.1

- 1-е основное сочетание (I ПС)
- 2-е основное сочетание (I ПС)
- Особое сочетание (I ПС)
- Квазипостоянное сочетание (I ПС)
- Характеристическое сочетание (II ПС)
- Частое сочетание (II ПС)

$$\Sigma G_d + A_d + A_{Ed} + \psi_1 * Q_{d1} + \sum_{i=1} \psi_{2i} * Q_{di}$$
 Учит

Первое предельное состояние (несущая способность) для особого сочетания (сейсмика и аварийные нагрузки).

Для Аварийной комбинации есть связанная/доминирующая временная нагрузка, которая может быть применена с коэффициентом сочетания ψ_1 , в отличии от других временных нагрузок (в Национальном приложении она применена с ψ_1), а для Сейсмического сочетания все временные нагрузки применяются с ψ_2 . Поэтому для формирования особого сочетания для сейсмики доминирующее временное нагружение задавать не нужно (если сочетания генерировать непосредственно в ВИЗОР).

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

6.5.3 Комбинации воздействий

(1) Комбинации воздействий, учитываемые в значимых расчетных ситуациях, должны согласовываться с требованиями к эксплуатационной пригодности и соответствовать критериям эксплуатационной пригодности.

(2) Комбинации воздействий для предельных состояний по эксплуатационной пригодности определяются следующим образом (см., также, 6.5.4):

ПРИМЕЧАНИЕ Предполагается, что в этих выражениях все частные коэффициенты равны единице. См. Приложение А и EN 1991 – EN 1999.

а) Характеристическая комбинация:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14b)$$

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристическая комбинация применяется, как правило, для необратимых предельных состояний.

б) Частая комбинация:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15b)$$

ПРИМЕЧАНИЕ Частая комбинация применяется, как правило, для обратимых предельных состояний.

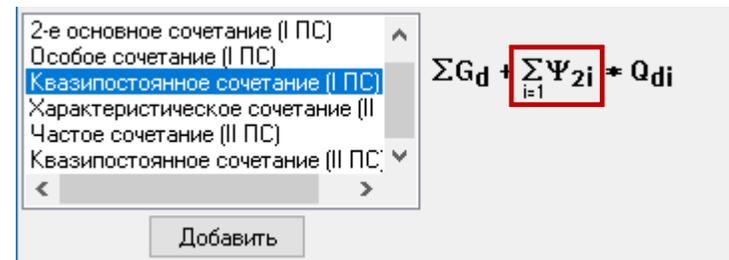
с) Квазипостоянная комбинация:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16b)$$

Комбинация типа IV

где обозначения соответствуют указанным в 1.6. и 6.4.3(1).

ПРИМЕЧАНИЕ Квазипостоянная комбинация, как правило, применяется для учета длительных эффектов и оценки внешнего вида сооружения.



«Квазипостоянное сочетание» для I ПС в нормах не описано.

Оно необходимо, чтобы иметь коэффициент отношения расчетных полных и длительных усилий, которые могут требоваться в различных конструктивных проверках.

Примечание из справки Визора (для формул в РСН):

индекс d – расчетные нагрузки, k – нормативные (т.е. $\gamma_g=1$).

Подчеркнём, что в нормативном документе СП РК EN

1990:2002+A1:2005/2011 все обозначения нагрузок только с индексом k .

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
EN 1990:2002+A1:2005(E)

6.5.3 Комбинации воздействий

(1) Комбинации воздействий, учитываемые в значимых расчетных ситуациях, должны согласовываться с требованиями к эксплуатационной пригодности и соответствовать критериям эксплуатационной пригодности.

(2) Комбинации воздействий для предельных состояний по эксплуатационной пригодности определяются следующим образом (см., также, 6.5.4):

ПРИМЕЧАНИЕ Предполагается, что в этих выражениях все частные коэффициенты равны единице. См. Приложение А и EN 1991 – EN 1999.

а) Характеристическая комбинация:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа V} \quad (6.14b)$$

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристическая комбинация применяется, как правило, для необратимых предельных состояний.

б) Частая комбинация:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа VI} \quad (6.15b)$$

ПРИМЕЧАНИЕ Частая комбинация применяется, как правило, для обратимых предельных состояний.

в) Квазипостоянная комбинация:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{Комбинация типа VII} \quad (6.16b)$$

где обозначения соответствуют указанным в 1.6. и 6.4.3(1).

ПРИМЕЧАНИЕ Квазипостоянная комбинация, как правило, применяется для учета длительных эффектов и оценки внешнего вида сооружения.

ПРИМЕЧАНИЕ При отсутствии определенных требований в СП РК EN 1992 – СП РК EN 1999 или в Национальных Приложениях, следует использовать следующие комбинации воздействий с особыми требованиями к эксплуатационной пригодности:

– характеристическая комбинация, согласно Выражению 6.14b, 6.5.3(2), СП РК EN 1990:2002+ A1:2005/2011 – при проверке функциональной пригодности и оценке поврежденных конструктивных и неконструктивных элементов;

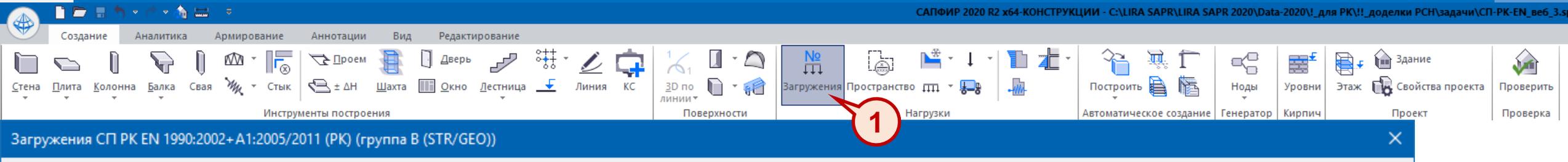
– частая комбинация, согласно Выражению 6.15b, 6.5.3(2), СП РК EN 1990:2002+ A1:2005/2011 – при проверке условий комфортности, возможности эксплуатации оборудования и т.д.;

– квазипостоянная комбинация, согласно Выражению 6.16b, 6.5.3(2), СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 – при проверке сохранности внешнего вида сооружения.

Отдельный расчет следует выполнять для оценки эксплуатационной пригодности, связанной с пользовательским комфортом, на который могут влиять деформации сооружения или вибрация.

<ul style="list-style-type: none"> 2-е основное сочетание (I ПС) Особое сочетание (I ПС) Квазипостоянное сочетание (I ПС) Характеристическое сочетание (II ПС) Частое сочетание (II ПС) Квазипостоянное сочетание (II ПС) 	$\Sigma G_k + Q_{k1} + \sum_{i>1} \Psi_{0i} * Q_{ki}$
Добавить	
<ul style="list-style-type: none"> 2-е основное сочетание (I ПС) Особое сочетание (I ПС) Квазипостоянное сочетание (I ПС) Характеристическое сочетание (II ПС) Частое сочетание (II ПС) Квазипостоянное сочетание (II ПС) 	$\Sigma G_k + \Psi_1 * Q_{k1} + \sum_{i>1} \Psi_{2i} * Q_{ki}$
Добавить	
<ul style="list-style-type: none"> 2-е основное сочетание (I ПС) Особое сочетание (I ПС) Квазипостоянное сочетание (I ПС) Характеристическое сочетание (II ПС) Частое сочетание (II ПС) Квазипостоянное сочетание (II ПС) 	$\Sigma G_k + \sum_{i>1} \Psi_{2i} * Q_{ki}$

Второе предельное состояние (эксплуатационная пригодность: деформации, трещины и т.п.) для основного сочетания (эксплуатационные нагрузки).



Загрузки СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 (ПК) (группа В (STR/GEO))

Редактор загрузок РСН РСУ

Правила сочетания нагрузок

Нормативный документ: СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 ПК группа В (STR/GEO)

№	Вид загрузки	Подвид	Коефф.безопасности	γ_{min}	γ_s	γ_a	$\psi_{0,1}$	$\psi_{0,2}$	$\psi_{0,3}$	$\psi_{0,n}$
1	Постоянное, G		1.35	1						
2	Временное, Q	Category A	1.5	0			0.7			
3	Временное, Q	Category B	1.5	0			0.7			
4	Временное, Q	Category C	1.5	0			0.7			
5	Временное, Q	Category D	1.5	0			0.7			
6	Временное, Q	Category E	1.5	0			1			
7	Временное, Q	Category F	1.5	0			0.7			
8	Временное, Q	Category G	1.5	0			0.7			
9	Временное, Q	Category H	1.5	0			0.7			
10	Временное, Q	температурное	1.5	0			0.6			
11	Временное, Q	снег	1.5	0			0.7			
12	Временное, Q	ветер	1.5	0			0.6			
13	Сейсмическое, Ae	сейсмика, Ae	1	1			1			
14	Особое, A	Аварийное, Ad	1	1			1			
15	Неактивное, Qo	Неактивное								

Выбор нормативного документа

Нормативные документы

- СНиП 2.01.07-85 "НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ"
- ДБН В.1.2 - 2:2006 "НАВАНТАЖЕННЯ І ВПЛИВИ"
- СП 20.13330.2016 "НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ"
- СП 35.13330.2011 "МОСТЫ И ТРУБЫ"
- EN 1990-2011
- СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011
 - группа А (EQU)
 - группа В (STR/GEO)
 - группа С (SRT/GEO)

Во втором релизе (ЛИРА-САПР 2020 R2) процесс задания сочетаний по нормам СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 автоматизирован:

- добавлены подвиды временных загрузок для реализации разных коэффициентов сочетаний в соответствии с разными категориями помещений;
- заполнены умолчания в соответствии с выбранной группой расчета (А, В, С), по умолчанию предлагается «группа В», как наиболее востребованная;
- описаны правила создания комбинаций (формулы 6.10 – 6.16).

ВАЖНО: Предполагается, что в расчетной модели задаются нормативные нагрузки, и при передаче на расчет в ЛИРА-САПР домножения на коэффициент безопасности не происходит. Нагрузка становится «расчетной» путем умножения коэффициента сочетания на коэффициент безопасности. Т.о. в МКЭ-модели (ВИЗОР) мы имеем тоже нормативные нагрузки, и только по результатам расчета РСН в нужных комбинациях усилия становятся расчетными.

Правила сочетания нагрузок

Нормативный документ: СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 РК группа В (STR/GEO)

№	Вид загрузки	Подвид	Коефф.безопасности	γ_{min}	γ_s	γ_a	$\psi_{0.1}$	$\psi_{0.2}$	$\psi_{0.3}$	$\psi_{0,n}$	ψ_1	$\psi_{2.1}$	$\psi_{2,n}$	ψ_k	ξ_1	ξ_2	Природа
1	Постоянное, G		1.35	1											0.85		DEAD
2	Временное, Q	Category A	1.5	0			0.7				0.5	0.3					LIVE
3	Временное, Q	Category B	1.5	0			0.7				0.5	0.3					LIVE
4	Временное, Q	Category C	1.5	0			0.7				0.7	0.6					LIVE
5	Временное, Q	Category D	1.5	0			0.7				0.7	0.6					LIVE
6	Временное, Q	Category E	1.5	0			1				0.9	0.8					LIVE
7	Временное, Q	Category F	1.5	0			0.7				0.7	0.6					LIVE
8	Временное, Q	Category G	1.5	0			0.7				0.5	0.3					LIVE
9	Временное, Q	Category H	1.5	0			0.7				0	0					LIVE
10	Временное, Q	температурное	1.5	0			0.6				0.5	0					LIVE
11	Временное, Q	снег	1.5	0			0.7				0.5	0.2					SNOW
12	Временное, Q	ветер	1.5	0			0.6				0.2	0					WIND
13	Сейсмическое, Ae	сейсмика, Ae	1	1			1				1	1					SEIS
14	Особое, A	Аварийное, Ad	1	1			1				1	1					ACCI
15	Неактивное, Qo	Неактивное															NO_ACT

№	Тип сочетания	Gk	Qk.1	Qk.A	Qk.B	Qk.C	Qk.D	Qk.E	Qk.F	Qk.G	Qk.H	Qk.T	Qk.S	Qk.W	Aed	Ad	Формула
<input checked="" type="checkbox"/>	1 основное(1ПС) @1	1.35	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.9	1.05	0.9			$\Sigma Y_{gj} \cdot G_{kj} + Y_{q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.10)
<input type="checkbox"/>	2 основное(1ПС) @2	1.35	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.9	1.05	0.9			$\Sigma Y_{gj} \cdot G_{kj} + Y_{q1} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.10a)
<input type="checkbox"/>	3 2 основное(1ПС) @3	1.148	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.9	1.05	0.9			$\Sigma \xi_j \cdot Y_{gj} \cdot G_{kj} + Y_{q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.10b)
<input checked="" type="checkbox"/>	4 Особое Аварийное(1ПС) @4	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2		1	1	$\Sigma G_{kj} + Ad + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.11b)
<input checked="" type="checkbox"/>	5 Особое сейсмика(1ПС) @5	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2				$\Sigma G_{kj} + Aed + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.12b)
<input checked="" type="checkbox"/>	6 Квазипостоянное(1ПС) @6	1.35	0.45	0.45	0.45	0.9	0.9	1.2	0.9	0.45			0.3				$\Sigma Y_{gj} \cdot G_{kj} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.16b)
<input checked="" type="checkbox"/>	7 Характеристическое(2ПС) @7	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6			$\Sigma G_{kj} + Q_{k1} + \Sigma \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.14b)
<input checked="" type="checkbox"/>	8 Частое(2ПС) @8	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2				$\Sigma G_{kj} + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.15b)
<input checked="" type="checkbox"/>	9 Квазипостоянное(2ПС) @9	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2				$\Sigma G_{kj} + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.16b)

OK Отмена Установить стандартные правила Вычислить коэффициенты

С учетом принятых умолчаний (или с учетом исправлений пользователя: изменить можно и коэффициент безопасности, и любой из коэффициентов сочетания) по нажатию кнопки **«Вычислить коэффициенты» (!)** происходит умножение $\gamma \cdot \psi$ и заполняется нижняя таблица коэффициентов сочетаний для загружений всех подвидов/категорий, которые затем используются в комбинаторике. По нажатию «Установить стандартные правила» (*), происходит возврат программных умолчаний (сброс до «заводских настроек»).

Примечание: в обобщенных таблицах «Правила сочетаний нагрузок» пока используется только столбец γ_{ta} («Коэффициент надежности по нагрузке» в СНиП/СП, «Коэффициент безопасности» в EN), а значения γ_{min} не используются (планируется доработать в следующей версии). Сейчас, при необходимости можно отредактировать позиции γ_{ta} и с ними сформировать комбинации.

Коэффициенты полученные $\gamma \cdot \psi$ в нижней части правил комбинирования, можно использовать в ВИЗОР в РСН по кнопке «Коэффициенты».

Правила сочетания нагрузок

Нормативный документ: СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 ПК группа С (SRT/GEO)

№	Вид загрузки	Подвид	Коефф.безопасности	γ_{min}	γ_s	γ_a	$\psi_{0.1}$	$\psi_{0.2}$	$\psi_{0.3}$	$\psi_{0,n}$	ψ_1	$\psi_{2.1}$	$\psi_{2,n}$	ψ_k	ξ_1	ξ_2	Природа
1	Постоянное, G		1	1											1		DEAD
2	Временное, Q	Category A	1.3	0			0.7				0.5	0.3					LIVE
3	Временное, Q	Category B	1.3	0			0.7				0.5	0.3					LIVE
4	Временное, Q	Category C	1.3	0			0.7				0.7	0.6					LIVE
5	Временное, Q	Category D	1.3	0			0.7				0.7	0.6					LIVE
6	Временное, Q	Category E	1.3	0			1				0.9	0.8					LIVE
7	Временное, Q	Category F	1.3	0			0.7				0.7	0.6					LIVE
8	Временное, Q	Category G	1.3	0			0.7				0.5	0.3					LIVE
9	Временное, Q	Category H	1.3	0			0.7				0	0					LIVE
10	Временное, Q	Температурное	1.3	0			0.6				0.5	0					TEMP
11	Временное, Q	Снег	1.3	0			0.7				0.5	0.2					SNOW
12	Временное, Q	Ветер	1.3	0			0.6				0.2	0					WIND
13	Сейсмическое, Ae	Сеймика, Aed	1	1			1				1	1					SEIS
14	Особое, A	Аварийное, Ad	1	1			1				1	1					ACCI
15	Неактивное, Qo	Неактивное															NO_ACT

№	Тип сочетания	Gk	Qk.1	Qk.A	Qk.B	Qk.C	Qk.D	Qk.E	Qk.F	Qk.G	Qk.H	Qk.T	Qk.S	Qk.W	Aed	Ad	Формула
<input checked="" type="checkbox"/>	1 основное(1ПС) @1	1	1.3	0.91	0.91	0.91	0.91	1.3	0.91	0.91	0.91	0.78	0.91	0.78			$\Sigma Y_{gj} \cdot G_{kj} + Y_{q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.10)
<input type="checkbox"/>	2 основное(1ПС) @1	1	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	1.3	0.91	0.91	0.91	0.78	0.91	0.78			$\Sigma Y_{gj} \cdot G_{kj} + Y_{q1} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.10a)
<input type="checkbox"/>	3 2 основное(1ПС) @2	1	1.3	0.91	0.91	0.91	0.91	1.3	0.91	0.91	0.91	0.78	0.91	0.78			$\Sigma G_j \cdot Y_{gj} \cdot G_{kj} + Y_{q1} \cdot Q_{k1} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.10b)
<input checked="" type="checkbox"/>	4 Особое Аварийное(1ПС) @3	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2		1	1	$\Sigma G_{kj} + Ad + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.11b)
<input checked="" type="checkbox"/>	5 Особое сеймика(1ПС) @3	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2				$\Sigma G_{kj} + Aed + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.12b)
<input checked="" type="checkbox"/>	6 Квазипостоянное(1ПС) @4	1	0.39	0.39	0.39	0.78	0.78	1.04	0.78	0.39			0.26				$\Sigma Y_{gj} \cdot G_{kj} + \Sigma Y_{qi} \cdot \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.16b)
<input checked="" type="checkbox"/>	7 Характеристическое(2ПС) @5	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6			$\Sigma G_{kj} + Q_{k1} + \Sigma \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$ (6.14b)
<input checked="" type="checkbox"/>	8 Частое(2ПС) @6	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2				$\Sigma G_{kj} + \psi_1 \cdot Q_{k1} + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.15b)
<input checked="" type="checkbox"/>	9 Квазипостоянное(2ПС) @7	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2				$\Sigma G_{kj} + \Sigma \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (6.16b)

OK Отмена Установить стандартные правила **Вычислить коэффициенты**

Если были изменены таблицы или внесены правки то необходимо обязательно нажать на кнопку «Вычислить коэффициенты», чтобы пересчитались коэффициенты, которые затем используются в комбинаторике. Сравните выделенные значения на этом и предыдущем слайдах.

В нижней таблице слева можно вкл/выкл галочки – по каким формулам создавать (генерировать) комбинации. По умолчанию позиции 2-3 (формулы 6.10a и 6.10b) выключены, а позиция 1 (формула 6.10) включена. Но при необходимости можно включать и выключать любые позиции на усмотрение пользователя.



Параметры

Описание

Назначение здания: Жилые здания

Режимы отрисовки осей: На активном этаже

Цвет закладок: a0c8f0

Файл результатов расчёта

Автозагрузка результатов: Да

Текущий норматив ЖБК: СП РК EN 1992-1-1:2004/2011

Текущий норматив АКК: СНиП II-22-81

Текущий норматив СТК: EUROCODE 3.1.1 EN 1993-1-1

Норматив по нагрузкам: СП РК EN 1990:2002+A1:2005

Варианты конструирования армокаменных конструкций

Варианты конструирования ЖБК в ПК ЛИРА-САПР

СНиП 2.03.01-84*: Нет

ТСН 102-00*: Нет

ДСТУ 3760-98: Нет

СНиП 52-01-2003: Нет

EUROCODE 2: Нет

ТКП/ОР 45-5.03-....200: Нет

СП 63.13330.2012/2018: Нет

ДБН В.2.6-98:2009: Нет

СП РК EN 1992-1-1:2004/2011: Да

ТКП EN 1992-1-1-2009: Нет

СТО НОСТРОЙ 2.6.15-2011: Нет

EN 192-1-1-204.IDT: Нет

Варианты конструирования СТК в ПК ЛИРА-САПР

СНиП II-23-81*: Нет

EUROCODE 3.1.1 EN 1993-1-1: Да

AISC LRFD 2nd edition: Нет

СП 16.13330.2017: Да

ДБН В.2.6-198:2014: Нет

Параметры контуров продавливания

Кoeffициенты надёжности по нагрузке

Применять коэффициенты: Нет

Кoeffициенты надёжности по ответственности

Для 1-го предельного сос...: 1.0

Для 2-го предельного сос...: 1.0

Для аварийных сочетаний...: 1.0

Применять коэффициенты

Расчётные значения нагрузок получать из заданных нормативных с учётом коэффициентов надёжности по нагрузке (свойства загружений)

Загружения СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 (ПК) (группа В (STR/GEO))

Редактор загружений РСН РСУ

№ п/...	Цвет	Название загрузки	Вид загрузки	Подвид	Доминирование	Инжен...	Взаимоисключение	Объе...	Сопут...	Знак	Кол-во на...	
<input checked="" type="checkbox"/> 1:1		Собственный вес	Постоянное, G	1.35						+	489	
<input checked="" type="checkbox"/> 2:2		Постоянные нагрузки на плиты	Постоянное, G	1.35						+	0	
<input checked="" type="checkbox"/> 3:3		Вес полов и перегородок	Постоянное, G	1.35						+	0	
<input checked="" type="checkbox"/> 4:6		Нагрузки от наружных стен	Постоянное, G	1.35						+	446	
<input checked="" type="checkbox"/> 5:...		Нагрузки от парапетов	Постоянное, G	1.35						+	22	
<input checked="" type="checkbox"/> 6:...		Давление грунта А 88EF6AA0	Постоянное, G	1.35						+	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 7:4		Полезная в магазинах	Временное, Q	Category D 1.50						+	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 8:5		Полезная в жилье	Временное, Q	Category A 1.50	Доминирующее					+	9	
<input checked="" type="checkbox"/> 9:...		Склад в техподполье	Временное, Q	Category E 1.50						+	2	
<input checked="" type="checkbox"/> 1:...		Снег	Временное, Q	снег 1.50						+	33	
<input checked="" type="checkbox"/> 1:...		Ветер по X	Временное, Q	ветер 1.50			1			+/-	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 1:...		Ветер по Y	Временное, Q	ветер 1.50			1			+/-	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 1:...		Сеймика по X	Сейсмическое, Ae	сеймика, Ae 1.00			1			+/-	1	Настроить...
<input checked="" type="checkbox"/> 1:...		Сеймика по Y	Сейсмическое, Ae	сеймика, Ae 1.00			1			+/-	1	Настроить...
<input type="checkbox"/> 15		<Создать новое загружение>										

Правила сочетаний... применять коэффициенты надёжности по нагрузке

OK Отмена Применить

Важные примечания:

- Запрет умножать на γ (коэффициент безопасности). Запрет установлен и в Редакторе загружений, и в Свойствах проекта. Напомню – нагрузки в модели задавать нужно нормативные!
- Доминирующей может быть только одна временная нагрузка (если указываем другое загружение, то с предыдущего отметка снимается).
- Прямо из редактора загружений можно задать сейсмическое воздействие.



Параметры динамического воздействия

Загрузка (наименование)	Сейсмика по X
Угол отн. OX, °	0
Направляющий косинус по Z	0.0
Количество форм колебаний	5
Одно загрузка с массами	Нет
Метод суммирования составляющих	CQC
Параметр затухания, в долях от 1	0.05
Нормативный документ	СП РК EN 1998-1:2004/2012

Параметры по СП РК EN 1998-1:2004/2012

Поправочный коэффициент	1.0
Расчётное горизонтальное ускорение площадки, м/с ²	1.0
Тип грунта	IA
Коэффициент поведения по горизонтали	1.5
Коэффициент поведения по вертикали	1.5
Коэффициент нижней границы спектра	0.2
Коэффициент коррекции затухания	1.0

Массы для динамического воздействия

1. Собственный вес (1.35)	1.0
2. Постоянные нагрузки на плиты (1.35)	1.0
3. Вес полов и перегородок (1.35)	1.0
6. Нагрузки от наружных стен (1.35)	1.0
13. Нагрузки от парапетов (1.35)	1.0
4. Полезная в магазинах (Category D 1.50)	0.6
5. Полезная в жилье (Category A 1.50)	0.3
12. Склад в техподполье (Category E 1.50)	0.8
9. Снег (снег 1.50)	0.2

Массы для динамического воздействия

Список загрузок, используемых для сбора масс для сейсмики. Наименование - коэффициент преобразования. Если ввести 0, то загрузка исключается из списка.

OK Отмена

СНИП II-7-81*
 ДБН В.1.1-12:2006
 СП 14.13330.2014/2018
 СП РК 2.03-30-2017, СН КР 20-02:2018
 ДБН В.1.1-12:2014
СП РК EN 1998-1:2004/2012
 СП 14.13330.2018, с Изм.№1

№	Тип сочетания	Gk	Qk,1	Qk,A	Qk,B	Qk,C	Qk,D	Qk,E	Qk,F	Qk,G	Qk,H	Qk,T	Qk,S	Qk,W	Aed
<input checked="" type="checkbox"/>	1 основное(1ПС) @1	1.35	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.9	1.05	0.9	
<input type="checkbox"/>	2 1 основное(1ПС) @1	1.35	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.9	1.05	0.9	
<input type="checkbox"/>	3 2 основное(1ПС) @2	1.148	1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	1.5	1.05	1.05	1.05	0.9	1.05	0.9	
<input checked="" type="checkbox"/>	4 Особое Аварийное(1ПС) @3	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2		
<input checked="" type="checkbox"/>	5 Особое сейсмика(1ПС) @3	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2		1
<input checked="" type="checkbox"/>	6 Квазипостоянное(1ПС) @4	1.35	0.45	0.45	0.45	0.9	0.9	1.2	0.9	0.45			0.3		
<input checked="" type="checkbox"/>	7 Характеристическое(2ПС) @5	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	
<input checked="" type="checkbox"/>	8 Частое(2ПС) @6	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2		
<input checked="" type="checkbox"/>	9 Квазипостоянное(2ПС) @7	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.2		

OK Отмена + X Установить стандартные правила Вычислить коэффициенты

Коэффициенты сочетаний ψ_2 для особого сочетания являются и коэффициентами сбора масс для сейсмики.

Реализовано новое сейсмическое воздействие (модуль 61) по СП РК EN 1998-1:2004/2012 со спектром из НТП РК 08-01.1-2017. Можно сразу задать все параметры, включая новый способ комбинирования форм колебаний – CQC, и параметр затухания к нему (по умолчанию 0.05). Но, об этом подробнее в части ВИЗОРа.



Загрузки СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 (ПК) (группа В (STR/GEO))

Редактор загрузок РСН РСУ

№ п/п:ID	Цвет	Название загрузки	Вид загрузки	Подвид	Доминирование	Инже...	Взаи...	Объе...	Сопут...	Знак	Кол-во нагрузок	
<input checked="" type="checkbox"/> 1:1		Собственный вес	Постоянное, G	1.35						+	489	
<input checked="" type="checkbox"/> 2:2		Постоянные нагрузки на плиты	Постоянное, G	1.35						+	0	
<input checked="" type="checkbox"/> 3:3		Вес полов и перегородок	Постоянное, G	1.35						+	0	
<input checked="" type="checkbox"/> 4:6		Нагрузки от наружных стен	Постоянное, G	1.35						+	446	
<input checked="" type="checkbox"/> 5:13		Нагрузки от парапетов	Постоянное, G	1.35						+	22	
<input checked="" type="checkbox"/> 6:14		Давление грунта А 88EF6AA0	Постоянное, G	1.35						+	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 7:4		Полезная в магазинах	Временное, Q	Category E 1.50						+	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 8:5		Полезная в жилье	Временное, Q	Category A 1.50	Доминирующее					+	9	
<input checked="" type="checkbox"/> 9:12		Склад в техподполье	Временное, Q	Category E 1.50						+	2	
<input checked="" type="checkbox"/> 10:9		Снег	Временное, Q	снег 1.50						+	33	
<input checked="" type="checkbox"/> 11:7		Ветер по X	Временное, Q	ветер 1.50			1			+/-	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 12:8		Ветер по Y	Временное, Q	ветер 1.50			1			+/-	1	
<input checked="" type="checkbox"/> 13:10		Сейсмика по X	Сейсмическое, Ae	сейсмика, Ae 1.00			1			+/-	1	7Б;0°;1,2,3,6,13,4,5,12,9 Настроить...
<input checked="" type="checkbox"/> 14:11		Сейсмика по Y	Сейсмическое, Ae	сейсмика, Ae 1.00						+/-	1	7Б;90°;1,2,3,6,13,4,5,12,9 Настроить...
<input type="checkbox"/> 15		<Создать новое загрузку>										

Правила сочетаний... ↑ ↓ ✕ применять коэффициенты надёжности по нагрузке

Дублировать
Дублировать с нагрузками
Удалить
Удалить все мостовые
Настроить динамику...
Собрать массы из выбранных загрузок

OK Отмена Применить

Если добавлялись какие-то загрузки уже после задания динамического воздействия, то правой клавишей из контекстного меню можно обновить список загрузок для масс. При этом учитываются все загрузки отмеченные галочками в первой колонке таблицы (автоматически исключаются загрузки «ветер», «сейсмика», «аварийные», даже если галочки на них тоже включены).

Важный момент, пока, – если выделено несколько строк с сейсмиками, то контекстное меню все равно работает на той строке, на которой оказался курсор.



Загрузки СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 (ПК) (группа В (STR/GEO))

Редактор загрузок РСН РСУ

Загрузка	Вид	Подвид	Доля дли	Взаимоис	Объем	Сопут	Знак	1 основное(1f	1 основное(1f	1 основное(1f	1 основное(1f	Особое сейсм	Особое сейсм	Особое сейсм	Особое сейсм	Квазипостоян	Характеристи	Характеристи	Характеристи	Характеристи	Частое(2ПС)	Квазипостоян
1:1.Собственный вес	Постоянное, G	1.35	1.00				+	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35	1	1	1	1	1	1
2:2.Постоянные нагрузки	Постоянное, G	1.35	1.00				+	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35	1	1	1	1	1	1
3:3.Вес полов и перегородок	Постоянное, G	1.35	1.00				+	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35	1	1	1	1	1	1
4:6.Нагрузки от наружных стен	Постоянное, G	1.35	1.00				+	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35	1	1	1	1	1	1
5:13.Нагрузки от парапетов	Постоянное, G	1.35	1.00				+	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35	1	1	1	1	1	1
6:14. Давление грунта А	Постоянное, G	1.35	1.00				+	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1.35	1	1	1	1	1	1
7:4.Полезная в магазинах	Временное, Q	Category D 1.50	0.35				+	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
8:5.Полезная в жилых зданиях	Временное, Q	Category A 1.50	1.00				+	1.5	1.5	1.5	1.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.45	1	1	1	1	0.5	0.3
9:12.Склад в техподпольях	Временное, Q	Category E 1.50	1.00				+	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2	1	1	1	1	0.8	0.8
10:9.Снег	Временное, Q	снег 1.50	1.00				+	1.05	1.05	1.05	1.05	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2	0.2
11:7.Ветер по X	Временное, Q	ветер 1.50	0.00	1			+/-	0.9	-0.9								0.6	-0.6				
12:8.Ветер по Y	Временное, Q	ветер 1.50	0.00	1			+/-			0.9	-0.9								0.6	-0.6		
13:10.Сейсмика по X	Сейсмическое, сейсмика, Ae	1.00	0.00	1			+/-					1	-1									
14:11.Сейсмика по Y	Сейсмическое, сейсмика, Ae	1.00	0.00	1			+/-							1	-1							
15:15.15	Временное, Q		1.00				+															

Правила сочетаний... Сгенерировать + X Y Импорт РСН...

OK Отмена Применить



Можно сгенерировать комбинации по принятым параметрам, а затем что-то поменять (поменять доминирующее загрузка, изменить коэффициенты безопасности и/или сочетаний, включить или выключить какие-то формулы сочетаний в нижней таблице), и еще сгенерировать комбинации – они добавятся к уже имеющимся. Т.е. не происходит удаление ранее заданных комбинаций.



Загрузки СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 (РК) (группа В (STR/GEO))



Редактор загрузений РСН РСУ

№	Сочетание	Собственный	Постоянные н	Вес полов и г	Нагрузки от н	Нагрузки от г	Давление гру	Полезная в ма	Полезная в ж	Склад в техл	Снег	Ветер по X	Ветер по У	Сейсмика по X	Сейсмика по Y	15
1	1 основное(1ПС).1x@1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.5	1.5	1.05	0.9				
2	1 основное(1ПС).1x-@1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.5	1.5	1.05	-0.9				
3	1 основное(1ПС).2x@1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.5	1.5	1.05		0.9			
4	1 основное(1ПС).2x-@1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.05	1.5	1.5	1.05		-0.9			
5	Особое сейсмика(1ПС).1x@3	1	1	1	1	1	1	0.6	0.3	0.8	0.2			1		
6	Особое сейсмика(1ПС).1x-@3	1	1	1	1	1	1	0.6	0.3	0.8	0.2			-1		
7	Особое сейсмика(1ПС).2x@3	1	1	1	1	1	1	0.6	0.3	0.8	0.2				1	
8	Особое сейсмика(1ПС).2x-@3	1	1	1	1	1	1	0.6	0.3	0.8	0.2				-1	
9	Квазипостоянное(1ПС).9@4	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.9	0.45	1.2	0.3					
10	Характеристическое(2ПС).1x@5	1	1	1	1	1	1	0.7	1	1	0.7	0.6				
11	Характеристическое(2ПС).1x-@5	1	1	1	1	1	1	0.7	1	1	0.7	-0.6				
12	Характеристическое(2ПС).2x@5	1	1	1	1	1	1	0.7	1	1	0.7		0.6			
13	Характеристическое(2ПС).2x-@5	1	1	1	1	1	1	0.7	1	1	0.7		-0.6			
14	Частое(2ПС).14@6	1	1	1	1	1	1	0.6	0.5	0.8	0.2					
15	Квазипостоянное(2ПС).15@7	1	1	1	1	1	1	0.6	0.3	0.8	0.2					

Транспонированная таблица (поменять местами строки и столбцы) для просмотра комбинаций удобнее (особенно, если количество комбинаций сильно больше количества загрузений).

В имени каждого сочетания цифра после @ – номер типа комбинации для ВИЗОРа (пока что в версии 2020 используется для передачи при экспорте из САПФИРа в ВИЗОР).



Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН Имя таблицы РСН

СП РК EN 1990:2002+A1

Динамика по модулю

N загр	Наименование	Вид	Знаког	Взаимс	Козф. безоп.	1.1 основное	2.1 основное	3.1 основное	4.1 основное	5.Особое сей	6.Особое сей	7.Особое сей	8.Особое сей	9.Квазипосто	10.Характери	11.Характери	12.Характери	13.Характери	14.Частое(2П	15.Квазипост	
1	Собственный вес	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.	1.	1.	1.	1.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
2	Нагрузки от наружных ст	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.	1.	1.	1.	1.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
3	Нагрузки от парапетов	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.	1.	1.	1.	1.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
4	Давление грунта A 88EFG	Постоянное, G	+		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.	1.	1.	1.	1.35	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
5	Полезная в магазинах	Временное, Q	+		1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
6	Полезная в жилье	Врем. доминирующее, Q1	+		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.45	1.	1.	1.	1.	1.	0.5	0.3
7	Склад в техподполье	Временное, Q	+		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2	1.	1.	1.	1.	1.	0.8	0.8
8	Снег	Временное (снег), Q	+		1.5	1.05	1.05	1.05	1.05	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2	0.2
9	Ветер по X	Временное (ветер), Q	+/-	1	1.5	0.9	-0.9	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.6	-0.6	0.	0.	0.	0.	0.
10	Ветер по Y	Временное (ветер), Q	+/-	1	1.5	0.	0.	0.9	-0.9	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.6	-0.6	0.	0.	0.
11	Сейсмика по X	Сейсмическое, Ae	+/-	1	1.0	0.	0.	0.	0.	1.	-1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
12	Сейсмика по Y	Сейсмическое, Ae	+/-	1	1.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	-1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

- 1-е основное сочетание (I ПС)
- 2-е основное сочетание (I ПС)
- Особое сочетание (I ПС)
- Квазипостоянное сочетание (I ПС)
- Характеристическое сочетание (II ПС)
- Частое сочетание (II ПС)

$$\sum G_d + \sum_{i=1} \Psi_{oi} * Q_{di}$$

Коэффициенты

Учитывать условие 4.29 Еврокод 8

Для сечений балки

Для сечений колонны

Коэффициенты сочетаний

	1-е осн.	2-е осн.	Особ.	актеристиче	Частое	Квазипост.
Постоянное, G	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Врем. доминирующее, Q1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Временное, Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Временное (снег), Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Временное (ветер), Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Сейсмическое, Ae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Аварийное, A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица РСН по СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 переданная из САПФИР выглядит так:

- все сочетания уже заданы в САПФИР, сюда они передаются в том же виде;
- «Коэффициенты» обнулены, поскольку все комбинации уже сформированы;
- необходимо учесть условие сопряжения балок с колоннами (п.4.29 EN8).



Имя таблицы РСН:

Взаимс	Коеф.	Название	Вид расчета	Армирование	Система
		Стержень	Колонна	Симметричное	Статически неопределимая
		Несимметричное	Балка	Несимметричное	Статически неопределимая

Расчет РСН по табл. №1 невозможен. Необходимо задать вариант конструирования с указанием балок и колонн и связать его с данной таблицей

Кoeffициенты

- Учитывать условие 4.29 Еврокод 8
 - Для сечений балки:
 - Для сечений колонны:

Расчет

- Учитывать конструктивные требования
- Выделять угловые арматурные стержни
- Располагать боковую арматуру в полке
- Учитывать совместное действие усилий
- Учитывать многоконтурность
- Учитывать поправки к п.3.52 Пособия к СП 52-101-2003
- Учитывать огнестойкость
- Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания

Точность расчета, %: Предварит. Основного % армирования: MAX

Диапазон коэффициентов несущей способности: MIN MAX

Расстояние к ц.т. арматуры, см: a1 a2 a3

- Расчет по предельным состояниям II группы
 - Трещина продолжительного раскрытия, мм:
 - Трещина непродолжительного раскрытия, мм:

В процессе расчета комбинаций РСН, если задана соответствующая опция, производится автоматическая корректировка изгибающих моментов в колоннах в месте примыкания к балкам (увеличение на 30% момента только от вклада в комбинацию сейсмического нагружения*). Для этого необходимо:

1. в Варианте конструирования выбрать таблицу РСН заполненную по СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011;
2. в материале «Тип» параметров армирования задать вид расчета «Колонна» и «Балка» для соответствующих конструкций.

В противном случае (не назначена соответствующая таблица РСН или задан вид расчета «Стержень») программа выдаст предупреждение, и расчет РСН не будет произведен.

* В Лира-САПР 2020 и младше эта опция работает только для нагружений с заданным динамическим воздействием, а если это, например, нагружение с сосредоточенными силами или результат суммирования нагружений заданной по формуле, то нет, увеличения моментов не произойдет (!). В версии 2021 планируется переотладка данной функции.

ҰЛТТЫҚ ҚОСЫМША

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ҰҚ ҚР ҚЖ ЕН
1991-1-4:2005/2017
НП к СП РК ЕН
1991-1-4:2005/2017

ҚР ҚЖ ЕН ЕН 1991-1-4:2005/2017

ҰЛТТЫҚ ҚОСЫМША

КҮШ ТҮСЕТІН КОНСТРУКЦИЯЛАРҒА

ӘСЕР ЕТУ

1-4 бөлім. Жалпы әсер ету. Желдің әсер етуі

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

К СП РК ЕН 1991-1-4:2005/2017

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕСУЩИЕ

КОНСТРУКЦИИ

Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия.

Ресми басылым

Издание официальное

Қазақстан Республикасы инвестициялар және даму министрлігінің
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан

Астана 2017

Ветровые воздействия

Примечание: в процессе разработки релиза 2 работали с общим документом НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017, объединяющим снеговые нагрузки и ветровые воздействия, поэтому все обозначения в программе указаны с этим документом, но он идентичен действующим НП к СП РК ЕН 1991-1-3:2003/2017 Снеговые нагрузки и НП к СП РК ЕН 1991-1-4:2003/2017 Ветровые воздействия.



Параметры модели ветра

Загружение (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Ширина здания, м	Авто (25.6)
Способ приложения	1 - в торцы перекрытий
Нормативный документ	EN 1991-1-4:2005
Параметры по EN 1991-1-4:2005	
Базовая скорость ветра, м/с	35.0
Базовый ветровой напор, тс/м2	0.076563
Тип местности	0
Конструкционный коэффициент	1.0
Аэродинамический коэф.	1.5
Пульсация	Нет

СНиП 2.01.07-85
 ДБН В.1.2-2006 З.1(2007)
 СП 20.13330.2016
 EN 1991-1-4:2005
 НП.2.2.1 к СП РК EN 1991-1-4:2005/2011
НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Параметры модели ветра

Загружение (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Ширина здания, м	Авто (25.6)
Способ приложения	1 - в торцы перекрытий
Нормативный документ	НП.2.2.1 к СП РК EN 1991-1-4:2005/2011
Параметры по НП.2.2.1 к СП РК EN 1991-1-4:2005/2011	
Ветровой район	IV
Нормативное ветровое давлени...	0.048
Базовая скорость ветра, м/с	32.82
Базовый ветровой напор, тс/м2	0.067322
Тип местности	0
Конструкционный коэффициент	1.0
Аэродинамический коэф.	1.3
Пульсация	Нет

Ветровой район
 Ветровой район СССР (принимаются по карте 3 обязательного приложения 5, СНиП 2.01.07-85)

НП к СП РК EN 1991-1-4:2005/2011

Таблица НП.2.2.1- Нормативное давление ветра (Таблица 5, СНиП 2.01.07-85)

Ветровые районы СССР (принимаются по карте 3 обязательного приложения 5)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа (кгс/м ²)	0,17(17)	0,23(23)	0,30(30)	0,38(38)	0,48(48)	0,60(60)	0,73(73)	0,85(85)

В соответствии с Формулой (7) СНиП 2.01.07-85: $w_0 = 0,61 \cdot v_0^2$ (Па),

В релизе 1 версии Лира-САПР 2020 добавился сбор ветровых нагрузок по НП к СП РК EN 1991... Он был сделан на основании карт ветрового районирования СССР (реализация переходного периода на еврономры).

Так же есть сбор ветровых нагрузок на основе EN при задании ветровой базовой скорости.



Параметры модели ветра

Загрузка (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Ширина здания, м	Авто (25.6)
Способ приложения	1 - в торцы перекрытий
Нормативный документ	НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Параметры по НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Ветровой район РК	I
Базовая скорость ветра, м/с	20.0
Базовый ветровой напор, тс/м2	0.025
Тип местности	0
Конструкционный коэффициент	1.0
Аэродинамический коэф.	1.3
Пульсация	Нет

Ветровой район РК
Приложение Ж. Карта районирования РК по базовой скорости ветра. НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Параметры модели ветра

Загрузка (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Ширина здания, м	Авто (25.6)
Способ приложения	1 - в торцы перекрытий
Нормативный документ	НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Параметры по НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Ветровой район РК	XI (custom)
Базовая скорость ветра, м/с	25.0
Базовый ветровой напор, тс/м2	0.039063
Тип местности	0
Конструкционный коэффициент	1.0
Аэродинамический коэф.	1.3
Пульсация	Нет

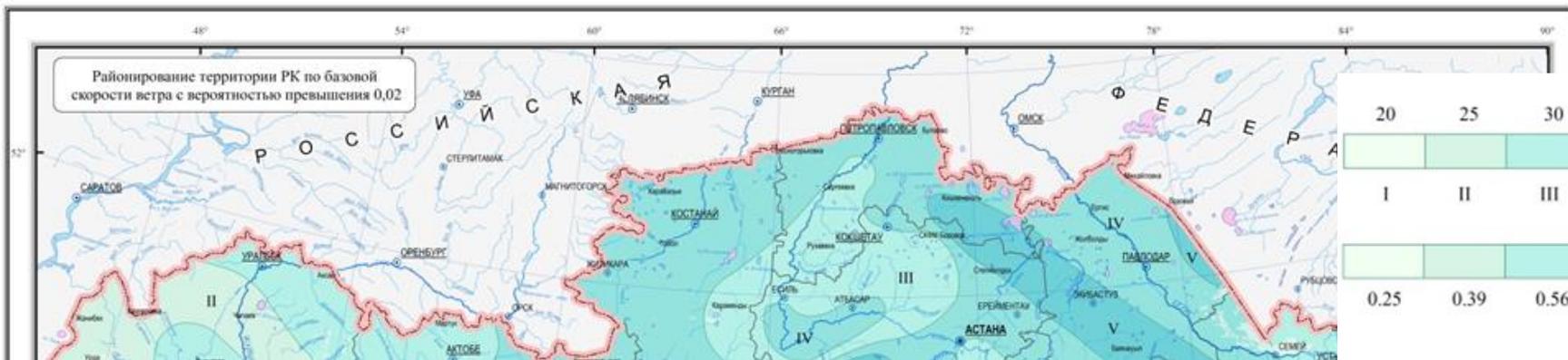
Базовая скорость ветра, м/с

В релизе 2 версии Лира-САПР 2020 добавился сбор ветровых нагрузок по НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017. Он сделан на основании новых карт ветрового районирования. XI ветровой район открывает доступ к заданию базовой скорости ветра, от которой пересчитывается базовый ветровой напор. Можно задавать произвольные значения (по заданию заказчика, например).

НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Приложение Ж (обязательное)

Карта районирования территории РК по базовой скорости ветра





Параметры модели ветра	
Загружение (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Ширина здания, м	Авто (19.8)
Способ приложения	1 - в торцы перекрытий
Нормативный документ	НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017
<input checked="" type="checkbox"/> Параметры по НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017	
Ветровой район РК	XI (custom)
Базовая скорость ветра, м/с	30.0
Базовый ветровой напор, тс/...	0.057357
Тип местности	0
Конструкционный коэф.фиц...	1.0
Аэродинамический коэф.	1.3
Пульсация	Нет
<input type="button" value="Создать"/> <input type="button" value="Отмена"/>	

СП РК EN 1991-1-4:2005/2011

4.5 Пиковое значение скоростного напора

(1) Пиковое значение скоростного напора $q_p(z)$ на высоте z следует определять с учетом средних и кратковременных колебаний скорости.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Национальное Приложение может указывать правила определения $q_p(z)$. Рекомендуемым правилом является:

$$q_p(z) = [1 + 7 I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b, \quad (4.8)$$

где ρ – плотность воздуха, которая зависит от высоты над уровнем моря, температуры и барометрического давления. Значение должно определяться в соответствии с регионами возникновения урагана.

$c_e(z)$ – коэффициент экспозиции, определяемый по формуле (4.9)

$$c_e(z) = \frac{q_{p(z)}}{q_b}, \quad (4.9)$$

здесь q_b – значение среднего (базового) скоростного напора, определяемое по формуле (4.10)

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2. \quad (4.10)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Применяемые на национальном уровне значения ρ могут указываться в Национальном Приложении. Рекомендуемое значение равно $1,25 \text{ кг/м}^3$.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Значение 7 в формуле (4.8) соответствует пиковому коэффициенту $k_p = 3,5$ и применяется с аэродинамическими коэффициентами давления и усилия в разделе 7. Для ровной местности при $c_e(z) = 1,0$ (см. 4.3.3) коэффициент экспозиции $c_e(z)$ представлен на рисунке 4.2 в виде функции высоты (над местностью) и типа местности (как определено в Таблице 4.1).

5.2 Ветровое давление на поверхности

(1) Ветровое давление w_e , действующее на внешние поверхности конструкций здания, следует определять по Формуле (5.1)

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (5.1)$$

где

$q_p(z_e)$ – пиковое значение скоростного напора ветра;

z_e – базовая высота для внешнего давления по Разделу 7;

c_{pe} – аэродинамический коэффициент внешнего давления по Разделу 7.

В динамике несжимаемой жидкости **динамическое давление** называется **скоростным давлением**) является величиной, определяемой:

$$q = \frac{1}{2} \rho u^2$$

где (в единицах СИ):

q , динамическое давление в паскалях

ρ , массовая плотность жидкости (например, в кг/м^3 , в единицах СИ)

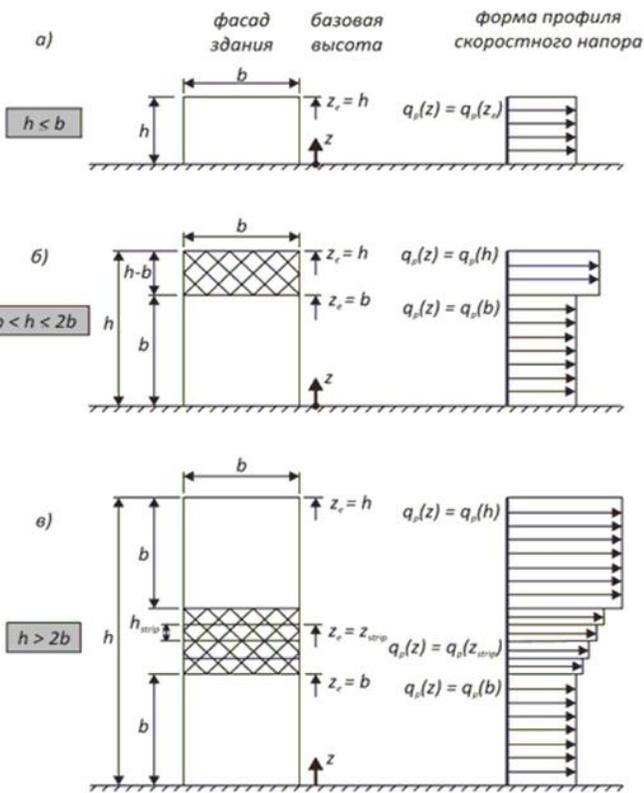
u , скорость потока в м / с

Базовый ветровой напор может быть вычислен от базовой скорости ветра по формуле 4.10:

$$1/2 * 1.25 * 30^2 = 562.5 \text{ Па} = 0.057359 \text{ т/м}^2$$

СП РК EN 1991-1-4:2005/2011

НП к СП РК EN 1991-1-4:2005/2011



ПРИМЕЧАНИЕ Скоростной напор следует принимать равномерно распределенным для каждой горизонтальной полосы.

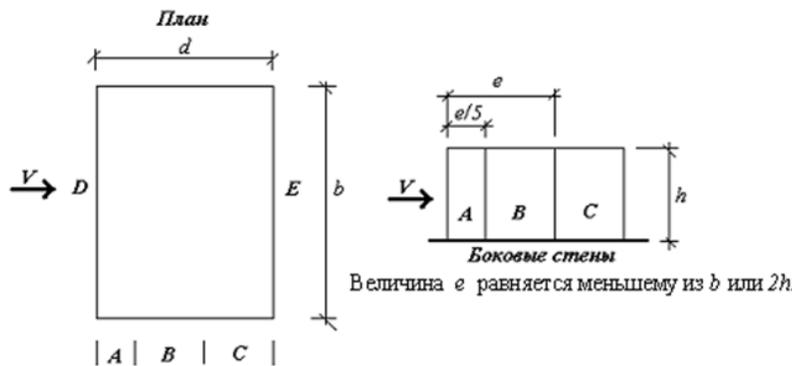
Рисунок 7.4 – Базовая высота z_e в зависимости от h и b и профиля скоростного напора

Таблица НП.2.6.1 - Аэродинамические коэффициенты

Боковые стены			Наветренная стена	Подветренная стена
Зоны				
A	B	C	D	E
-1.0	-0.8	-0.5	0.8	-0.5

НП.2.6.2.1 К пункту 7.2.2(1)

Для определения распределения скоростного напора на подветренные стороны и стены, параллельные направлению действия ветра прямоугольных в плане зданий, стены следует разбить на зоны по схеме разбивки и для каждой зоны принять значения аэродинамических коэффициентов по таблице.



7.2.2 Вертикальные стены прямоугольных в плане зданий

(1) Для наветренных стен прямоугольных в плане зданий (зона D на Рисунке 7.5) наружные давления по высоте здания допускается устанавливать дифференцированно согласно Рисунку 7.4. Принимается, что давление в горизонтальных полосах на Рисунке 7.4 по высоте распределено равномерно. В качестве базовой высоты z_e для скоростного напора рассматриваемой полосы следует брать высоту до его верхней отметки. Дифференцирование осуществляется в зависимости от отношения высоты здания к его ширине h/b следующим образом:

- для зданий с $h \leq b$ принимается одна полоса высотой h ;
- для зданий с $b < h \leq 2 \cdot b$ принимается нижняя полоса высотой b , а также верхняя полоса высотой $(h - b)$;
- для зданий с $h > 2 \cdot b$ принимается нижняя полоса высотой b , а также верхняя полоса высотой b , находящаяся между отметками $(h - b)$ и h . Промежуточная зона подразделяется на соответствующее число дополнительных полос высотой h_{strip} , см. Рисунок 7.4.

ПРИМЕЧАНИЕ Правила распределения скоростного напора на подветренные стороны и стены, параллельные направлению действия ветра (зоны А, В, С и Е, см. Рисунок 7.5), могут указываться в Национальном Приложении или могут устанавливаться конкретно для строительного проекта. Рекомендуется принимать в качестве базовой высоту здания.

Ветровая нагрузка (Alt+W)
Задание параметров ветровой нагрузки. Для отображения ветровой нагрузки необходимо перейти в расчетную модель.

Параметры модели ветра

Загрузка (наименование)	Ветер 0
Угол отн. ОХ, °	0
Уровень планировки, м	0.0
Ширина здания, м	Авто
Способ приложения	1 - в торцы перекрытий
Нормативный документ	1 - в торцы перекрытий
<input type="checkbox"/> Параметры по НП.2.2.1 к СП РК	2 - напор/отсос в пространстве
Ветровой район	3 - на стержневые элементы

Способ приложения
1 - линейная в торцы плит, 2 - объемно-пространственная на всю конструкцию, 3 - на стержневые системы.

Следует помнить, что во всех трех вариантах способа приложения ветровой нагрузки речь идет только о суммарном воздействии на зоны D и E (напор и отсос).

При этом аэродинамический коэффициент задаваемый в параметрах ветрового воздействия равен сумме аэродинамических коэффициентов зоны D и E (наветренной и подветренной).

ҰЛТТЫҚ ҚОСЫМША

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ҰҚ ҚР ҚЖ ЕН
1991-1-3:2003/2017
НП к СП РК ЕН
1991-1-3:2003/2017

ҚР ҚЖ ЕН 1991-1-3:2003/2017
ҰЛТТЫҚ ҚОСЫМША
КӨТЕРУШІ КОНСТРУКЦИЯЛАРҒА
ӘСЕР ЕТУ
1-3 бөлім. Жалпы әсер ету. Қар жүктемелері

НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
К СП РК ЕН 1991-1-3:2003/2017
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕСУЩИЕ
КОНСТРУКЦИИ
Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы инвестициялар және даму
министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық
шаруашылық істері комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства по инвестициям и развитию
Республики Казахстан

Астана 2017

Снеговые нагрузки

Примечание: в процессе разработки релиза 2 работали с общим документом НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017, объединяющим снеговые нагрузки и ветровые воздействия, поэтому все обозначения в программе указаны с этим документом, но он идентичен действующим НП к СП РК ЕН 1991-1-3:2003/2017 Снеговые нагрузки и НП к СП РК ЕН 1991-1-4:2003/2017 Ветровые воздействия.



Снеговая нагрузка

Нормативный документ: НП к СП РК EN 1991 - 1 - 1:2003 / 20

Снеговой район РК (по карте 1): I(1) III(3)

Вес снегового покрова, кПа: II(2) 1.8

Высота парапета, м: III(3) 1.200

Кoeffициент μ : IV(4) 1.333

Кoeffициент $C_e \cdot C_t$: V(5) 1.000

Снеговая нагрузка у самого парапета, тс/м²: 0.245

Снеговая нагрузка на расстоянии $B=2h$, тс/м²: 0.147

СНИП 2.01.07-85
ДБН В.1.2-2006 З.1(2007)
СП 20.13330.2011
НП к СП РК EN 1991 - 1 - 1:2003 / 2011
НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017
СП 20.13330.2016

OK Отмена

3D по линии

Поверхности

Нагрузки

У самого парапета: 0.200 На расстоянии В: 0.100 В: 2400

Уровень нагрузки

Привязка уровня	От низа этажа
Уровень, мм	0
Высота парапета, мм	1200
Расстояние В, мм	2400
Ориентировать наружу	Нет
Заполнить снеговой нагрузкой	Да
Нагрузка у парапета, тс/м ²	0.200
Нагрузка на расстоянии В, тс/м ²	0.100
Загружение	Снег

Штамп нагрузки

Снеговой мешок

Заполнить снеговой нагрузкой
Приложить снеговую нагрузку не только вблизи парапета, но и по всей площадке, ограниченной контуром.

Снеговая нагрузка

Нормативный документ: НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017

Карта снеговых районов: 4 5

Снеговой район РК (по карте 4): III(3) IV(4)

Вес снегового покрова, кПа: V(5) 1.5

Высота парапета, м: VI(6) 1.200

Кoeffициент μ : VII(7) 1.600

Кoeffициент $C_e \cdot C_t$: VIII(8) 1.000

Снеговая нагрузка у самого парапета, тс/м²: IX(9) 0.245

Снеговая нагрузка на расстоянии $B=2h$, тс/м²: 0.122

OK Отмена

В релизе 1 версии Лира-САПР 2020 добавился сбор мешков от снеговых нагрузок по НП к СП РК EN 1991... Это был документ «переходного периода».

В релизе 2 версии Лира-САПР 2020 добавился сбор снеговых нагрузок по НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017. Причем там реализованы 2 карты: 4 и 5 (см. следующий слайд).

Кроме того, добавилась настройка заполнения снеговой нагрузкой пространства между мешками у парапетов.

Важно – речь идет о снеговых мешках именно около парапетов, другие расчетные ситуации пока не рассматриваются.



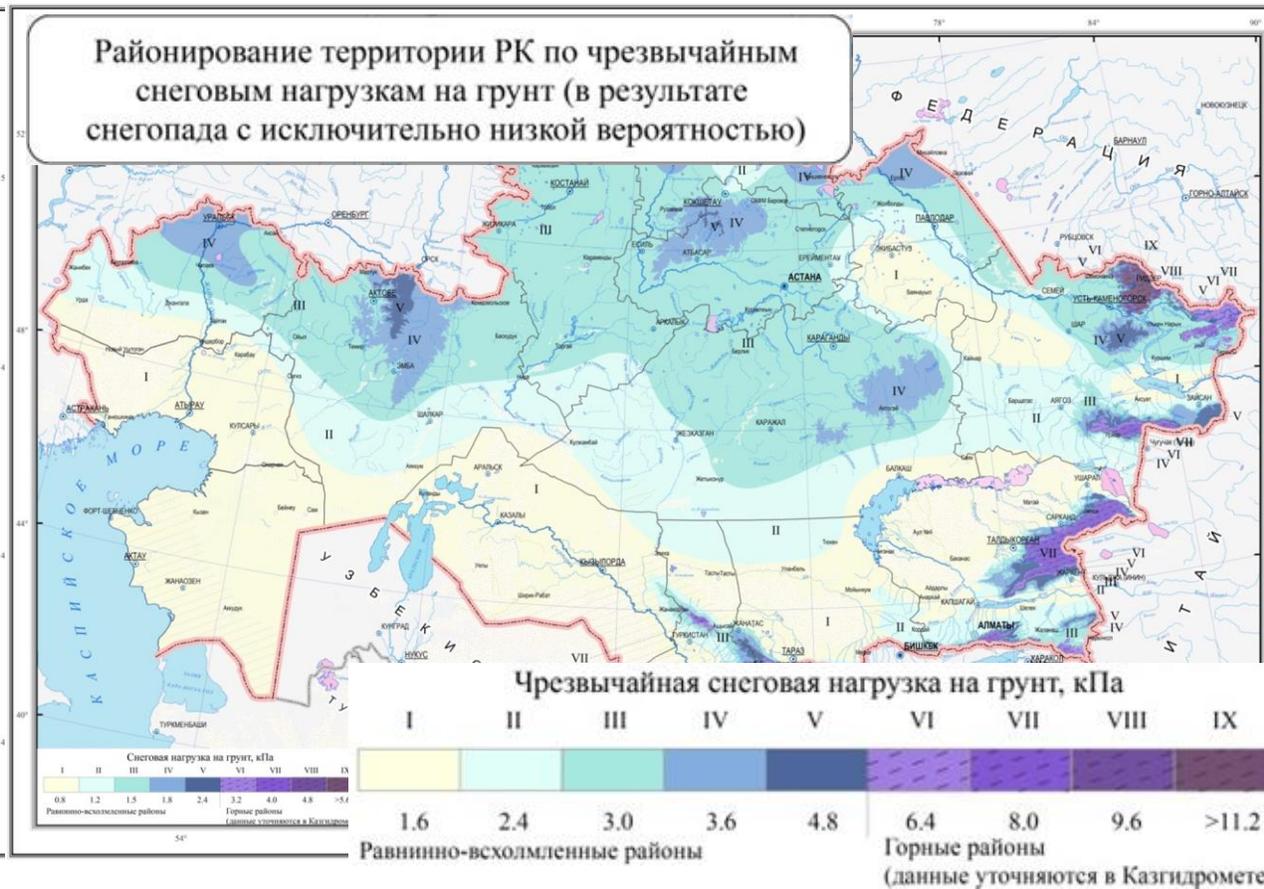
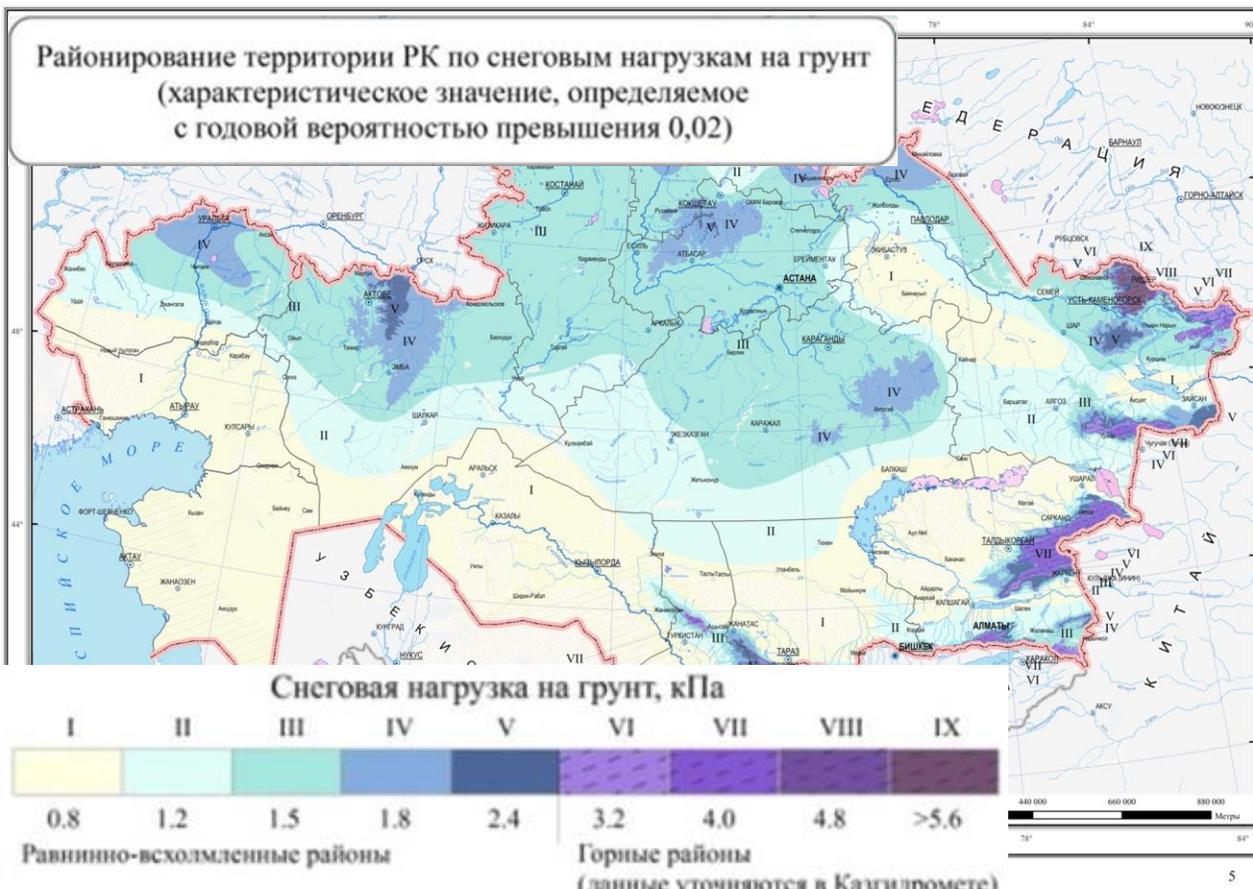
4 [4] СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА НА ГРУНТ

4.1 Характеристические значения

4.1.1 [4.1(1)] Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт s_k определяются по снеговым районам, в соответствии с картой 4 Приложения В: «Районирование территории РК по снеговым нагрузкам на грунт (характеристическое значение, определяемое с годовой вероятностью превышения 0,02)».

4.3 [4.3] Действие чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт

4.3.1 [4.3.1] Расчетное значение чрезвычайной снеговой нагрузки на грунт принимать по карте 5 Приложения В: «Районирование территории РК по чрезвычайным снеговым нагрузкам на грунт (в результате снегопада с исключительно низкой вероятностью)».



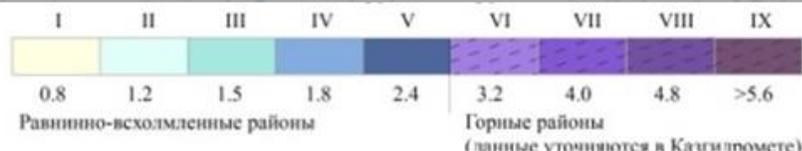


Идентификатор	0
Тип объекта	Снег
Наименование	Снег
Слой	Слой САПФИР
Маркировка	
Этаж	3-й Этаж
Цвет поверхности	нет цвета
Интерпретация	Нагрузка
☐ Цвета	
Цвет граней	5abef0c8
Цвет линий	6464c8
Вес линии	Тонкая 03
☐ Уровень нагрузки	
Привязка уровня	От низа этажа
Уровень, мм	0
Высота парапета, мм	1200
Расстояние В, мм	5000
Ориентировать наружу	Нет
Заполнить снеговой нагрузкой	Нет
Нагрузка у парапета, тс/м ²	0.245
Нагрузка на расстоянии В, тс/м ²	0.245
Загрузка	Сейсмическая
	не определено
	Собственный вес
	Постоянные нагрузки на плиты
	Длительные нагрузки на плиты
	Кратковременные нагрузки на плиты
	Загрузка прочее
	Постоянная
	Временная1
	Временная2
	Снеговая
	Ветер X
	Ветер Y
	Сейсмическая

Для зданий, расположенных на площадках в сейсмических зонах расчетные комбинации для проверки критических предельных состояний конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок (Приложение А, СП РК EN 1991-1-3:2003/2011), рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

карта 4

Районирование территории РК по снеговым нагрузкам на грунт (характеристическое значение, определяемое с годовой вероятностью превышения 0,02)



карта 5

Районирование территории РК по чрезвычайным снеговым нагрузкам на грунт (в результате снегопада с исключительно низкой вероятностью)



аварийная

1. Если выбрана карта нормативных снеговых нагрузок, то в РСН необходимо задать вид загрузки «Снеговая», и тогда коэффициент безопасности γ и сочетания ψ будут приняты в соответствии с выбранными таблицами из Приложения А.
2. Если выбрана карта чрезвычайных снеговых нагрузок, то в РСН необходимо задать вид загрузки «Аварийная», и тогда коэффициент безопасности γ и сочетания ψ будут приняты равными 1. Кроме того, данное нагружение должно взаимоисключаться с сейсмическим нагружением и другими аварийными.



СП РК EN 1991-1-1:2002/2011
EN 1991-1-1:2002

6.3 Характеристические значения временных нагрузок

6.3.1 Жилые, общественные, торговые и административные помещения

6.3.1.1 Категории использования

(1) Полезные площади жилых помещений, помещений для собрания людей, торговых и административных помещений следует классифицировать в зависимости от их использования по категориям согласно Таблице 6.1.

(2) Если вид использования предполагает наличие особых динамических воздействий, см. 2.2(3) и 2.2(4)Р, то, независимо от категории использования площадей, следует дополнительно учитывать эти воздействия.

Таблица 6.1 — Категории использования

Категория	Вид использования	Пример
A	Жилые площади	Жилые здания, общежития, палаты в больницах, номера в гостиницах и домах отдыха, кухни, туалеты
B	Бюро	
C	Площади сосредоточения (собрания) людей (кроме категорий A, B и D) ^{a)}	<p>C₁: помещения с наличием столов и т. п., например, в школах, кафе, ресторанах, столовых, библиотеках, гостиницах</p> <p>C₂: помещения со стационарными сидениями, например, в церквях, театрах, кинозалах, конференц-залах, аудиториях, залах для собраний, приемных, залах ожидания вокзалов</p> <p>C₃: помещения со свободным перемещением людей, например, в музеях, выставочных залах, и т. п., а также в вестибюлях, в общественных и административных зданиях, гостиницах, больницах, залах ожидания вокзалов</p>
		<p>C₄: помещения для активной деятельности людей, например, танцевальные и физкультурные залы, сцены</p> <p>C₅: помещения с возможным скоплением людей, например, в зданиях с проводимыми общественными мероприятиями, такие как концертные залы, спортивные залы и трибуны, террасы и перроны</p>
D	Торговые площади	<p>D1: магазины розничной торговли</p> <p>D2: торговые дома и универсамы</p>
<p>^{a)} Положения 6.3.1.1(2), в первую очередь, относятся к C₄ и C₅. При необходимости учета динамических воздействий — см. EN 1990. Категория E — см. таблицу 6.3.</p>		

6 ВРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ НА ЗДАНИЯ	10
6.1 Воздействия	10
6.2 Схемы расположения нагрузок	10
6.2.1 Конструкции перекрытий, балки и кровля	10
6.2.2 Колонны и стены	11
6.3 Характеристические значения временных нагрузок	11
6.3.1 Жилые, общественные, торговые и административные помещения	11
6.3.2 Складские и производственные площади	14
6.3.3 Гаражи-стоянки и зоны с транспортным движением (за исключением мостов) ..	18
6.3.4 Кровельные конструкции	20

6.3.1.2 Величина воздействий

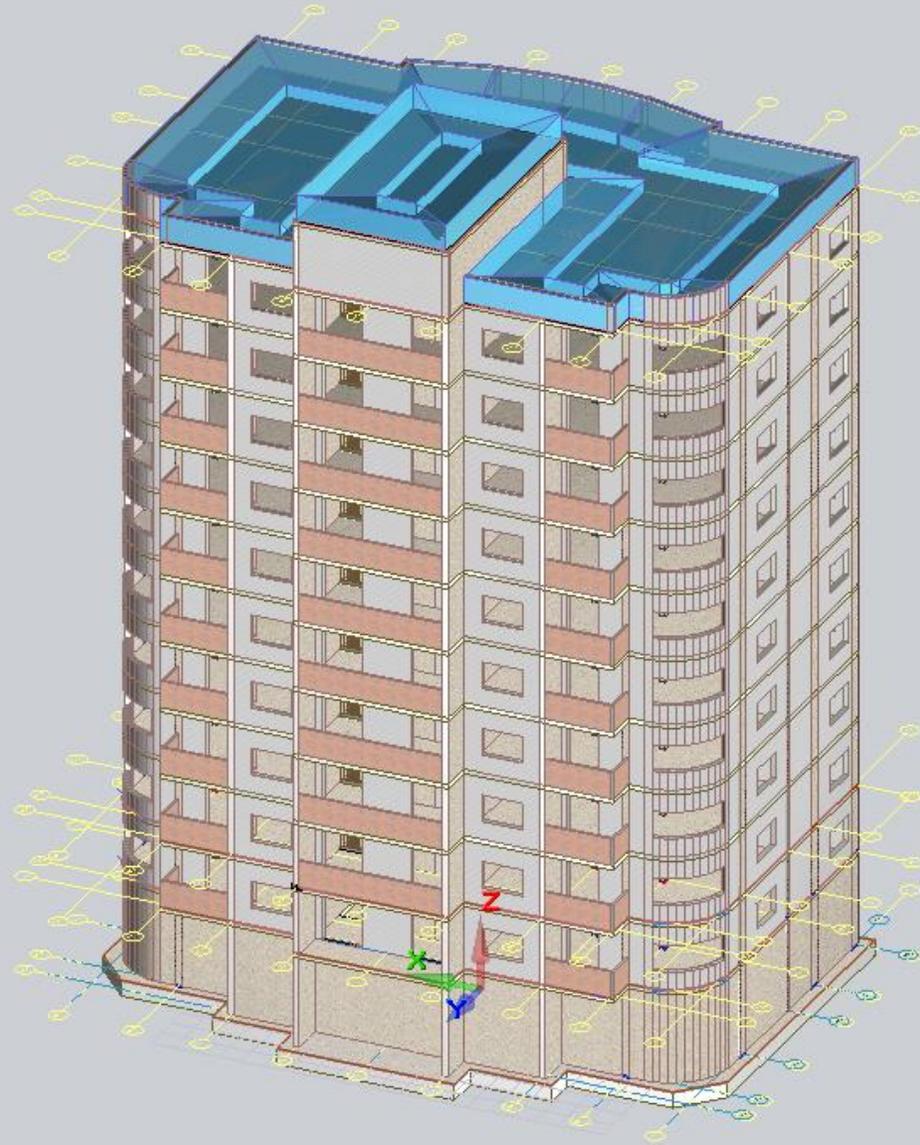
(1) Для расчета по указанным в Таблице 6.1 категориям использования следует принимать характеристические значения q_k (равномерно распределенная нагрузка) и Q_k (сосредоточенная нагрузка).

ПРИМЕЧАНИЕ В таблице 6.2 указаны характеристические значения q_k и Q_k . При установлении пределов в Национальном Приложении могут быть указаны их значения. Подчеркнутое значение является рекомендуемым. Значение q_k предназначено для определения общих параметров сечений изделий, значение Q_k распространяется на местные воздействия. В Национальном Приложении могут быть поставлены другие условия применения таблицы.

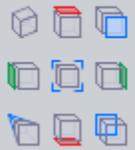
Таблица 6.2 — Временные нагрузки на перекрытия, балконы и лестницы зданий

Категории использования	q_k , кН/м ²	Q_k , кН
Категория A:		
перекрытия	1,5– <u>2,0</u>	<u>2,0</u> –3,0
лестницы	<u>2,0</u> –4,0	<u>2,0</u> –4,0
балконы	<u>2,5</u> –4,0	<u>2,0</u> –3,0
Категория B	2,0– <u>3,0</u>	1,5– <u>4,5</u>
Категория C:		
C ₁	2,0– <u>3,0</u>	3,0– <u>4,0</u>
C ₂	3,0– <u>4,0</u>	2,5–7,0 (<u>4,0</u>)
C ₃	3,0– <u>5,0</u>	<u>4,0</u> –7,0
C ₄	4,5– <u>5,0</u>	3,5– <u>7,0</u>
C ₅	<u>5,0</u> –7,5	3,5– <u>4,5</u>
Категория D:		
D1	<u>4,0</u> –5,0	3,5–7,0 (<u>4,0</u>)
D2	4,0– <u>5,0</u>	3,5– <u>7,0</u>

В помощь проектировщику: в СП РК EN 1991-1-1:2002/2011 раздел 6 «Временные нагрузки на здания» подробно описаны схемы расположения и величины временных нагрузок.



Проекц... X

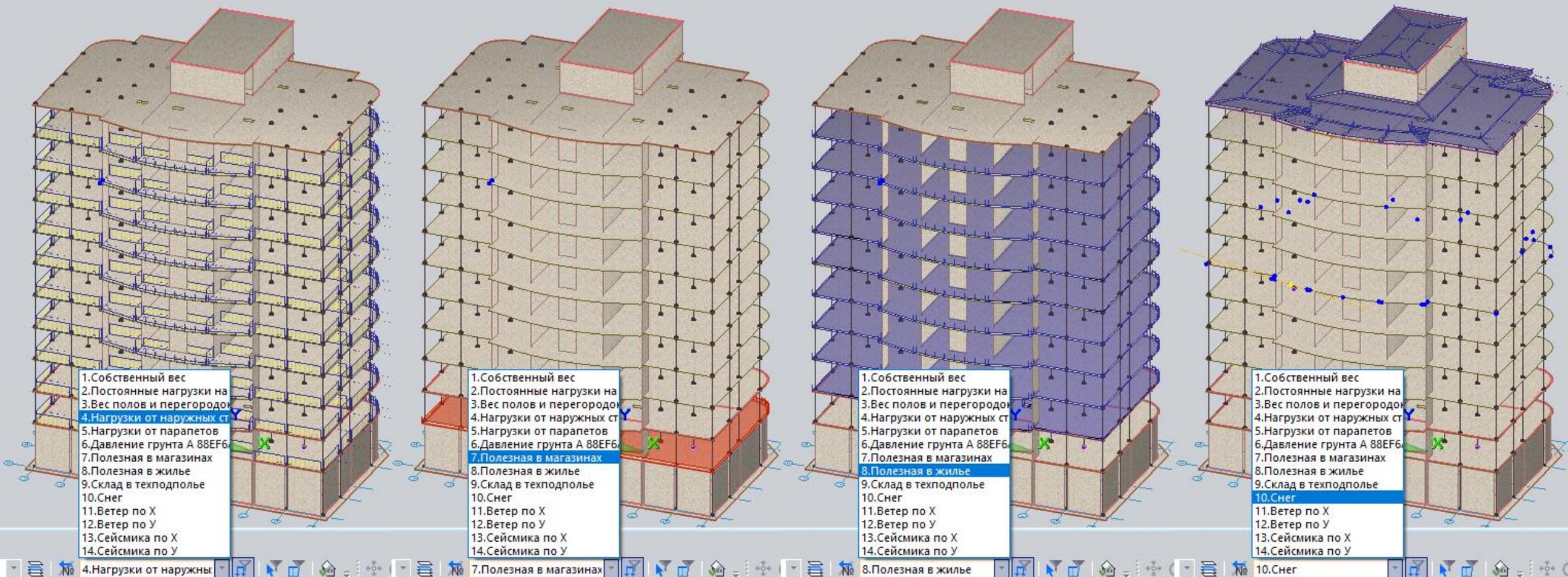


Вид «Физическая модель»

Здесь не показываются нагрузки.

Ненесущие объекты (перегородки и др.) не преобразованы в нагрузки.

В том числе «Снег» – это объект физической модели, нагрузкой он станет в другом виде.



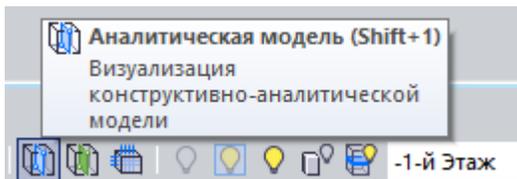
Тоже «Архитектура», но уже вид «Аналитика»

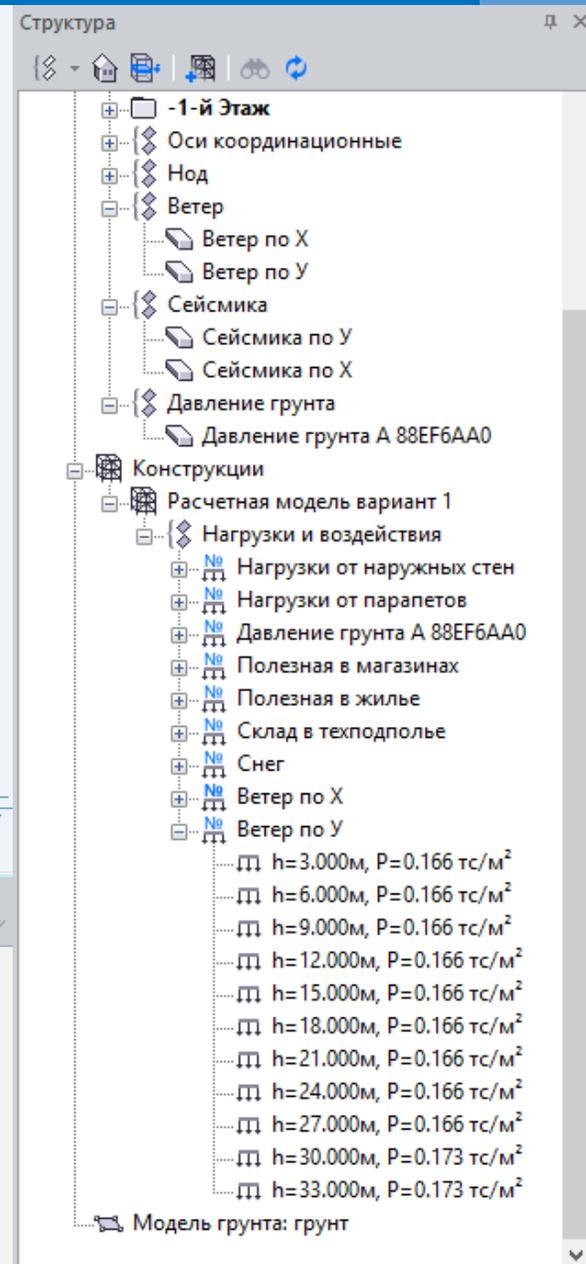
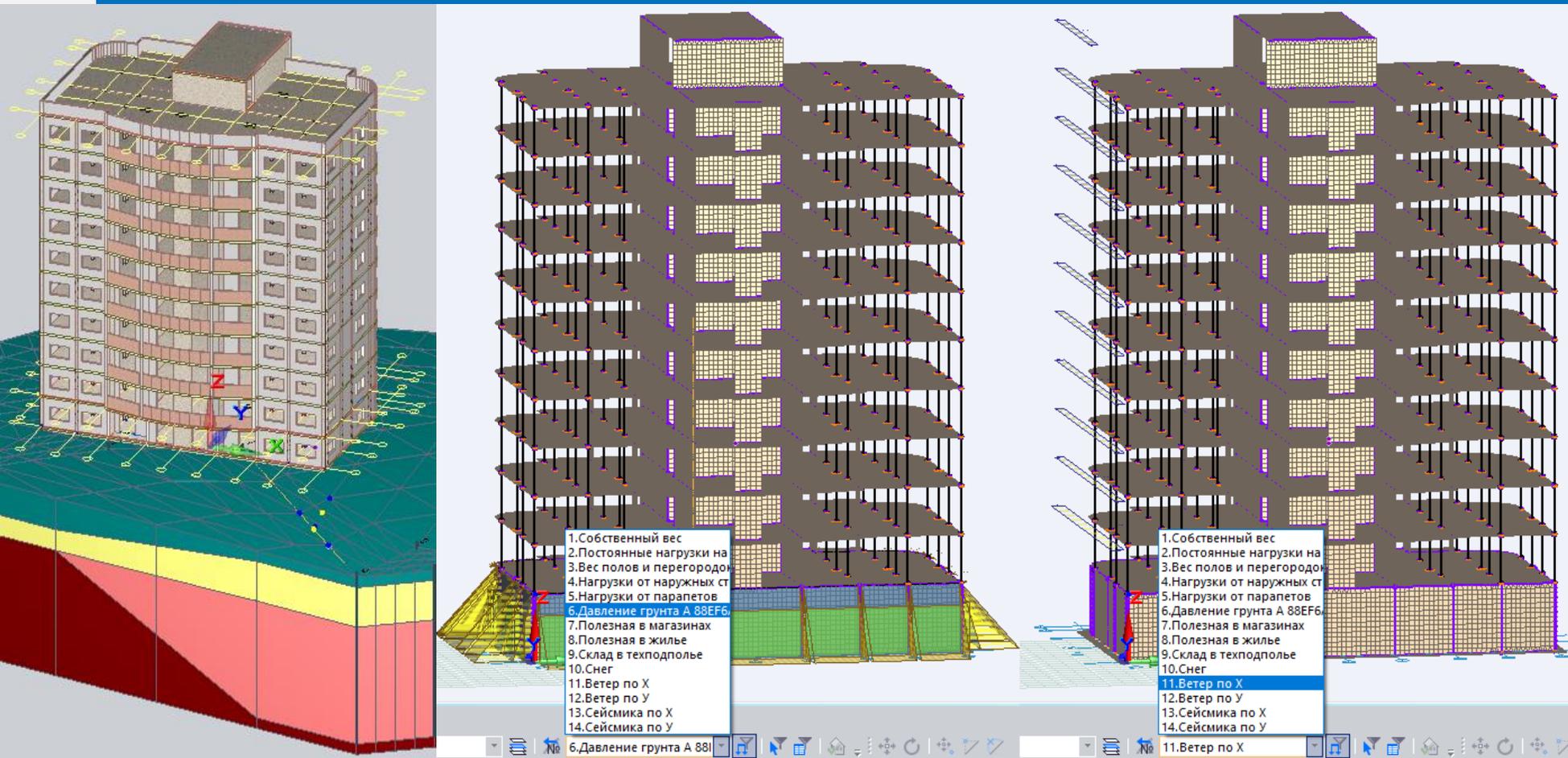
Здесь несущие объекты (перегородки и др.) уже преобразованы в нагрузки.

В том числе «Снег» – это уже неравномерная по площади нагрузка.

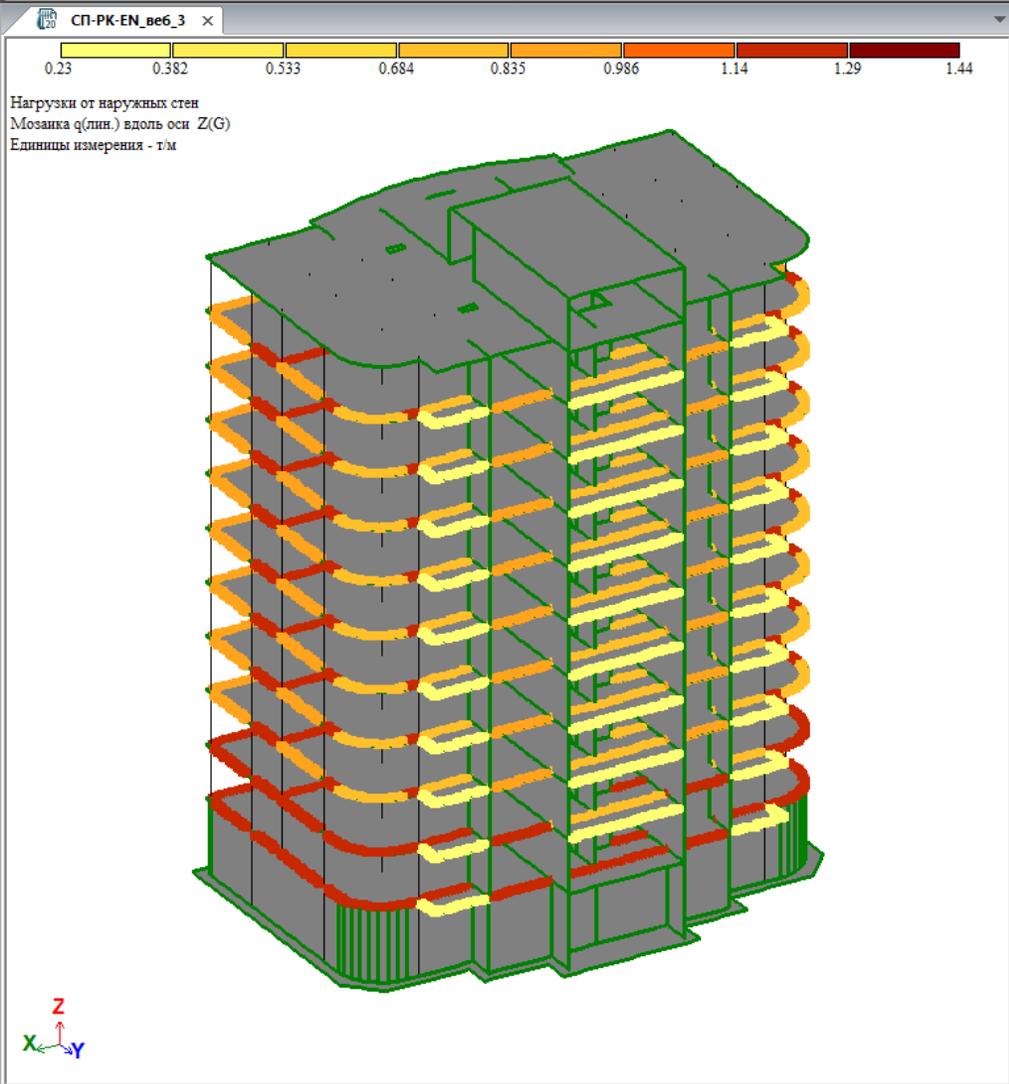
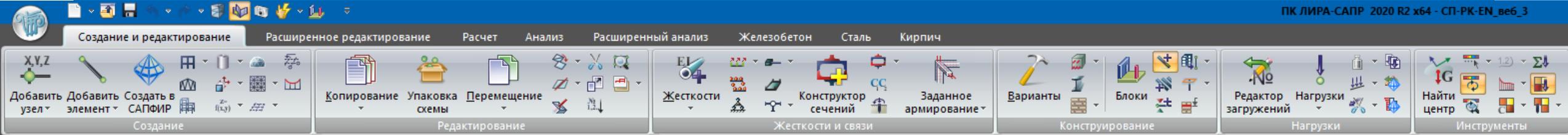
Но есть еще нагрузки заданные только параметрами, которые создадутся в момент создания Аналитической модели.

Например, это «Ветер» и «Подпор грунта».





Здесь в дереве проекта Архитектурной (физической) модели видим обозначенные нагрузки «Ветер» и «Грунт» – это хранятся параметры создания этих нагрузок. А в части дерева «Конструкции» (Аналитическая модель) ветровые нагрузки и давление грунта на стены техподполья уже преобразованы в нагрузки с конкретными значениями.



Мозаика нагрузок

Тип

сила момент

бимомент

Направ.

X Z

Y

Сист. координат

Глобальная

Местная

Сосредоточенные

Распределенные по:

длине

площади

объему

Температурные

A Тср. dT

Эксцентриситеты силы

dY1 dZ1

Мозаика нагрузок

Показать мозаику нагрузок

Все нагрузки созданные в САПФИР передаются в ВИЗОР и есть возможность их проконтролировать. В том числе, в виде мозаик нагрузок.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

СВОД ПРАВИЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*ҚР ЕЖ EN
1998-1:2004/2012
2009 ж. шілде
түзетулерді қоса
СП РК EN
1998-1:2004/2012
Включая исправления на
июль 2009 г.*

СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ
КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ
1-бөлім. Жалпы ережелер, ғимараттарға арналған
сейсмикалық ықпалдар мен ережелер

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ
КОНСТРУКЦИЙ

Часть 1. Общие правила, сейсмические
воздействия и правила для зданий

Ресми басылым
Издание официальное

Осы ережелер жинағы EN 1990:2002+A1:2005
сәйкес келеді және CEN рұқсатымен қолданылады,
мекен-жайы: В-1000 Брюссель, Маркинс данғылы, 17

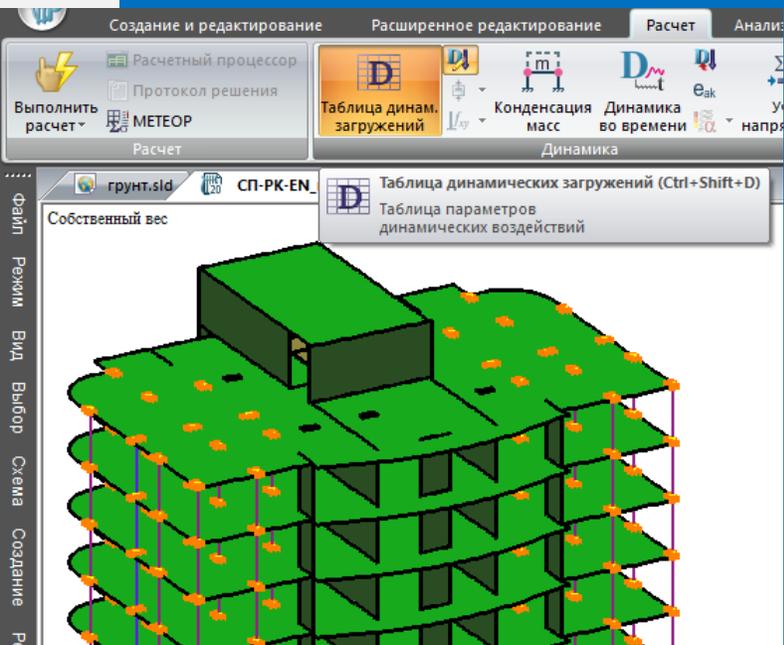
Настоящий свод правил идентичен EN 1990:2002
+A1:2005 и применяется с разрешения CEN
по адресу: Брюссель, проспект Маркинс, 17

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері
комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства национальной экономики Республики
Казахстан

Астана 2016

Сейсмические воздействия



Задание характеристик для расчета на динамические воздействия

N строки характеристик: 1

№ загрузки: 11

Наименование воздействия: Сейсмическое (СП РК EN 1998-1:2004/2012) -

Количество учитываемых форм колебаний: 5 или % модальных масс

№ соответствующего статического нагружения:

Суммировать формы перемещений имеющие одинаковую частоту: **Параметры**

Метод суммирования составляющих: Метод CQC

Параметр затухания, в долях от 1: 0.05

Матрица масс: Диагональная Согласованная

Сводная таблица для расчета на динамические воздействия

#	№	Имя загрузки...	Тип	Параметры загрузки	Параметры динамического воздействия
1	11	Сейсмика по X	СЕЙСМ	61 5 0 20000000 5000	1.00 3 0.00 1.00 0 1.50 1.50 0.20 1.00 1.0000 0.0000 0.0000
2	12	Сейсмика по Y	СЕЙСМ	61 5 0 20000000 5000	1.00 3 0.00 1.00 0 1.50 1.50 0.20 1.00 0.0000 1.0000 0.0000

- Сейсмическое (СНиП II-7-81*) (20)
- Пульсационное (21)
- Импульсивное (22)
- Ударное (23)
- Гармоническое (24)
- Акселерограмма (27)
- Гармоническое зональное (28)
- Трехкомпонентная акселерограмма (29)
- Сейсмическое (СНиП II-7-81* изм.96г.) (30)
- Сейсмическое (СНРА II-6.02-2006) - (32)
- Сейсмическое (КМК 2.01.03-96) - (33)
- Сейсмическое (МГСН 4.19-05) - (34)
- Сейсмическое /01.01.2000/СП 14.13330.2011/ (35)
- Сейсмическое (ДБН В.1.1-12:2006) - (36)
- Сейсмическое (ДБН В.1.1-12:2006, Прил.В) - (37)
- Сейсмическое (учет кручения) - (38)
- Сейсмическое (СНТ 2.01.08-99*) - (39)
- Сейсмическое (NF P 06-013) - (40)
- Сейсмическое (ответ-спектр) - (41)
- Сейсмическое (IBC-2006) - (42)
- Сейсмическое (СНиП РК 2.03-30-2006) - (43)
- Сейсмическое (EN 1998 - 1:2004) - (44)
- Сейсмическое (RPA 99 (2003)) - (45)
- Сейсмическое (ДБН В.1.1-12:2006, Прил.Г)-(46)
- Сейсмическое (НП-031-01 для АЭС)-(47)
- Сейсмическое (МКС ЧТ 22-07-2007)-(48)
- Сейсмическое (ДБН В.2.2-24:2009)-(49)
- Сейсмическое (AzDTN 2.3-1-2010) - (50)
- Сейсмическое (ПН 01.01.-09)-(53)
- Акселерограмма+ (54)
- Трехкомпонентная акселерограмма+ (55)
- Сейсмическое (СП 14.13330.2014/2018) (56)
- Сейсмическое (ДБН В.1.1-12:2014) - (57)
- Сейсмическое (СНиП КР 20-02:2009) - (58)
- Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017, СН КР 20-02:2018) - (60)
- Сейсмическое (СП РК EN 1998-1:2004/2012) - (61)**
- Сейсмическое (СП 14.13330.2018, с Изм.№1) - (62)
- Модальный анализ (100)

Сейсмическое воздействие (СП РК EN 1998-1:2004/2012, НТП Р... X

Поправочный коэф. для сейсмических сил: 1.00

Расчетное ускорение площадки: 1.000 $\frac{m}{c^2}$

Тип грунта: IA

Коэффициент поведения по горизонтали: 1.50

Коэффициент поведения по вертикали: 1.50

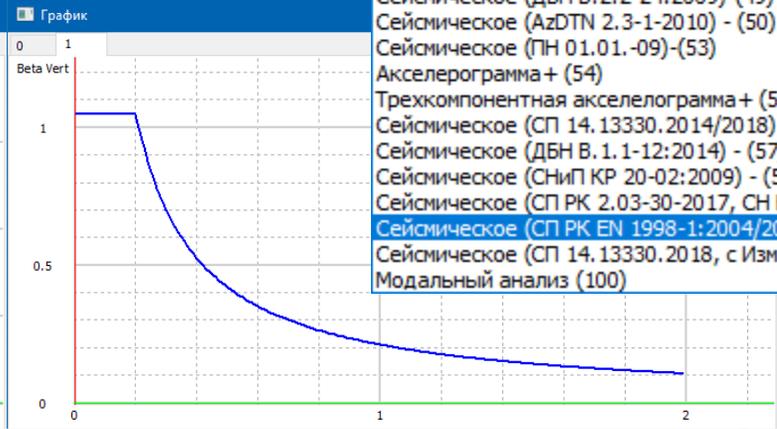
Коэффициент нижней границы спектра: 0.20

Показатель коррекции затухания: 1.000

Направляющие косинусы равнодействующей сейсм. воздейств. в ГСК

CX 1.0000 CY 0.0000 CZ 0.0000 $CX^2 + CY^2 + CZ^2 = 1$

График



Новый динамический модуль 61.

Прочие сейсмические модули для РК, см. – https://rflira.ru/files/events/2019/materials/LIRA-SAPR_seismic_KK_2019.pdf



НП к СП РК EN 1998-1:2004/2017

НП.2.8 К пункту 3.2.2.1(4) и 3.2.2.2(2)Р.

Параметры спектров упругих реакций, описывающих горизонтальные компоненты сейсмических воздействий, учитываемые при расчете зданий и сооружений, следует принимать в соответствии с [1].

НП.2.9 К пункту 3.2.2.3(1)Р.

Параметры спектров упругих реакций, описывающих вертикальные сейсмические воздействия, учитываемые при расчете зданий и сооружений, следует принимать в соответствии с [1].

НП.2.10 К пункту 3.2.2.5(4).

Нижнюю границу коэффициента β следует принимать $0,2 \cdot a_g$.

НП к СП РК EN 1998-1:2004/2017

НП.4 Ссылки на непротиворечивую дополнительную информацию

При применении настоящего Национального Приложения следует учитывать дополнительные и альтернативные положения, приведенные в следующих нормативно-технических Пособиях (НТП) к СП РК EN 1998-1:2004/2012:

[1] НТП РК 08-01.1-2012⁷ «Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Часть: Общие положения. Сейсмические воздействия».

[2] СП РК Х.ХХ-ХХ-2014 «Инженерные изыскания для строительства».

[3] НТП РК 08-01.2-2012 «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Проектирование гражданских зданий. Общие требования».

[4] НТП РК 08-01.3-2012 «Проектирование сейсмостойких зданий. Часть: Здания из монолитного железобетона».

Новый динамический модуль 61:

«Сейсмическое воздействие СП РК EN 1998-1:2004/2012, НТП РК 08-01.1-2017 (Казахстан) (61)»

Новый модуль задан по положениям СП РК EN 1998-1:2004/2012, но в соответствии с Национальным приложением спектр упругих реакций строится по НТП РК 08-01.1-2017.

Ранее приходилось самостоятельно строить спектр и задавать его в модуле динамики 41 (ответ-спектр). На эту тему есть статья в Базе знаний (как задать ответ-спектр – <https://rflira.ru/kb/105/727/>) и был сделан [видеодоклад к выпуску версии 2020](#) (см. с 12.29).



СП РК EN 1998-1:2004/2012
EN 1998-1:2004 (E)

3.2.2.5 Расчетный спектр для упругого анализа

(4)P Для горизонтальных компонент сейсмического воздействия расчетный спектр $S_d(T)$ определяется следующими Выражениями:

$$0 \leq T \leq T_B: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \quad (3.13)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}, \quad (3.14)$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}, \quad (3.15)$$

$$T_D \leq T: S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right], \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}, \quad (3.16)$$

где

a_g, S, T_C и T_D – определены в 3.2.2.2;

$S_d(T)$ – расчетный спектр;

q – коэффициент поведения;

β – показатель нижней границы расчетного спектра для горизонтальных компонент.

НТП РК 08-01.1-2017

4.2.5 Спектры расчетных реакций

4.2.5.5 Для горизонтальной компоненты сейсмического воздействия, учитываемого при расчете зданий и сооружений, спектр расчетных реакций $S_d(T)$ определяется выражениями (4.15) – (4.17):

$$0 \leq T \leq T_B: S_d(T) = a_g \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right], \text{ но не менее } a_g \cdot \frac{2,5}{q}; \quad (4.15)$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q}; \quad (4.16)$$

$$T \geq T_C: S_d(T) = a_g \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right], \text{ но не менее } \beta \cdot a_g, \quad (4.17)$$

где

a_g, T_B и T_C – определены в 4.2.2.1;

$S_d(T)$ – спектр расчетных реакций для горизонтальной компоненты сейсмического воздействия;

q – коэффициент поведения;

β – показатель нижней границы спектра расчетных реакций для горизонтальных компонент, принимаемый 0,2.



7.9 Комбинации модальных реакций от компонент сейсмического воздействия

7.9.1 Реакции здания от одной компоненты сейсмического воздействия, соответствующие двум формам колебаний, могут рассматриваться как независимые друг от друга, если периоды этих форм T_i и T_{i+1} удовлетворяют (при $T_{i+1} \leq T_i$) условию (7.16):

$$T_{i+1} \leq 0,9 \cdot T_i. \quad (7.16)$$

7.9.2 Если все значимые модальные реакции могут рассматриваться как независимые друг от друга, то максимальная величина E_E эффекта сейсмического воздействия от одной компоненты может быть определена как «корень квадратный из суммы квадратов»:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum E_{Ei}^2}, \quad (7.17)$$

где

E_E – эффект рассматриваемого сейсмического воздействия (усилие, перемещение и т.д.);

E_{Ei} – значение эффекта сейсмического воздействия по i -й форме колебаний.

7.9.3 Если условие (7.9.1) не выполняется, то для комбинации модальных максимумов от одной компоненты должны быть приняты более точные процедуры, такие как «полное квадратичное сочетание». Выражение для суммирования модальных максимумов в соответствии с процедурой «полного квадратичного сочетания» имеет следующий вид:

$$E_E = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n E_{Ei} E_{Ej} \rho_{ij}}, \quad (7.18)$$

где при одинаковых значениях показателей демпфирования ξ_i и ξ_j (в долях от критического) для i -ой и j -ой форм колебаний коэффициент корреляции ρ_{ij} может быть определен с помощью выражения (7.19):

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2(1+r_{ij})r_{ij}^{1,5}}{(1-r_{ij}^2) + 4\xi^2 r_{ij}(1+r_{ij})^2}. \quad (7.19)$$

В выражении (7.19) $r_{ij} = T_j/T_i$ (при $T_i \geq T_j$).

7.9.4 В общем случае следует принимать, что горизонтальные компоненты сейсмического воздействия действуют одновременно.

4.3.3.3.2 Комбинации модальных реакций

(1) Реакции здания, соответствующие двум формам колебаний i и j (в том числе, поступательной и крутильной), могут считаться независимыми друг от друга, если периоды этих форм T_i и T_j удовлетворяют (при $T_j \leq T_i$) следующему условию:

$$T_j \leq 0,9 \cdot T_i. \quad (4.15)$$

(2) Если все значимые модальные реакции (см. 4.3.3.3.1(3) – (5)) могут рассматриваться как независимые друг от друга, то максимальная величина E_E эффекта сейсмического воздействия может быть принята как:

$$E_E = \sqrt{\sum E_{Ei}^2}, \quad (4.16)$$

где E_E – эффект рассматриваемого сейсмического воздействия (усилие, перемещение и т.д.);

E_{Ei} – значение эффекта сейсмического воздействия по i -й форме колебаний.

(3) Если (1) не выполняется, то для комбинации модальных максимумов должны быть приняты более точные процедуры, такие как «Полное Квадратичное Сочетание (CQC)».

В динамических модулях 60 (СП РК 2.03-30-2017*) и 61 (СП РК EN 1998-1:2004/2012), как и во всех прочих модулях динамики в версии ЛИРА-САПР 2020 R1 и младше, по умолчанию использовался способ суммирования форм колебаний SSRS (корень квадратный из суммы квадратов). Это формулы 7.17 и 4.16, на данном слайде.

В версии ЛИРА-САПР 2020 R1 для норм СП 14.13330.2014/2018 (РФ, модуль 56) появился способ суммирования 10% (подробнее на следующем слайде).

Начиная с версии ЛИРА-САПР 2020 R2 появились:

1. Новый способ CQC (полное квадратичное сочетание).
2. Способы суммирования автоматически принимаются по умолчанию при установке соответствующих нормативов (подробнее на следующем слайде).

Ранее приходилось самостоятельно суммировать по CQC – <https://rflira.ru/kb/105/1005/>



Таблица динамических нагрузок

Диалоговое окно **Задание характеристик для расчета на динамические воздействия** предназначено для задания и редактирования параметров динамических воздействий.

Заданные строки с описанием динамических нагрузок приводятся в **Сводной таблице для расчета на динамические воздействия** в нижней части диалогового окна. Для редактирования параметров строки выбирается в таблице щелчком мыши или с помощью счетчика **N строки характеристики**. В диалоговом окне, а также во вложенном диалоговом окне с описанием параметров расчета того или иного динамического воздействия (кнопка **Параметры характеристики**) выбирается следующий номер строки. Поля для ввода значений при этом становятся пустыми (если таблица не задана, то задаются параметры динамического воздействия).

Для строки с описанием динамического нагружения задается и/или редактируется:

– **N загрузки**. Номер динамического нагружения, с которым будет связана текущая строка характеристик. **Внимание!** Нельзя одно и то же нагружение использовать для нескольких строк характеристик.

– **Наименование воздействия**. Наименование динамического воздействия выбирается из [списка возможных вариантов динамических воздействий](#) (с помощью кнопки **Параметры**).

– Кнопка **Параметры**. Нажатие кнопки (после выбора динамического воздействия!) открывает соответствующее диалоговое окно, в котором нужно задать параметры динамического воздействия.

– **Количество учитываемых форм колебаний**.

– **N соответствующего статического нагружения**. Задается только для расчета на ветровое воздействие с учетом пульсации.

– Флажок **Суммировать формы перемещений, имеющие одинаковую частоту**. При отметке флажка дополнительно в окне редактирования под сводной таблицей задается параметр затухания ξ в долях от единицы, по умолчанию 0.1.

– **Метод суммирования составляющих**. Для сейсмических воздействий из списка выбирается один из способов вычисления суммарных перемещений: **Метод SRSS**, **Метод 10%**, **Метод CQC**. Дополнительно задается параметр затухания ξ в долях от единицы. В дальнейшем суммарные усилия используются при вычислении усилий (PCU).

Примечание. Метод SRSS – корень из суммы квадратов перемещений, усилий и т.д. соответствующих формам колебаний. До версий ЛИРА-САПР 2020 R1 этот способ был принят по умолчанию как единственный. Определяется по формуле (см. также формулу 8 п.2.10 СНиП II-7-81*, или формулу 8 п.5.11 СП 14.13330.2011/2014, или формулу 6.6 п.6.3.8 ДБН В.1.1-12-2014, и т.д.):

$$S = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2}$$

, где n – количество форм колебаний; S_i – перемещение, усилие и т.д. соответствующее i -той форме колебаний.

Метод 10% – в случае, если периоды i -той и $i+1$ -ой форм колебаний отличаются менее, чем на 10%, значения факторов вычисляются с учетом их взаимной корреляции. Определяется по формуле (см. также формулу 9 п.5.11 СП 14.13330.2011/2014, или формулу 6.7 п.6.3.9 ДБН В.1.1-12-2014, и т.д.):

$$S = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \rho_i |S_i S_{i+1}|}$$

, где ρ – коэффициент, зависящий от соотношения периодов.

Метод CQC – полная квадратичная комбинация перемещений, усилий и т.д. соответствующих формам колебаний. Определяется по формуле (см. также формулу 5.13 п.5.28 СП 14.13330.2018):

$$S = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_i \cdot \rho_{ij} \cdot S_j}$$

$$\rho_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot r_{ij}^{1.5} \cdot (1 + r_{ij})}{(1 - r_{ij}^2)^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot r_{ij} \cdot (1 + r_{ij})^2}$$

$$r_{ij} = \frac{T_j}{T_i}$$

, где ξ – параметр затухания, T_i и T_j – периоды колебаний.

Выдержка из справки ЛИРА-САПР 2020 R2.

По умолчанию устанавливаются следующие правила суммирования:

- СП 14.13330.2014/2018 (РФ, модуль 56) – 10%;
- СП РК 2.03-30-2017* (РК, модуль 60), СП РК EN 1998-1:2004/2012 (РК, модуль 60) – CQC;
- СП 14.13330.2014/2018 с изм. 1 (РФ, модуль 62) – CQC.

Эти же умолчания приняты при задании сейсмических воздействий в САПФИР.



Динамика во времени

Выполнять расчет Динамики во времени

Номера загружений:
с динамическими нагрузками
с весами масс
с демфирующими характеристиками

Параметры интегрирования
Шаг интегрирования с
Время интегрирования с
Кол-во дроблений шага

Коэффициенты интегрирования
Автоматический выбор
Alpha

Для нелинейных итерационных элементов
Минимальное количество итераций
Точность итераций %
Итерационный метод

Результаты расчета
 Только перемещения
 Перемещения и усилия
 Перемещения, усилия и РСУ
Коэффициент ответственности
 Формировать группы РСУ для предыстории
Средний коэф. надежности по нагрузке
Средняя доля длительности
Группа РСУ для динамического нагружения
 Учитывать динамическое нагружение для II ПС
Средний коэф. надежности по нагрузке

4.3.3 Методы расчета

4.3.3.1 Общие сведения

(1) В рамках Раздела 4 сейсмические эффекты и эффекты других воздействий, учитываемых в сейсмической расчетной ситуации, можно определить на основании анализа линейно-упругого поведения сооружения.

(2) В качестве эталонного метода для определения сейсмических нагрузок следует принимать модальный анализ спектра реакций, использующий линейно-упругую модель сооружения и расчетный спектр, приведенный в 3.2.2.5.

(3) В зависимости от конструктивных характеристик здания может быть использован один из двух типов линейно-упругого анализа:

а) «анализ методом поперечной силы», который применим для зданий, отвечающих условиям, приведенным в 4.3.3.2;

б) «модальный анализ спектра реакций», который применим для всех типов зданий (см. 4.3.3.3).

(4) Как альтернатива линейному методу могут также применяться нелинейные методы:

с) простой (pushover) нелинейный статический расчет;

д) нелинейный расчет во временной области (динамический), при условии, что удовлетворяются условия, указанные в (5) и (6) этого подраздела и в 4.3.3.4.

На предыдущих слайдах рассматривался вариант задания сейсмического воздействия методом:

б) «модальный анализ спектра реакций», который применим для всех типов зданий (см. 4.3.3.3).

Отдельно стоит напомнить и о других возможностях расчета, указанных в СП РК EN 1998-1:2004/2012 п. 4.3.3.1 (4):

с) простой (pushover) нелинейный статический расчет [См. Приложение В – Определение целевого перемещения для простого (Pushover) нелинейного статического];

д) нелинейный расчет во временной области (динамический).

Обе эти возможности есть в ПК ЛИРА-САПР:

1. Для Пушвер минимальная комплектация – ПРО (необходимо наличие физической нелинейности).
2. Для нелинейного динамического расчета во временной области минимальная комплектация – ПРО и доп. система «Динамика-плюс».

Моделирование нелинейных нагружений конструкции

Шаговый метод Параметры Печать

История

- << 1. >>
- <1.Собственный вес>
- <2.полы и перегородки>
- <3.Полезные>
- <4.Снег>

Имя истории нагружений

Выбор таблицы РСН

Вид расчета

Формировать РСУ

Доля длительности

Параметры расчета

№ динамического нагружения

№ загр. с инерционными силами

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**ҒИМАРАТТАР МЕН ИМАРАТТАР
НЕГІЗДЕРІ**

ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ҚР ЕЖ 5.01-102-2013
СП РК 5.01-102-2013

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер
ресурстарын басқару комитеті
Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального
хозяйства и управления земельными ресурсами
Министерства национальной экономики Республики Казахстан

Астана 2015

Основания зданий и сооружений



The screenshot shows the 'Лири-САПР' software interface. The main window displays a grid with a blue-shaded foundation shape and several numbered points (1, 2, 3, 6, 7). A 'Параметры расчета' (Calculation Parameters) dialog box is open, containing the following settings:

- Кoeffициент глубины сжимаемой толщи: 0,20
- Минимальная глубина сжимаемой толщи: 5,00 м
- Дополнительное постоянное напряжение по всей глубине: 0 т/м²
- Выбор норм:
 - СНиП 2.02.01-83
 - СП 50-101-2004
 - ДБН В.2.1-10:2009
 - СП 22.13330.2011
- Учитывать вес грунта выше отметки приложения нагрузки
- Шаг триангуляции нагрузок для построения изополей: 2 м
- Вычислять результаты в пределах площади импортированных нагрузок по укрупненной прямоугольной сетке
 - Шаг сетки: 0 м
- Расчет осадки существующих зданий от строящихся сооружений
- Параметры вычисления расчетного сопротивления грунта:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_1 k_2 b \gamma_{II} + M_2 d_1 \gamma_{II} + (M_3 - 1) d_2 \gamma_{II} + M_4 c_{II}]$$
 - γ_{c1}: По табли. (dropdown)
 - γ_{c2}: По табли. (dropdown)
 - k: 1,1

СП 22.13330.2016

Определение осадки основания фундаментов

5.6.31 Осадку основания фундамента s , см, с использованием расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства (см. 5.6.6) вычисляют методом послойного суммирования по формуле

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} h_i}{E_{e,i}}, \quad (5.16)$$

где β – безразмерный коэффициент, равный 0,8;

СП РК 5.01-102-2013

4.7 Определение осадки основания

4.7.1 Осадку основания s , см, с использованием расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства определяют методом послойного суммирования по формуле

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} h_i}{E_{e,i}}, \quad (17)$$

где β – безразмерный коэффициент, равный 0,8;

4.7.10 Нижнюю границу сжимаемой толщи основания принимают на глубине $z = H_c$, где выполняется условие $\sigma_{zp} = k \sigma_{zg}$:

а) $k = 0,2$ при $b \leq 5$ м;

б) $k = 0,5$ при $b > 20$ м;

в) при $b < 5 \leq 20$ м k определяют интерполяцией (σ_{zp}, σ_{zg} определяют по формулам (18) и (24). При этом глубина сжимаемой толщи принимают не меньше $b/2$ при $b/10$ м и $(4 + 0,1b)$ при $b > 10$ м.

Если осадку принять по методике п.4.7 СП РК 5.01-102-2013 (текущая практика применения, более подробное описание в 50 НТП РК 07-01.2-2011, в Приложении Б), то она идентична российскому СП 22.13330.2016, только коэффициент определения глубины сжимаемой толщи необходимо задать. Значит пока можно пользоваться имеющимся функционалом ПК Лири-САПР.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

СВОД ПРАВИЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КРЕЖ EN
1992-1-1:2004/2011
2008 ж. қаңтар айының
өзгертулерімен.
СП РК EN
1992-1-1:2004/2011
Включая исправления
на январь 2008 г.

ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ
1-1 бөлім. Жалпы ережелер және ғимараттар ережелері

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ

Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

Ресми басылым
Издание официальное

Осы ережелер жинағы EN 1990:2002+A1:2005
сәйкес келеді және CEN рұқсатымен қолданылады,
мекен-жайы: В-1000 Брюссель, Маркинс даңғылы, 17

Настоящий свод правил идентичен EN 1990:2002+A1:2005
и применяется с разрешения CEN,
по адресу: В-1000 Брюссель, проспект Маркинс, 17

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс
және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
Министерства национальной экономики Республики Казахстан

Алматы 2016

Проектирование ЖБК



НТП РК 02-01-1.1-2011

Пример 3.

Дано: Плита прямоугольного сечения с нижней арматурой с размерами $b = 1000$ мм, $h = 200$ мм; $c_1 = 30$ мм; Бетон нормальный класса C25/30 ($f_{ck} = 25$ МПа, $\gamma_c = 1,5$, $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,2$ МПа, $\alpha_{cc} = 0,85$). Арматура класса S500 ($f_{yk} = 500$ МПа, $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435$ МПа). На плиту действует изгибающий момент $M_{Ed} = 25$ кН·м (рис.7.2).

Расчет с использованием безразмерных коэффициентов по таблице B.1 приложения B

Определяем значение коэффициента

$$a_{Eds} = \frac{M_{Eds}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{25 \cdot 10^3}{14,2 \cdot 1,00 \cdot 0,17^2} = 0,061 \leq a_{Eds,lim} = 0,372 \text{ (см. табл. B.1, приложение B)}$$

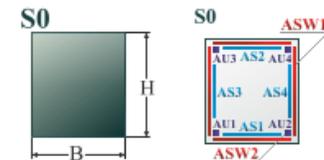
где $d = h - c_1 = 20 - 3 = 17$ см.

По табл. B.1. Приложение B для нормального бетона находим $\leq C50/60$ $a_{Eds} = 0,061$ и $\sigma_{sd} = f_{yd} = 434,8$ МПа $\rightarrow \omega = 0,0636$, $\zeta = \frac{z}{d} = 0,96$, $z = 0,96 \cdot 0,17 = 0,1632$ м.

Требуемая площадь растянутой арматуры:

$$A_{s1} = \frac{1}{\sigma_{sd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{Ed}) = \frac{1}{434,8} (0,0636 \cdot 1000 \cdot 170 \cdot 14,2) = \underline{\underline{353,1 \text{ мм}^2}}$$

СП РК EN 1992-1-1:2004/2011		Индексы материалов: общие 1, бетон 1, арматура 1	
РАЗМЕРЫ	БЕТОН	АРМАТУРА	
$B = 100,0$ $H = 20,0$ см	C25	Продольная	Поперечная
$B1 = 0,0$ $H1 = 0,0$ см	$f_{ck} = 25,0$	C500	A400
$B2 = 0,0$ $H2 = 0,0$ см	$f_{ctk} = 1,8$	$f_{yk} = 500,0$	400,0
Длина = 1,00 м	$E_s = 31000,0$	$E_s = 2e+005$	2e+005
Расчетная длина $L_Y = 0,00$ м		Максимальный диаметр 32,00 мм	
Расчетная длина $L_Z = 0,00$ м		[Единицы измерения = МПа]	
Расстояние к ц.т. арматуры:			
снизу: 3; сверху: 3; сбоку: 3 см			
Вид элемента: стержень			



СОЧЕТАНИЯ

Сечение	PC	Сейсмика	N (т)	Мкр (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)	Qy (т)
1	1		0	0	2.5500	0	0	0

Сечение	Назначение здания	Вид комбинации	Сейсмика	Случайная	Ветер
1	Жилые здания	I. 1-ое основное (I PC)			

АРМАТУРА (Режим: Подбор арматуры)

Сеч	Сим	Продольная								Поперечная		Тр.кр	Тр.дл	
		AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	Asw1			Asw2
1	H					3,70	3,70				0,19			
											0,19			

Сравним результаты подбора арматуры в ПК ЛИРА-САПР с результатом, приведенным в НТП РК 02-01-1.1-2011.

Результаты очень близкие 353.1мм2 и 370мм2. Разница по отношению к примеру из НТП составляет: $100\% \cdot (370 - 353,1) / 353,1 = 4,8\%$.

Данная разница объясняется методиками расчета. Расчетное армирование согласно НТП определяется исходя из условия равенства усилий в сжатой зоне бетона $N_c = A_c \cdot f_{cd} = \omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}$ и в растянутой арматуре $N_s = A_s \cdot \sigma_{sd} \rightarrow A_s = N_c / \sigma_{sd} = \omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} / \sigma_{sd}$.

Таким образом, в примере из НТП рассматривается постановка, где принимается прямоугольная эпюра сжимающих напряжений в сжатой зоне бетона.

В ПК ЛИРА-САПР реализован общий случай расчета – деформационная расчетная модель. Эпюра напряжений в сжатой зоне бетона соответствует принятой диаграмме σ - ϵ .

Пример 12

НТП РК 02-01-1.1-2011

Дано: Централь но сжатая железобетонная опора прямоугольного сечения, геометрические размеры которого показаны на рис.7.4в. На опору действуют вертикальная нагрузка от собственного веса $G_{k,v} = 900$ кН и горизонтальная нагрузка $Q_{k,h} = 100$ кН. Бетон нормальный класса C20/25 ($f_{ck}=20$ МПа, $\gamma_c = 1,5$, $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 20 / 1,5 = 11,3$ МПа, $\alpha_{cc} = 0,85$). Арматура класса S500 ($f_{yk}=500$ МПа, $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435$ МПа, $E_s = 20 \cdot 10^4$ МПа).

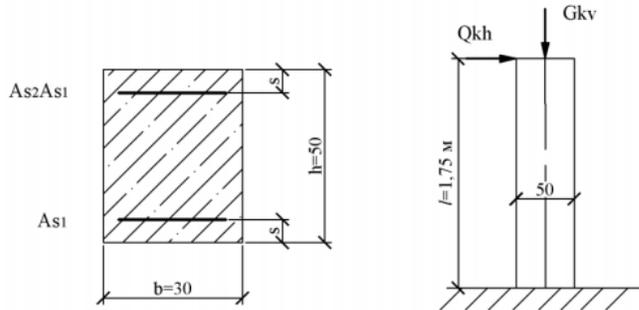


Рис.7.4в - К примеру 12

Решение: Определим расчетных значений M_{Ed} и N_{Ed} .

$$N_{Ed} = \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{k,v} = 1,35 \cdot (-900) = -1215 \text{ кН [см. СН РК 1990:2002 +А1:2005/2011}$$

табл. А1.2(В), $\gamma_{Gj,sup} = 1,35]$

$$M_{Ed} = \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,h} \cdot l = 1,50 \cdot 100 \cdot 1,75 = 263 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (\gamma_{Q,1} = 1,50)$$

Вычисляем

$$c_1/h = c_2/h = 5/50 = 0,10 \rightarrow \text{(см. рис. В.2, приложение В).}$$

$$v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{(b \cdot h \cdot f_{cd})} = \frac{-1215000}{(300 \cdot 500 \cdot 11,3)} = -0,717$$

$$a_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{(b \cdot h^2 \cdot f_{cd})} = \frac{263 \cdot 10^6}{(300 \cdot 500^2 \cdot 11,3)} = 0,310$$

$$\rightarrow \omega_{tot} = 0,63.$$

$$A_{s,tot} = \omega_{tot} \cdot b \cdot h \cdot \left(\frac{f_{yd}}{f_{cd}} \right) = 0,63 \cdot 300 \cdot 500 / \left(\frac{435}{11,3} \right) = \underline{2456 \text{ мм}^2}.$$

Общее армирование сечения согласно результату ПК ЛИРА-САПР: $A_{s,tot} = A_{s1} + A_{s2} = 1365 + 1365 = 2730$.

Разница по отношению к примеру из НТП составляет: $100\% \cdot (2730 - 2456) / 2456 = 11,15\%$.

Данная разница объясняется методиками расчета. В примере из НТП рассматривается расчет армирования с использованием относительных параметров α_{Eds} и v_{Ed} . В такой постановке точность расчета зависит от точности геометрических построений при нахождении коэффициента ω_{tot} .

В ПК ЛИРА-САПР реализован общий случай расчета – деформационная расчетная модель.

СП РК EN 1992-1-1:2004/2011

Индексы материалов: общие 1, бетон 1, арматура 1

РАЗМЕРЫ

В = 30.0 Н = 50.0 см
 В1 = 0.0 Н1 = 0.0 см
 В2 = 0.0 Н2 = 0.0 см
 Длина = 1.75 м

Расчетная длина LY = 1.75 м
 Расчетная длина LZ = 1.75 м

Расстояние к ц.т. арматуры:
 снизу: 5; сверху: 5; сбоку: 5 см

Вид элемента: колонна

Диаметр арматурных стержней 10 мм

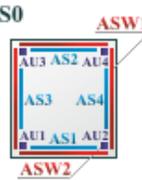
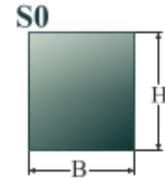
БЕТОН

C20
 fck = 20.0
 fctk = 1.5
 Ec = 30000.0

АРМАТУРА

Продольная Поперечная
 C500 A400
 fyk = 500.0 400.0
 Es = 2e+005 2e+005

Максимальный диаметр 32.00 мм
 [Единицы измерения = МПа]



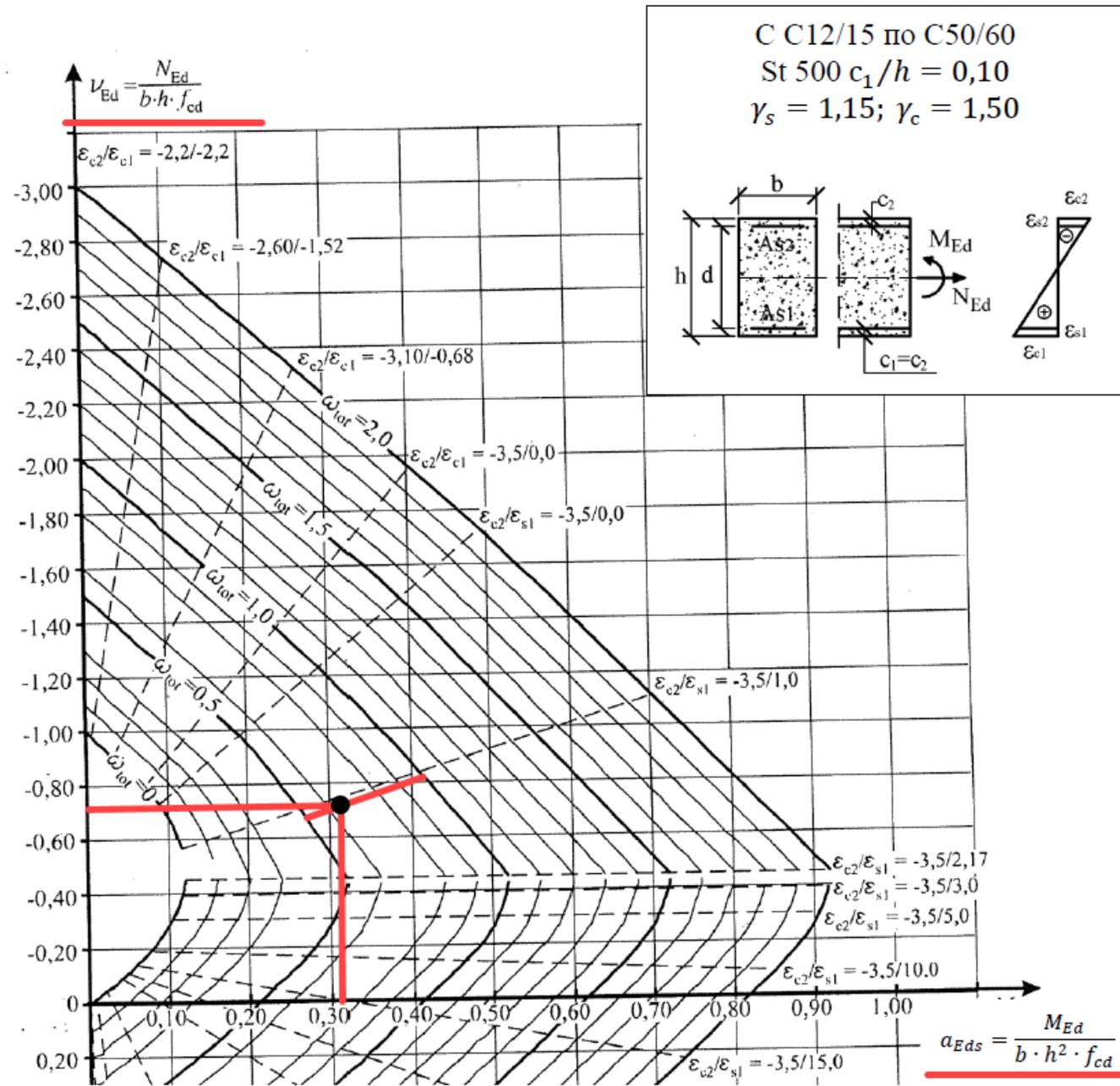
СОЧЕТАНИЯ

Сечение	РС	Сейсмика	N (т)	Мкр (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)	Qy (т)
1	1		-124.0000	0	26.8000	0	0	0

Сечение	Назначение здания	Вид комбинации	Сейсмика	Случайная	Ветер
1	Жилые здания	I. 1-ое основное (I РС)			

АРМАТУРА (Режим: Подбор арматуры)

Сеч	Сим	Продольная								Поперечная				
		AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	Asw1	Asw2	Тр.кр	Тр.дл
1	C					13.65	13.65			1.82				
						13.65	13.65			1.82				



Общее армирование сечения согласно результату ПК ЛИРА-САПР:
 $A_{s,tot} = A_{s1} + A_{s2} = 1365 + 1365 = 2730$.
 Разница по отношению к примеру из НТП составляет: $100\% * (2730 - 2456) / 2456 = 11.15\%$.
 Данная разница объясняется методиками расчета. В примере из НТП рассматривается расчет армирования с использованием относительных параметров α_{Eds} и v_{Ed} . В такой постановке точность расчета зависит от точности геометрических построений при нахождении коэффициента ω_{tot} .
 В ПК ЛИРА-САПР реализован общий случай расчета – деформационная расчетная модель.



КЛАССЫ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА СЖАТИЕ (EN / СНиП)			
Класс прочности бетона на сжатие	Характеристическое значение минимальной прочности, Н/мм ²		Классы прочности бетона на сжатие
	 $f_{ck,cyl}$	 $f_{ck,cube}$	Нормативная кубиковая прочность, МПа
EN 206			СП 63.13330.2012
C8/10	8	10	B10
C12/15	12	15	B15
C16/20	16	20	B20
C20/25	20	25	B25
C25/30	25	30	B30
C30/37	30	37	B40
C35/45	35	45	B45
C40/50	40	50	B50
C45/55	45	55	B55
C50/60	50	60	B60
C55/67	55	67	B70
C60/75	60	75	B80
C70/85	70	85	B90
C80/95	80	95	B100
C90/105	90	105	
C100/115	100	115	

Единицы измерения прочности в таблице — единые: Н/мм² = МПа

В помощь проектировщику: в нормативных документах СНиП 2.03.01-84* и СП 63.13330.2018 указывается класс бетона по кубиковой прочности, а в Еврокоде указывается класс прочности по цилиндрической и кубиковой прочности через знак дроби – цилиндрическая/кубиковая, таким образом переход с привычной маркировки по СНиП на EN крайне прост (смотрим на второе значение в маркировке класса бетона).

Класс бетона В (в СНиП/СП) является нормативным кубиковым сопротивлением (кубиковой прочностью) с доверительной вероятностью 0.95.

$B = 0.778\bar{R}$, где \bar{R} - среднее значение временного сопротивления, определяемое по результатам испытания кубов с размером грани 150мм.

Между классом бетона В и нормативным значением призмной прочности R_{bn} существует зависимость: $R_{bn}=(0.77-0.00125B)*B$.

К примеру, для бетона класса В25 имеем: $R_{bn}=(0.77-0.00125*25)*25=18.47$ МПа, что совпадает с нормативным значением призмной прочности бетона 18.5МПа в соответствии с таблицей 6.7 СП 63.13330.2018(2014) или таблицей 12 СНиП 2.03.01-84*.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

СВОД ПРАВИЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚР ЕЖ EN
1998-1:2004/2012
2009 ж. шілде
түзетулерді қоса
СП РК EN
1998-1:2004/2012
Включая исправления на
июль 2009 г.

СЕЙСМИКАҒА ТӨЗІМДІ
КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ
1-бөлім. Жалпы ережелер, ғимараттарға арналған
сейсмикалық ықпалдар мен ережелер

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ
КОНСТРУКЦИЙ

Часть 1. Общие правила, сейсмические
воздействия и правила для зданий

Ресми басылым
Издание официальное

Осы ережелер жинағы EN 1990:2002+A1:2005
сәйкес келеді және CEN рұқсатымен қолданылады,
мекен-жайы: В-1000 Брюссель, Маркинс данғылы, 17

Настоящий свод правил идентичен EN 1990:2002
+A1:2005 и применяется с разрешения CEN
по адресу: Брюссель, проспект Маркинс, 17

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері
комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства национальной экономики Республики
Казахстан

Астана 2016

Положение о пластичных стенах



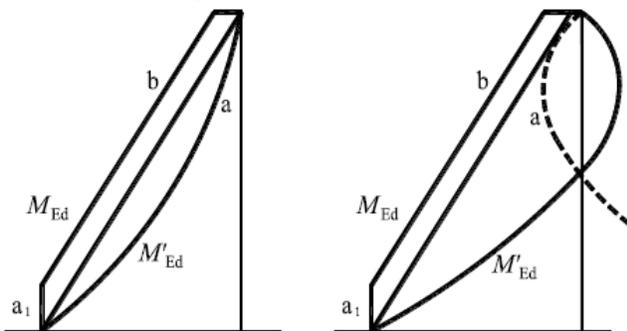
(3) В связанных стенах допускается до 20 % перераспределять эффекты сейсмических воздействий между связующими балками различных этажей, при условии, что сейсмическая осевая сила в основании каждой отдельной стены остается неизменной.

(4)Р Должны быть учтены неопределенности, относящиеся к распределению моментов по высоте узких первичных стен (имеющих отношение высоты к длине h_w/l_w более 2,0).

(5) Требование, приведенное в (4)Р этого подраздела, может быть, независимо от типа расчета, выполнено с помощью использования нижеследующей упрощенной процедуры.

Диаграмма расчетного изгибающего момента по высоте стены должна быть определена из анализа огибающей эпюры моментов, которая изменяется по вертикали (изменение напряженного состояния). Можно допустить, что огибающая является линейной функцией, если сооружение не имеет значительных различий в массах, жесткости или прочности по своей высоте (см. Рисунок 5.3). Изменение напряжений должно согласовываться с наклоном сжатого элемента в проверке ULS при сдвиге, а также с возможным веерообразным расположением сжатых элементов около основания, а также с междуэтажными перекрытиями, работающими как связи.

(6)Р Следует учитывать, что после возникновения пластических деформаций в основании первичной стены, поперечные силы могут увеличиться.



Обозначения:

- a – диаграмма моментов по результатам расчета;
- b – расчетная огибающая;
- a₁ – изменение напряженного состояния.

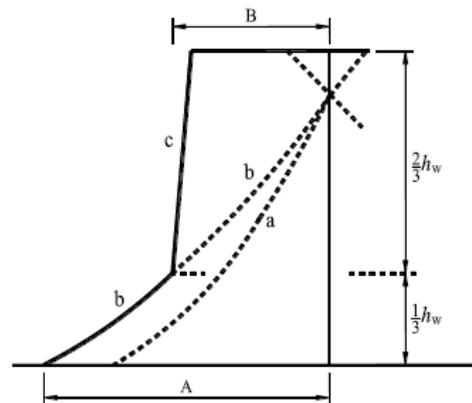
Рисунок 5.3 – Расчетная огибающая для изгибающих моментов в узких стенах (слева: стеновая система; справа: двойная система)

(7) Требование, приведенное в (6)Р этого подраздела, может быть удовлетворено, если расчетные поперечные силы принимаются на 50 % выше, чем поперечные силы, полученные по результатам расчета.

СП РК EN 1998-1:2004/2012 EN 1998-1:2004 (E)

5.4.2.4 Специальные положения для пластичных стен

(8) В двойных системах, содержащих пластичные стены, для учета неопределенности эффектов от высших форм, следует использовать расчетную огибающую поперечных сил, принимаемую согласно Рисунку 5.4.



Обозначения:

- a – диаграмма поперечной силы по результатам расчета;
- b – диаграмма увеличенной поперечной силы;
- c – расчетная огибающая;
- A – V_{wall} ;
- B – $V_{wall,top} \geq V_{wall,base}/2$.

Рисунок 5.4 – Расчетная огибающая поперечных сил в стенах двойной системы

Самая сложная реализация в нормам на базе Еврокода для расчета на сейсмические воздействия – это положения о пластичных стенах. Подчеркнем, речь идет о диафрагмах в рамно-связевых (двойных) системах. Этому положению, например, не соответствуют «слабоармированные стены». Подчеркнем, что положение пункта (6)Р может быть выполнено увеличением поперечных сил на 50% – см. п. (7).

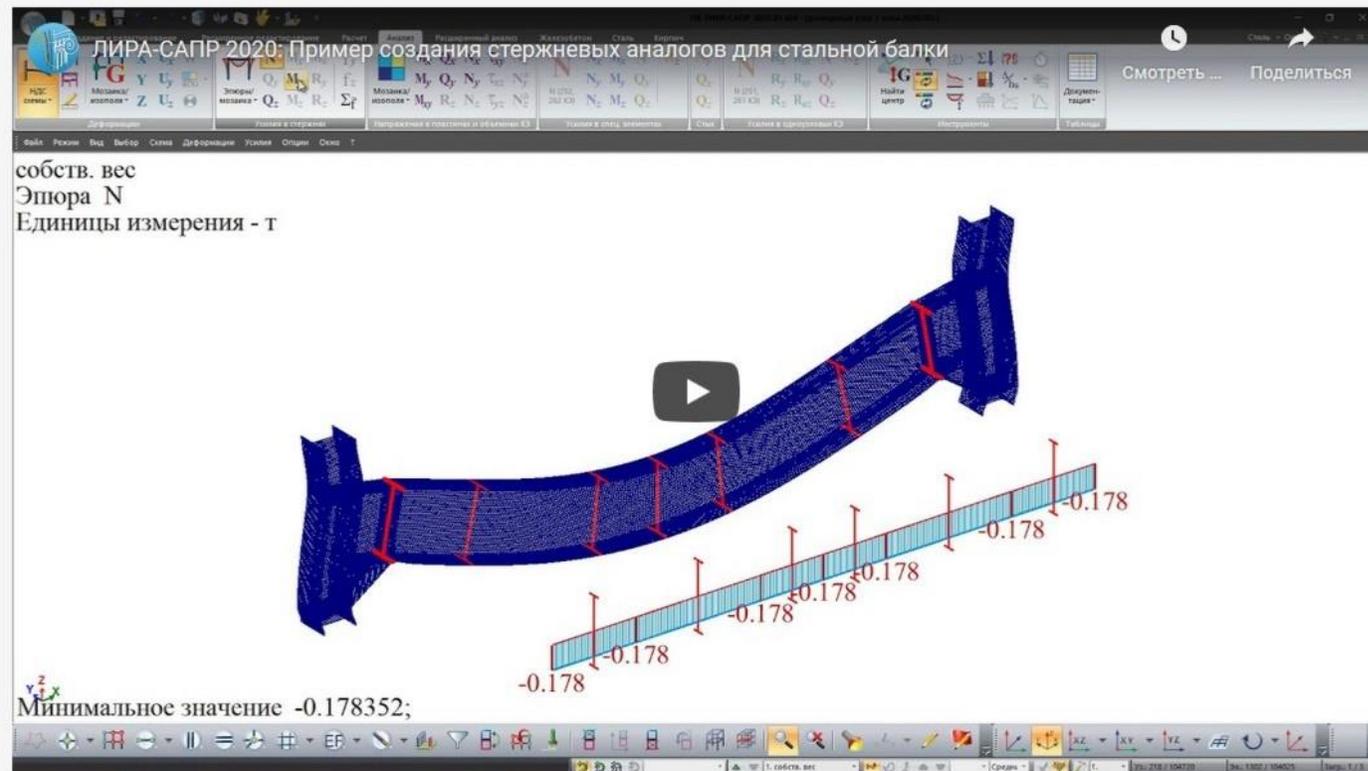
Как в текущей версии Лира-САПР 2020 можно решить данный вопрос рассмотрим ниже.



ЛИРА-САПР Возможности Системы Сравнение Цены Проекты Верификация Скачать

Новая система «Стержневые аналоги»

Данная система позволяет решить задачу расчета конструирования комбинированных конструктивных элементов (железобетонный пилон, сборная железобетонная стеновая панель, железобетонная балка-стенка, армокаменный простенок, железобетонная перемычка) без модификаций существующих расчетных процедур ЛИРА-САПР. Зачастую, все перечисленные выше типы конструкций представлены в расчетной модели набором пластинчатых КЭ. Это связано с тем, что практически все комплексы, которые используют для создания архитектурной/физической модели, оперируют такими объектами как стена/стеновая панель/пластина. Если для учета работы такого элемента в составе каркаса выбранный способ аппроксимации вполне годится, то учесть все особенности прочностного анализа удастся не всегда. Например, для анализа напряжений требуется более мелкая сетка триангуляции, т.к. в расчете используются напряжения, вычисленные в центре тяжести КЭ. Так же одной из часто встречающихся ошибок является моделирование изгибаемых и внецентренно-сжатых/растянутых элементов одним КЭ по высоте сечения.



Проверка назначенных и подобранных сечений по прочности, общей и местной устойчивости для стержневого аналога стальной балки

Появилась новая допсистема «Стержневые аналоги» (СА).

Она позволяет усилия в оболочках моделирующих, например, диафрагму жесткости, превратить в усилия в стержне эквивалентного этой диафрагме сечения.

Об этом подробнее см. описание –

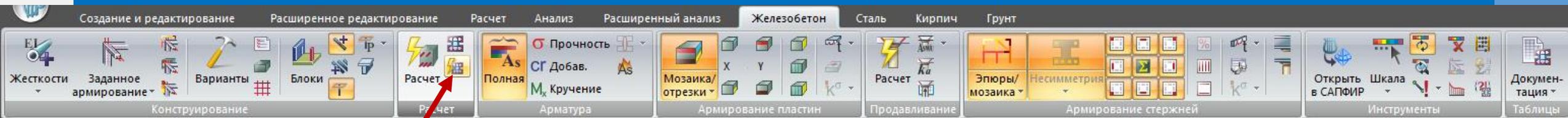
<https://www.liraland.ru/news/announcement-lira-2020/rod-analogues.php>

И большой видеодоклад:

<https://www.youtube.com/watch?v=1xFnP9IkiWQ&list=PLZgBsr93UWQNV3pAeMR1CoUCZxshvQHx&index=10>

Для учета положений о пластичных стенах, шаг первый – задать Стержневой аналог для диафрагм, коротких стен и пилонов (тех элементов, которые подпадают под это положение).

Примечание: допсистема «Стержневые аналоги» не входит в стандартные комплектации (Стандарт, ПРО), её нужно приобретать отдельно.



Локальный режим армирования элемента
Локальный режим армирования элемента

ЛАРМ-САПР_2020 - [Larmsapr1]

Файл Вид Материалы Геометрия Усилия Армирование Расчет Результаты Опции Окно ?



Комбинации Стержень

Элемент 1
Элемент на схеме 407
Сечение 1

Усилия
 РСН (расчетные сочетания нагрузений)
 РСУ (расчетные сочетания усилий)
 Длительная часть = Полная * КД

Нормативные сочетания
 Коэфф. надежности по нагрузке 1.15
Создать нормативные сочетания

Назначение здания Жилые здания

Сочетания и усилия в главных осях (y1,z1)

#	Группа	КД	КН	С	О	В	N	Mкр	My	Qz	Mz	Qy
1	I. 1-ое основн	0.991		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-12.5457	0.0041	-1.8183	1.3878	1.6204	1.1381
2	I. 1-ое основн	0.993		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-12.8186	-0.0040	-2.0337	1.5565	2.0746	1.4636
3	I. 1-ое основн	0.992		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-12.6902	-0.0002	-1.7397	1.3112	1.7983	1.2658
4	I. 1-ое основн	0.993		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-12.6741	0.0003	-2.1123	1.6332	1.8967	1.3359
5	III. Особое со	0.983		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-7.7488	0.0088	-1.0210	0.7838	0.4627	0.3154
6	III. Особое со	0.996		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-9.0029	-0.0088	-1.6195			0.279
7	III. Особое со	0.993		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-8.4312	-0.0004	-0.9573			0.041
8	III. Особое со	0.994		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-8.3205	0.0004	-1.6832			0.093
9	IV. Квази-пост	0.993		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-11.3641	0.	-1.7875			0.041
10	V. Характерис	0.992		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-9.1636	0.0027	-1.3408			0.277
11	V. Характерис	0.994		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-9.3455	-0.0027	-1.4844			0.047

Вырезать Ctrl+X
Копировать Ctrl+C
Вставить Ctrl+V
Удалить Delete
Выделить все Ctrl+A

Усилия и сочетания
Усилия и сочетания

Шаг второй – во вкладке Железобетон выбираем стержни СА, которыми заданы «пластичные стены». И перебрасываем их в Локальный режим армирования (ЛАРМ).

В локальном режиме у нас есть возможность отредактировать усилия, применяемые для расчета. Так можно скопировать группу усилий для особых сочетаний (или только для поперечных сил особых сочетаний) в буфер обмена. Вставить их в Excel, умножить на 1.5, и через буфер вернуть обратно.

Таким образом можно увеличить величины поперечных сил (или любых других силовых факторов) в «пластичных стенах».

Так же можно выполнить и огибание эпюр изгибающих моментов и поперечных сил с учетом высших форм (п. 8 в специальном положении о пластичных стенах). Скопировать в Excel усилия по высоте диафрагмы, построить огибание, и вернуть обратно в локальных расчет армирования.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ N,Qy,Qz - т; Mкр,My,Mz - т*м.



НТП РК 08-01.3-2012

Длина l_c ограниченного периферийного участка должна быть не менее, чем $0,15l_w$ или $1,5b_w$ (Рисунок 4.18).

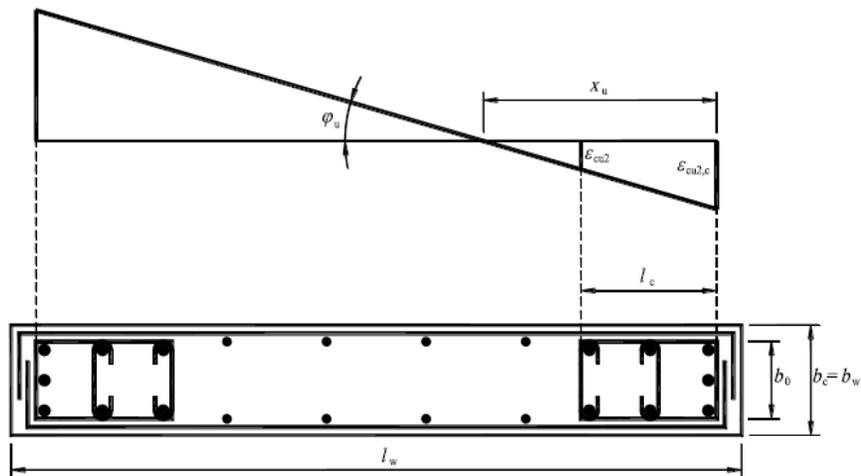
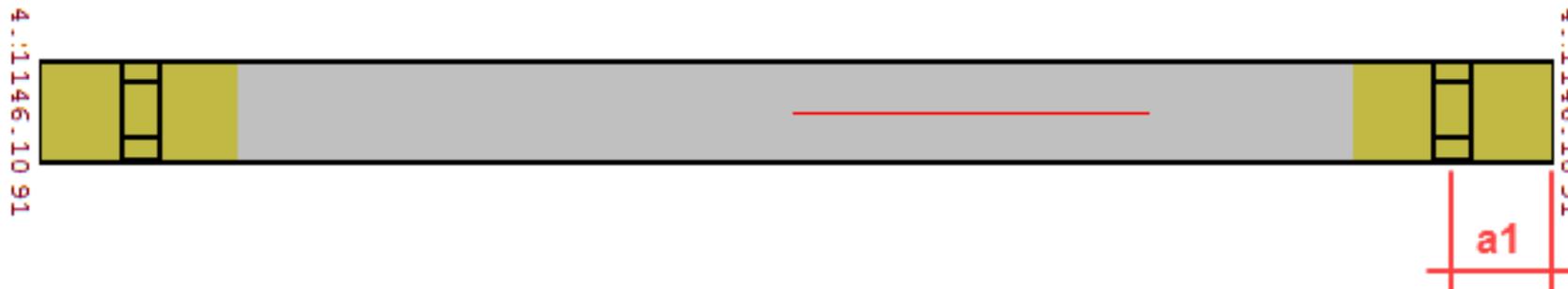


Рисунок 4.18 – Ограниченные периферийные участки со свободными гранями в торце стены (вверху: деформации при предельной кривизне; внизу: поперечное сечение стены)

(8) Ограничивающее периферийное армирование следует предусматривать также в стенах с фланц-стенами (в том числе, с большими флан-стенами толщиной $b_f \geq h_s/15$ и шириной $l_f \geq h_s/5$, где h_s обозначает высоту этажа в чистоте).

Название	стена стержнем				
Вид расчета	Стержень				
Армирование	Симметричное				
Система	Статически неопределимая				
Расчет					
Точность предварит. расчета, %	20				
Точность основного расчета, %	1				
Максимальный % армирования	10				
<input type="checkbox"/>	Учитывать конструктивные требования				
<input checked="" type="checkbox"/>	Выделять угловые арматурные стержни				
<input type="checkbox"/>	Располагать боковую арматуру в полке				
<input type="checkbox"/>	Учитывать совместное действие усилий				
<input type="checkbox"/>	Учитывать многоконтурность				
<input type="checkbox"/>	Учитывать поправки к п. 3.52 Пособия к СП 52-101-2003				
<input type="checkbox"/>	Учитывать огнестойкость				
Расстояние к ц.т. арматуры, см					
a1	20	a2	20	a3	3

Для реализации положений об ограничении периферийных зон (усиление торцевых участков ЖБ диафрагм) при подборе армирования привязку ц.т. по торцам сечения диафрагмы (Стержневого аналога) следует указывать до центра предполагаемого периферийного участка.





Элемент 16

Номера узлов
12, 16

№ 16 Блок N 1 Отмеченный

Тип жесткости
1. Брус 40 X 40

Тип КЭ К-во сечений A: ID
10 2

Длина, координаты центра тяжести
L=3м, Xc=15м, Yc=0м, Zc=7.5м

PCH № PCH 3

СП РК EN 1990:20

SI K D M

N	-10.918	т
Mx	0	т*м
My	2.66997	т*м
Qz	-0.773617	т
Mz	0	т*м
Qy	0	т
Fy	0	т/м
Fz	0	т/м
Mw	0	т

Показать сеч. 1 Эпюры

Экспорт усилий

тест_ПК-EN_колон-бал_2: Усилия от PCH [СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011_1](01)

Передать Сохранить Сверстать Предыдущий Следующий Копировать

Открыть CSV

Передать в Конструктор сечений Alt+K

Номер PCH	Тип Эл...	ЭЛЕМ	СЕЧ	N, т	My, т*м	Qz, т
1 (I) - PCH1	10	18	1	-11.3727	-2.25060	-1.00719
1 (I) - PCH1	10	18	2	-11.3727	-5.27218	-1.00719
2 (I) - PCH2	10	18	1	-10.6329	-1.28831	-0.642480
2 (I) - PCH2	10	18	2	-10.6329	-3.21575	-0.642480
3 (I) - PCH3	10	18	1	-12.1126	-3.21288	-1.37190
3 (I) - PCH3	10	18	2	-12.1126	-7.32860	-1.37190

Передача поперечного сечения и усилий этого элемента в систему «Конструктор сечений». Передать усилия нескольких элементов можно из соответствующей таблицы «Книги отчетов»

Чтобы определиться с эпюрой деформаций по сечению диафрагмы можно усилия в соответствующих сечениях из вкладок анализа результатов или из стандартных таблиц PCH передать в Конструктор сечений.

Более подробный анализ напряженно-деформированного состояния нормальных сечений диафрагмы можно произвести там.

См. описание – https://www.liraland.ru/lira/systems/section_designer.php.



Спасибо за внимание

Москва
2020

LIRA ANI
GROUP

 **ЛИРА
СЕРВИС**