

# АРСС

Ассоциация развития  
стального строительства



## Семинар «Стальное строительство»

Новые возможности SCAD Office по расчету стальных конструкций

Теплых Андрей Владимирович ООО НПФ «СКАД СОФТ»

г. Москва

1 октября 2019 года

## В новом релизе SCAD Office 21.1.9.5 реализовано более 50 доработок и новых функций

**26** СЕНТЯБРЯ  
2019

Выпущена версия 21.1.9.5.

**18** СЕНТЯБРЯ  
2019

### SCAD++, Арбат

При расчете железобетонных пластинчатых элементов дана возможность задавать коэффициент снижения граничной относительной высоты сжатой зоны при наличии сейсмических воздействий.

**13** СЕНТЯБРЯ  
2019

### SCAD++

Увеличена скорость подбора и экспертизы железобетонных элементов.

### Камин

Исправлена ошибка расчета висячих стен для случая многопролетной фундаментной балки.

**3** СЕНТЯБРЯ  
2019

### SCAD++

Для сейсмических воздействий реализована возможность задавать сдвиг центров масс этажей.

**30** АВГУСТА  
2019

### SCAD++

В дерево проекта добавлены режимы, позволяющие удалить все результаты расчета или удалить результаты расчета по формам колебаний (оставив только результаты суммарных перемещений/усилий/ ...).

**28** АВГУСТА  
2019

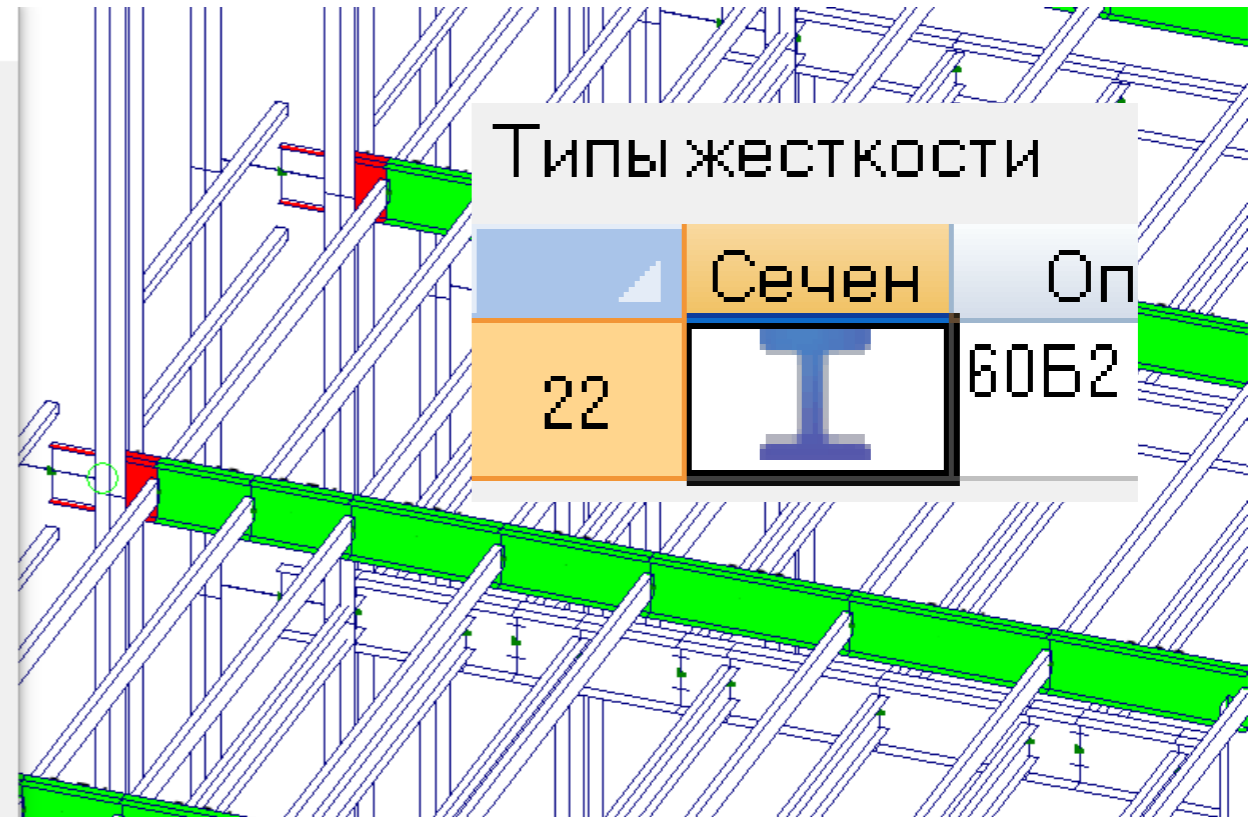
### Кристалл

При анализе огнестойкости дополнительно выводится информация о приведенной толщине и собственном пределе огнестойкости.

# Расчет устойчивости центрально сжатых и внецентренно сжатых элементов с учетом закритической работы стенки

Диаграмма факторов [Конструктивная группа ригели покрытия. Элемент № 1370] [СП 16...]

Проверка	п.	Коэффициент	Комбинация
Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	п. 8.2.1	0,23	L1+L2+L3+0.7*L5+L6+0.9*L12+0.7*L16-0.7*L19
Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	п. 8.2.1	0,16	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L14+0.9*L16+0.9*L20
Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	п. 8.2.1	0,01	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L14+0.9*L16+0.9*L20
Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	п. 8.2.1	0,17	L1+L2+L3+0.7*L5+L6+0.9*L12+0.7*L16-0.7*L19
Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	п. 9.1.1	0,4	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L14+0.7*L16+0.7*L20
Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	п. 7.1.3	0,07	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L1
Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	п. 7.1.3	0,06	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L1
Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	пп. 9.2.2, 9.2.10	0,21	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L10+0.7*L16-0.7*L20
Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	пп. 9.2.9, 9.2.10	0,23	L1+L2+L3+0.9*L6+L14+0.7*L16+0.7*L20
Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	0,27	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L10+0.7*L16-0.7*L20
Прочность при центральном сжатии/растяжении	п. 7.1.1	0,06	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L1
Предельная гибкость в плоскости XOY	п. 10.4.1	0,16	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8
Предельная гибкость в плоскости XOZ	п. 10.4.1	0,08	L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8
Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.7, 9.4.2, 9.4.9	1,04	L1+L2+L3+L4+L8
Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	0,38	L1+L2+L3+0.7*L5+L6+0.9*L12



Сечение	Критерий	N	$M_k$	$M_y$	$Q_z$
		T	T*M	T*M	T
1	14	-13,02	-1,3e-005	0	0,43
1	14	-12,87	-1,15e-005	0	0,41

Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.7, 9.4.2, 9.4.9	1,04	
--	--	------	--

## Расчет устойчивости центрально сжатых и внецентренно сжатых элементов с учетом закритической работы стенки

7.3.5 При расчёте центрально- и внецентренно сжатых стержней сплошного сечения в случаях, когда фактическое значение условной гибкости стенки  $\bar{\lambda}_w = (h_{ef} / t_w) \sqrt{R_y / E}$  превышает (при центральном сжатии не более чем в 2 раза) значение предельной условной гибкости стенки  $\bar{\lambda}_{lim}$ , полученное согласно требованиям 7.3.2, а также 9.4.2 и 9.4.3, в формулах (7), а также (109), (111), (115), (116), (120) и (121) допускается принимать расчётную уменьшенную площадь сечения  $A_d$  взамен  $A$ .

9.4.6 В случаях, когда фактическое значение условной гибкости стенки  $\bar{\lambda}_w$  превышает предельное значение  $\bar{\lambda}_{lim}$ , вычисленное для сечений типа 1 по формулам таблицы 22, а для сечений типов 2 и 3 с учётом примечания 2 таблицы 22 (при  $\alpha \leq 0,5$ ), проверку устойчивости стержня по формулам (109), (115) и (116), а также при  $\alpha \leq 0,5$  по формуле (111), следует выполнять с учётом расчётной уменьшенной площади  $A_d$  в соответствии с 7.3.6.

# Расчет устойчивости центрально сжатых и внецентренно сжатых элементов с учетом закритической работы стенки

Группы конструктивных элементов для проверки сечений

Конструктивный элемент: Прогибы и перемещения

Элементы

Сечение: Двутавр нормальный (Б) по СТО АСЧМ 20-93 60Б2

Сталь: С345

Расчетная длина

Коэффициент расчетной длины

В плоскости  $X_1OZ_1$ :  м

В плоскости  $X_1OY_1$ :  м

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба (при нулевом значении используется длина элемента):  м

Учет коррозии

Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопро	1

$\gamma_c$  Коэффициент условий работы:

Предельные гибкости

$[\lambda]$  Сжатые элементы:

Растянутые элементы:

Ребра жесткости Шаг ребер:  м

Неупругая работа сечения не допускается

Коэффициент надежности по ответственности:

Конструктивная группа: ригели покрытия

Список конечных элементов: 1159-1260 1357-1458 2483-2516 2533-:

Список групп: ригели покрытия

Тип конструктивной группы: Элемент общего вида

Дополнительная группа



Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается



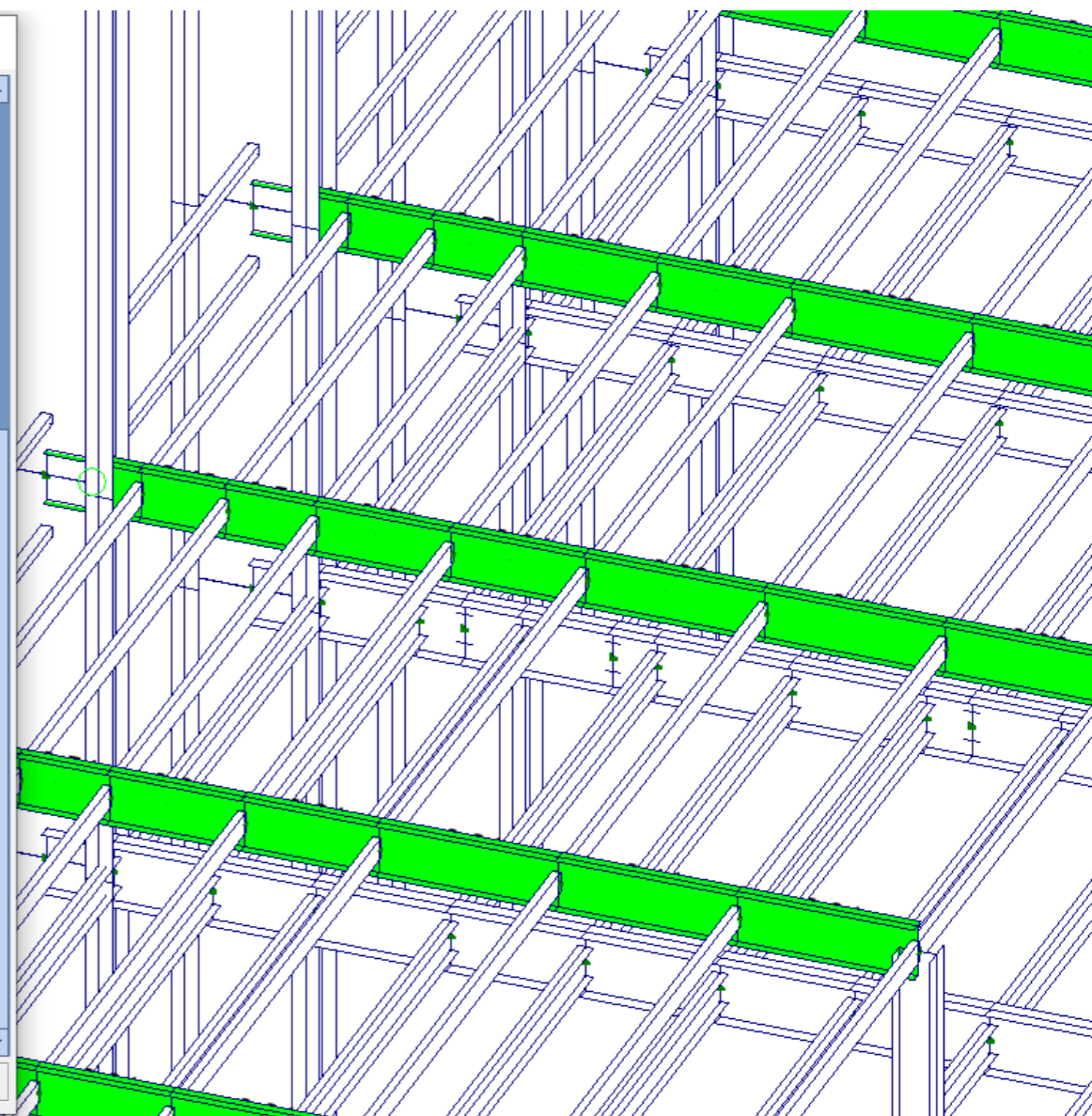
Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

# Расчет устойчивости центрально сжатых и внецентренно сжатых элементов с учетом закритической работы стенки

Диаграмма факторов [Конструктивная группа ригели покрытия. Элемент № 1370] [СП 16.13330.2011]

Проверка	Коэффициент	Комбинация
Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	0,21	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L10+0.7*L16-0.7*L20$
Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,23	$L1+L2+L3+0.9*L6+L14+0.7*L16+0.7*L20$
Устойчивость из плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии	0,27	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L10+0.7*L16-0.7*L20$
Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU) (закритическая работа)	0,07	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L19$
Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV) (закритическая работа)	0,06	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L19$
Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии (закритическая работа)	0,21	$L1+L2+L3+L4+L6$
Устойчивость в плоскости изгиба в действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии (закритическая работа)	0,1	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L19$
Устойчивость в плоскости действия момента $M_u$ при внецентренном сжатии (закритическая работа)	0,27	$L1+L2+L3+L4+L6$
Прочность при центральном сжатии/растяжении	0,06	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8+0.7*L16-0.7*L19$
Предельная гибкость в плоскости XOY	0,16	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8$
Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,08	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+L6+0.9*L8$
Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,9	$L1+L2+L3+L4+0.9*L5+L10$
Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,38	$L1+L2+L3+0.7*L5+L6+0.9*L12$

Отчет OK



Устойчивость в плоскости изгиба в действия момента  $M_u$  при внецентренном сжатии (закритическая работа)

**Устойчивость стенки проверять не требуется**

## Неоднозначность формулировок норм при расчете местной устойчивости стенки и полок центрально сжатых и внецентренно сжатых элементов

7.3.11 При назначении сечений центральносжатых элементов по предельной гибкости (в соответствии с 10.4) значения предельных условных гибкостей стенки  $\bar{\lambda}_{uv}$  и поясов  $\bar{\lambda}_{uf}$  ( $\bar{\lambda}_{uf,1}$ ), определяемых по таблицам 9 и 10 соответственно, следует увеличивать умножением на коэффициент  $\sqrt{\varphi AR_y/N}$ , но не более чем на 1,25.

9.4.9 При назначении сечений внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементов по предельной гибкости (раздел 10.4) значения предельных условных гибкостей стенки  $\bar{\lambda}_{uw}$ , определяемых по формулам таблицы 22, а также поясов  $\bar{\lambda}_{uf}$  ( $\bar{\lambda}_{uf,1}$ ), определяемых по формулам таблицы 23 и согласно 9.4.8, следует увеличивать умножением на коэффициент  $\sqrt{\varphi_m AR_y/N}$  (здесь  $\varphi_m$  – меньшее из значений  $\varphi_e$ ,  $s\varphi_y$ ,  $\varphi_{exy}$ , использованное при проверке устойчивости элемента), но не более чем в 1,25 раза.

**Как программировать указание  
«При назначении сечений по предельной гибкости»?**

# Неоднозначность формулировок норм при расчете местной устойчивости стенки и полок центрально сжатых и внецентренно сжатых элементов

Реализация п. 7.3.12 и 9.4.9

Вариант 1, консервативный (в запас) и реализован в SCAD

Если  $\frac{\lambda_x}{\lambda_{ux}} > \max(\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4; \alpha_5)$  и  $\frac{\lambda_y}{\lambda_{uy}} > \max(\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4; \alpha_5)$ , где

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты использования по нормальным и касательным напряжениям;  
 $\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  – коэффициенты использования по устойчивости в плоскости действия момента, из плоскости действия момента и при сжатии с изгибом в двух плоскостях.

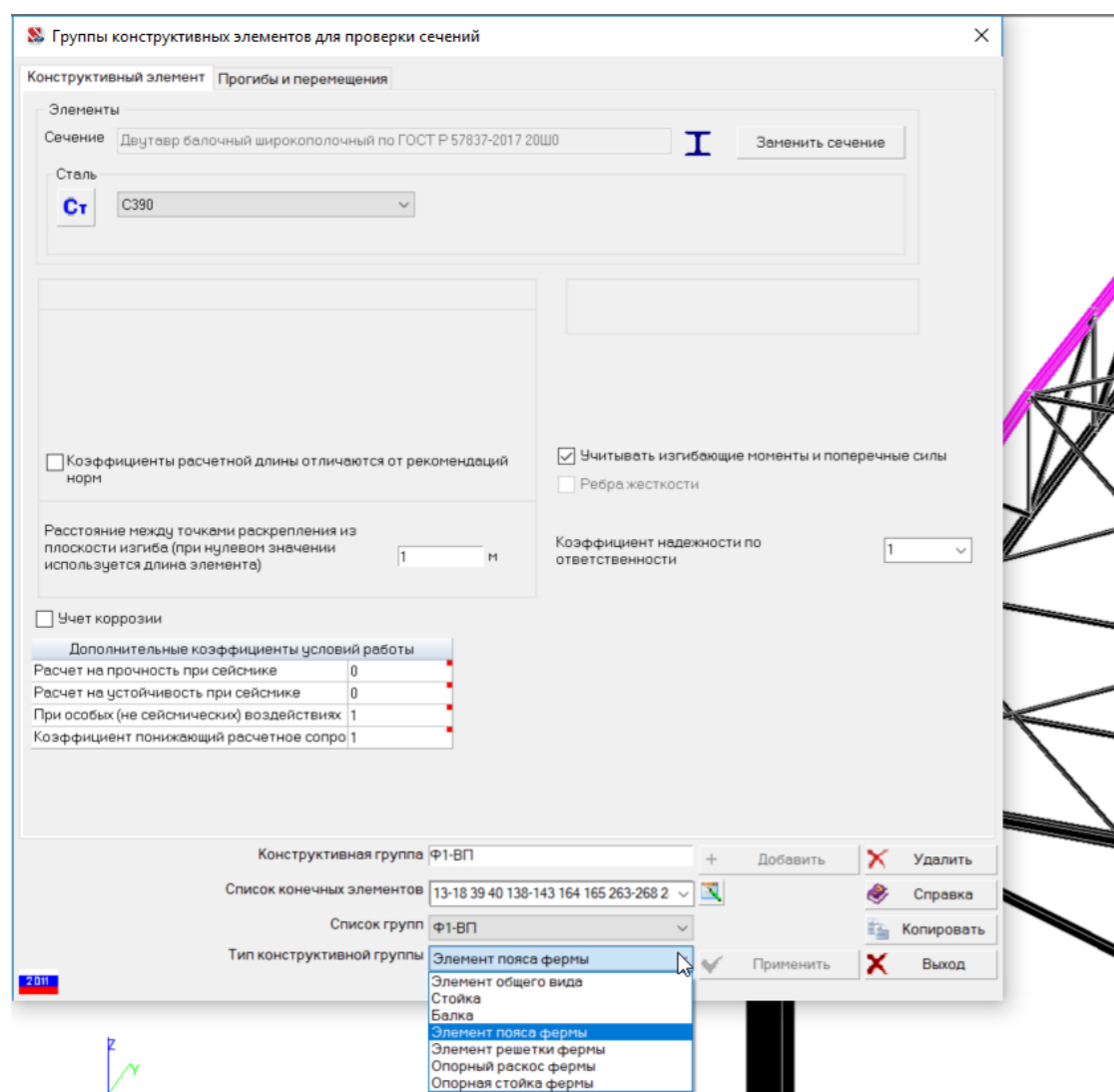
Вариант 2 (экономичный), но требующий внесения изменений в СП 16.13330.2017


Если  $\frac{\lambda_x}{\lambda_{ux}} > \max(\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4; \alpha_5)$  или  $\frac{\lambda_y}{\lambda_{uy}} > \max(\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4; \alpha_5)$ , где

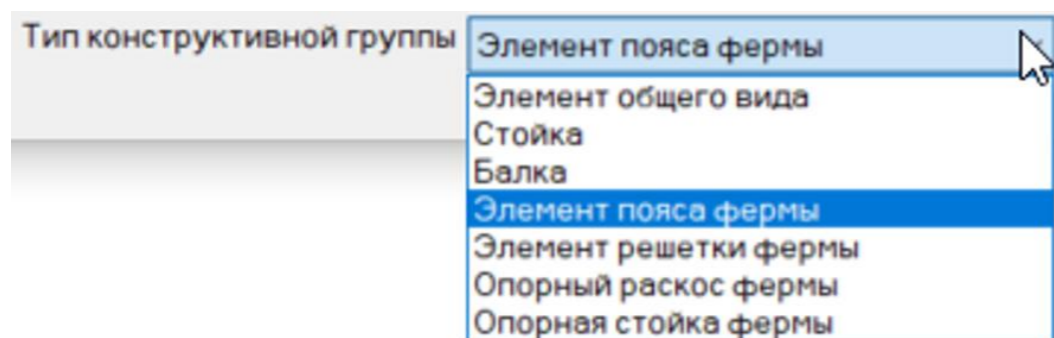
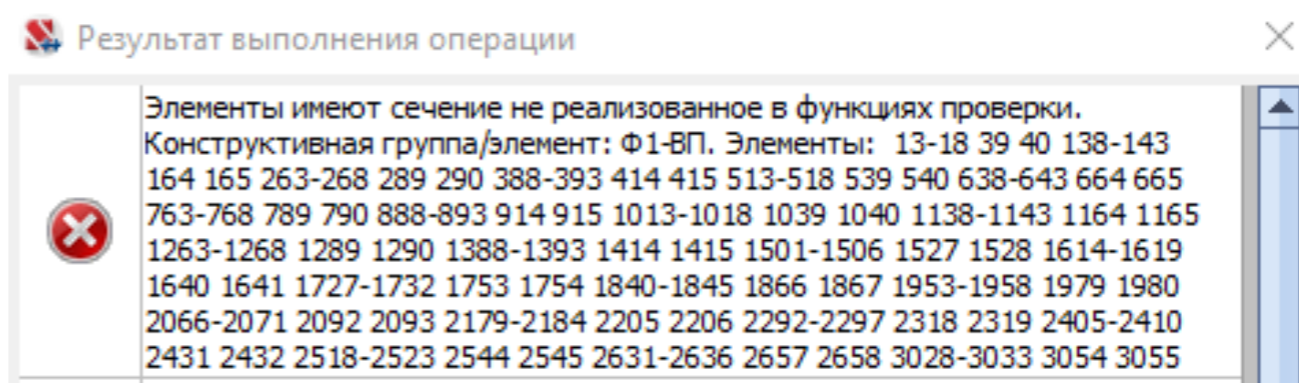
$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты использования по нормальным и касательным напряжениям;  
 $\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  – коэффициенты использования по устойчивости в плоскости действия момента, из плоскости действия момента и при сжатии с изгибом в двух плоскостях.



Для типов конструктивных групп «Пояс фермы», «Решетка фермы», «Раскос фермы», «Стойка фермы» по просьбе ЕВРАЗ при содействии АРСС в SCAD++ добавлена возможность использования двутавров и учет всех силовых факторов



- ✓ В версии 21.1.9.3 проверку двутавров можно выполнять, используя тип конструктивной группы «Элементы общего типа», «Стойка», «Балка»
- ✓ При выборе типов конструктивной группы «Элемент пояса фермы», «Элемент решетки фермы», «Опорный раскос фермы», «Опорная стойка фермы», для сечений  учитывается только N, а для двутавров расчет блокируется



- ✓ В новом релизе 21.1.9.5 реализована возможность получать результаты для двутавров при типах конструктивных групп «Элементы ферм»
- ✓ Для типов конструктивных групп добавлена возможность учета усилий  $M_y$ ,  $Q_z$ ,  $M_z$ ,  $Q_y$ .

Для типов конструктивных групп «Пояс фермы», «Решетка фермы», «Раскос фермы», «Стойка фермы» по просьбе ЕВРАЗ при содействии АРСС в SCAD++ добавлена возможность использования двутавров и учет всех силовых факторов

Группы конструктивных элементов для проверки сечений

Конструктивный элемент Прогибы и перемещения

Элементы

Сечение  **I**

Сталь **Ст**

Коэффициенты расчетной длины отличаются от рекомендаций норм

Учитывать изгибающие моменты и поперечные силы

Ребра жесткости

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба (при нулевом значении используется длина элемента)  м

Коэффициент надежности по ответственности

Учет коррозии

Работа сечения с неустойчивой стенкой не допускается

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Расчет на прочность при сейсмике	0
Расчет на устойчивость при сейсмике	0
При особых (не сейсмических) воздействиях	1
Коэффициент понижающий расчетное сопро	1

Конструктивная группа

Список конечных элементов

Список групп

Тип конструктивной группы

Дополнительная группа


## По просьбе ЕВРАЗ и компании ЕВРОАНГАР при содействии АРСС в SCAD++ и КРИСТАЛЛ добавлены новые прототипы ферм

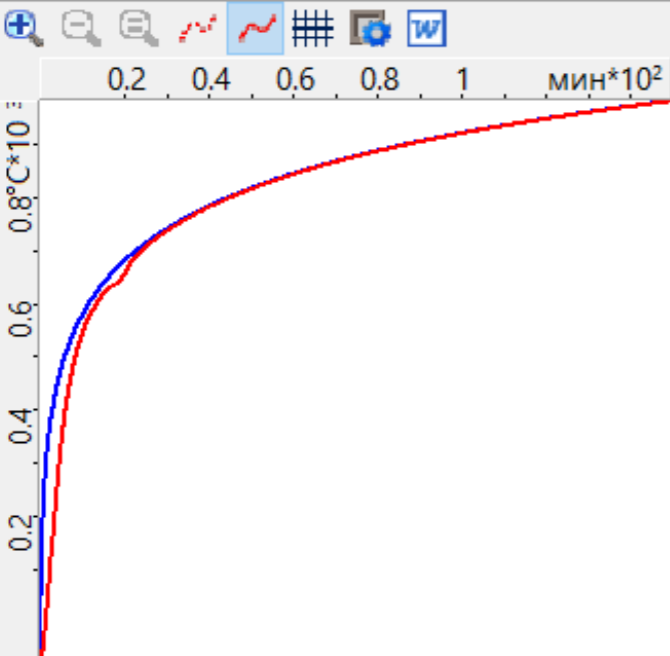
По просьбе ЕВРАЗ при содействии АРСС в режим экспертизы SCAD++ и КРИСТАЛЛ добавлен вывод приведенной толщины и расчет собственного предела огнестойкости согласно справочному пособию НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО» от 2013 г.

[Элемент 1616] Элемент фермы

Сечение | Усилия | Огнестойкость

Температурная кривая: Стандартный пожар

Тип огневого воздействия: 



	Время мин	Температура (воздух) °C	Температура (сталь) °C
1	0	20	20
2	0,083	96,538	21,122
3	0,167	146,952	23,089
4	0,25	184,607	25,75
5	0,333	214,674	29,006
6	0,417	239,704	32,781
7	0,5	261,145	37,014
8	0,583	279,898	41,657
9	0,667	296,563	46,668
10	0,75	311,559	52,01
11	0,833	325,189	57,651
12	0,917	337,682	63,563
13	1	349,214	69,722
14	1,083	359,92	76,104

Критическая температура: 643,494 °C

Время достижения: 10,022 мин

$K_{max}$ : 0,34

Приведенная толщина: 3,297 мм

Контрольное время: 15

Собственный предел огнестойкости: 7,297 мин

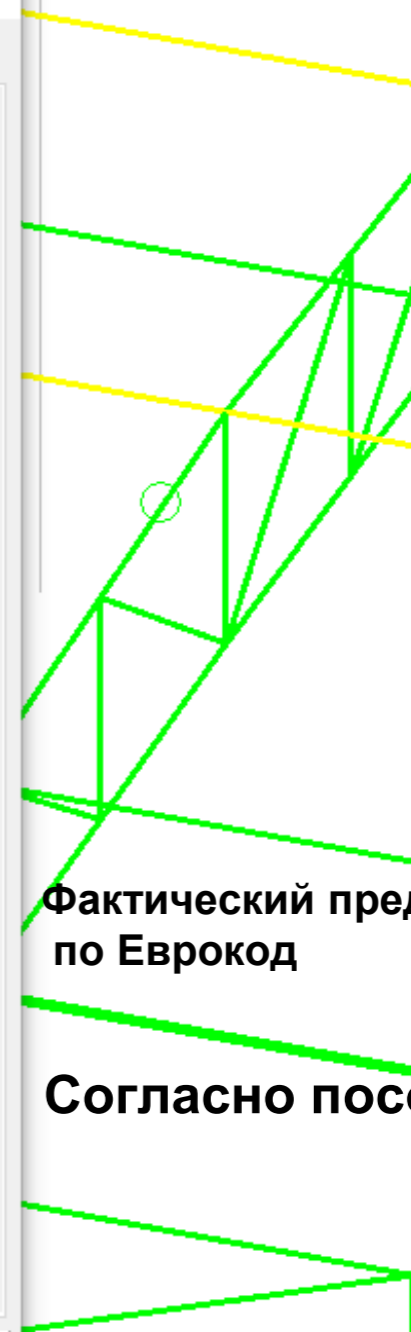
Огнестойкость: 1,5

Диапазон времени: от 0 до 150 мин

Применить

Отмена  $K_{max} = 0,77$  Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости

Вычислить | Факторы | Отчет | Справка



Фактический предел огнестойкости по Еврокод

Согласно пособию

По просьбе ЕВРАЗ при содействии АРСС в режим экспертизы SCAD++ и КРИСТАЛЛ добавлен вывод приведенной толщины и расчет собственного предела огнестойкости согласно справочному пособию НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО» от 2013 г.



Федеральное агентство по управлению государственным имуществом  
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР "СТРОИТЕЛЬСТВО"  
(ОАО "НИЦ "СТРОИТЕЛЬСТВО")

**Пособие по определению пределов  
огнестойкости строительных конструкций,  
параметров пожарной опасности материалов.  
Порядок проектирования огнезащиты**

**Справочный материал**

Москва  
2013

### II.1. Порядок проектирования огнезащиты несущих металлических конструкций

Оценка собственных пределов огнестойкости стержневых стальных конструкций (без огнезащиты) проводится по табл. 6, составленной на основе расчетных данных [14].

Таблица 6

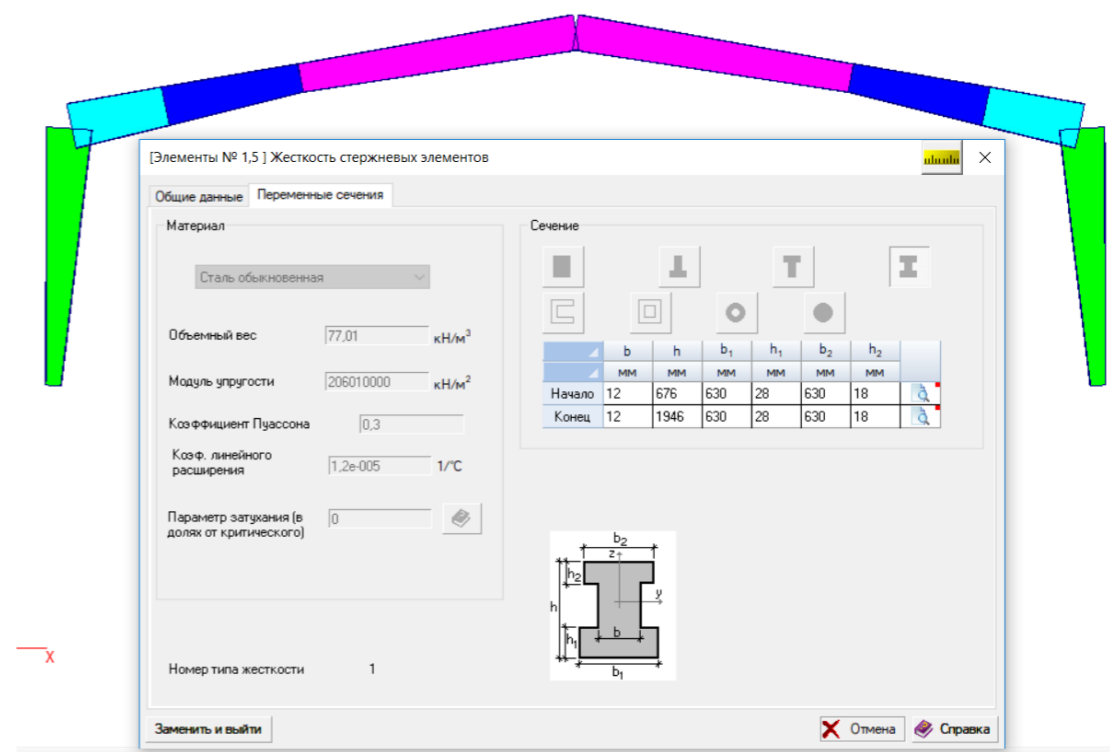
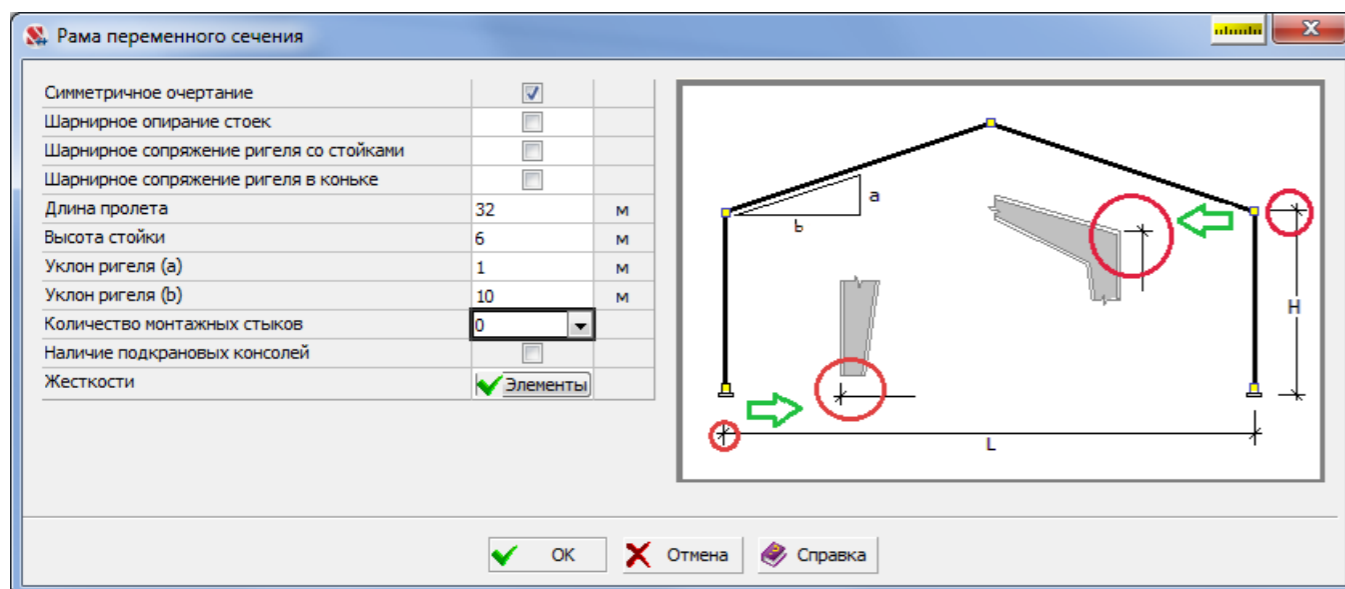
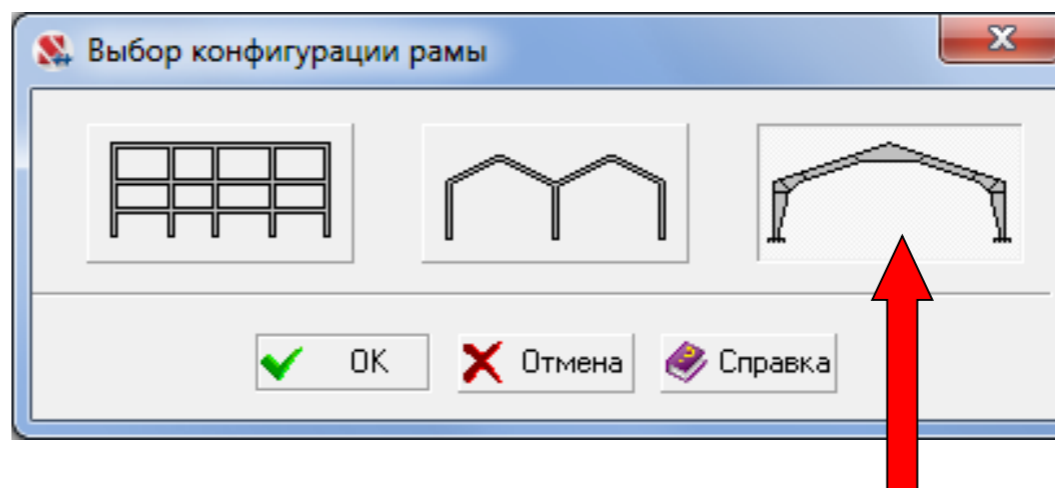
Приведенная толщина металла (ПТМ), мм	Собственный предел огнестойкости (Пф), мин
3	7
4	8
5	9
10	15
15	18
20	21
30	27
40	34
60	43

14. А.И. Яковлев «Расчет огнестойкости строительных конструкций», Москва, Стройиздат, 1988 г.

В версии SCAD++ 21.1.9.3 были реализованы элементы переменного сечения, а в версии 21.1.9.5 реализованы прототипы однопролетных рам переменного сечения

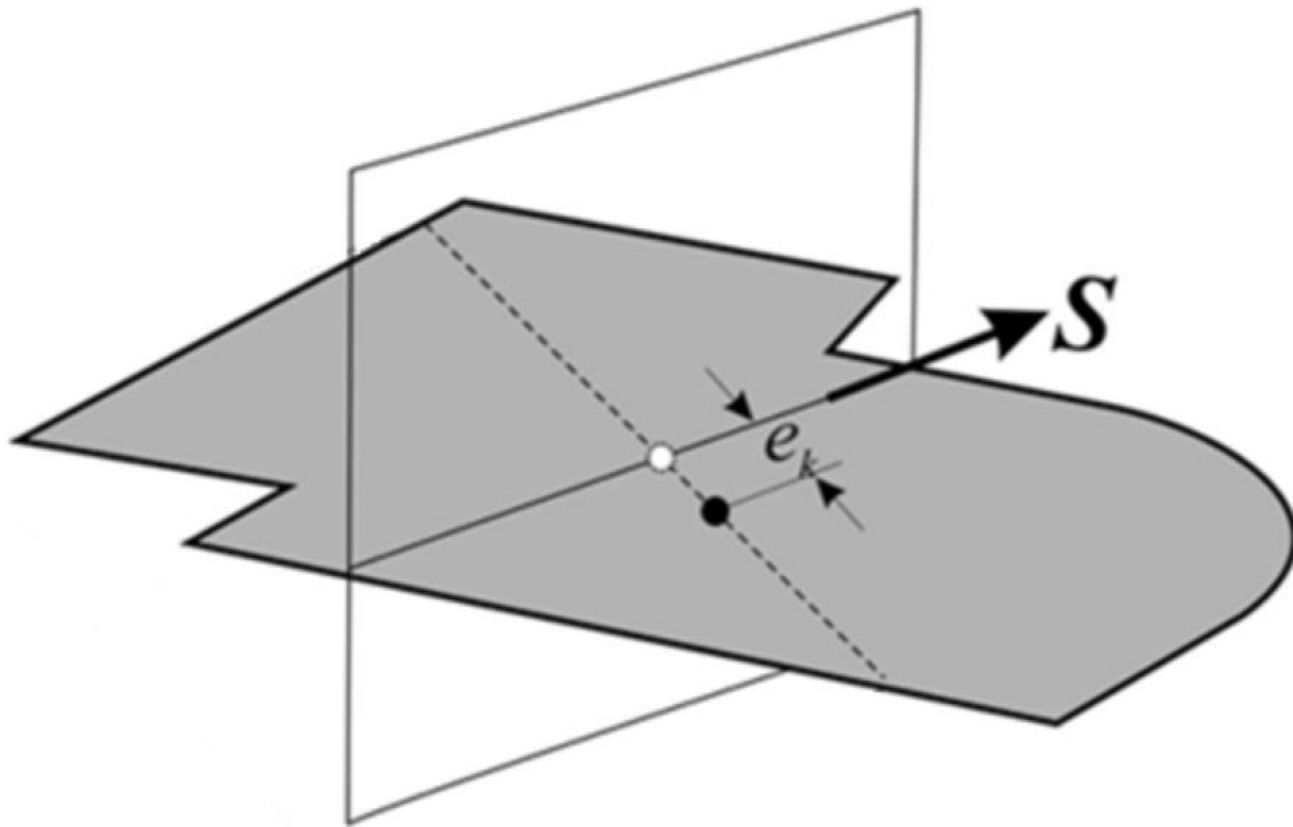
Параметры рамы:

- Условия опирания стоек
- Условия примыкания элементов
- Размеры
- Уклон ригеля
- Количество и положение МОНТАЖНЫХ СТЫКОВ ригеля



## Смещение центра масс для учета кручения при сейсмике

Для учета пространственных изменений движения грунта и погрешностей, возможных при определении центра масс в новом релизе SCAD++ 21.1.9.5 реализована возможность смещения центра масс на каждом этаже на величину эксцентриситета, установленного в нормах



Для смещения центра масс группы элементов условного этажа относительно вертикальной плоскости, проходящей через центр масс и параллельной заданному направлению сейсмического воздействия  $S$ , используется прием увеличения масс с одной стороны и уменьшения с другой таким способом, чтобы суммарная масса оставалась неизменной

# Смещение центра масс для учета кручения при сейсмике

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах

Вид воздействия:

- Сейсмические воздействия
- Ветровые воздействия
- Прочие воздействия
- Прямое интегрирование

Нормативная нагрузка

Преобразовывать массы из расчетных в нормативные

Имя: 15 CX\_снер1+СМ

Имя загрузки: CX\_снер1+СМ

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присоединяемого статического нагружения: 1 Собственный вес

Коеф. пересчета: 0

Загрузка: 1 Собственный вес

Коеф. ициент: 0,9

Сдвиг центров масс

Сдвиг центров масс

+ Добавить

- Удалить

Этаж	коэффициент
1 1 этаж	0,1
2 2 этаж	0,1
3 3 этаж	0,1

Страна	СНиП
СССР	СНиП
СНГ	Проек
Россия	СНиП
Россия	СП 31-1
Россия	СП 14.1
Россия	СП 14.1
Россия	СП 14.1

Необходимо создать группы элементов, определяющих этажи.

В исходных данных для смещения центра массы на величину эксцентриситета  $e_k = L_k h_{ek}$  необходимо ввести только значение коэффициента  $h_{ek}$ .

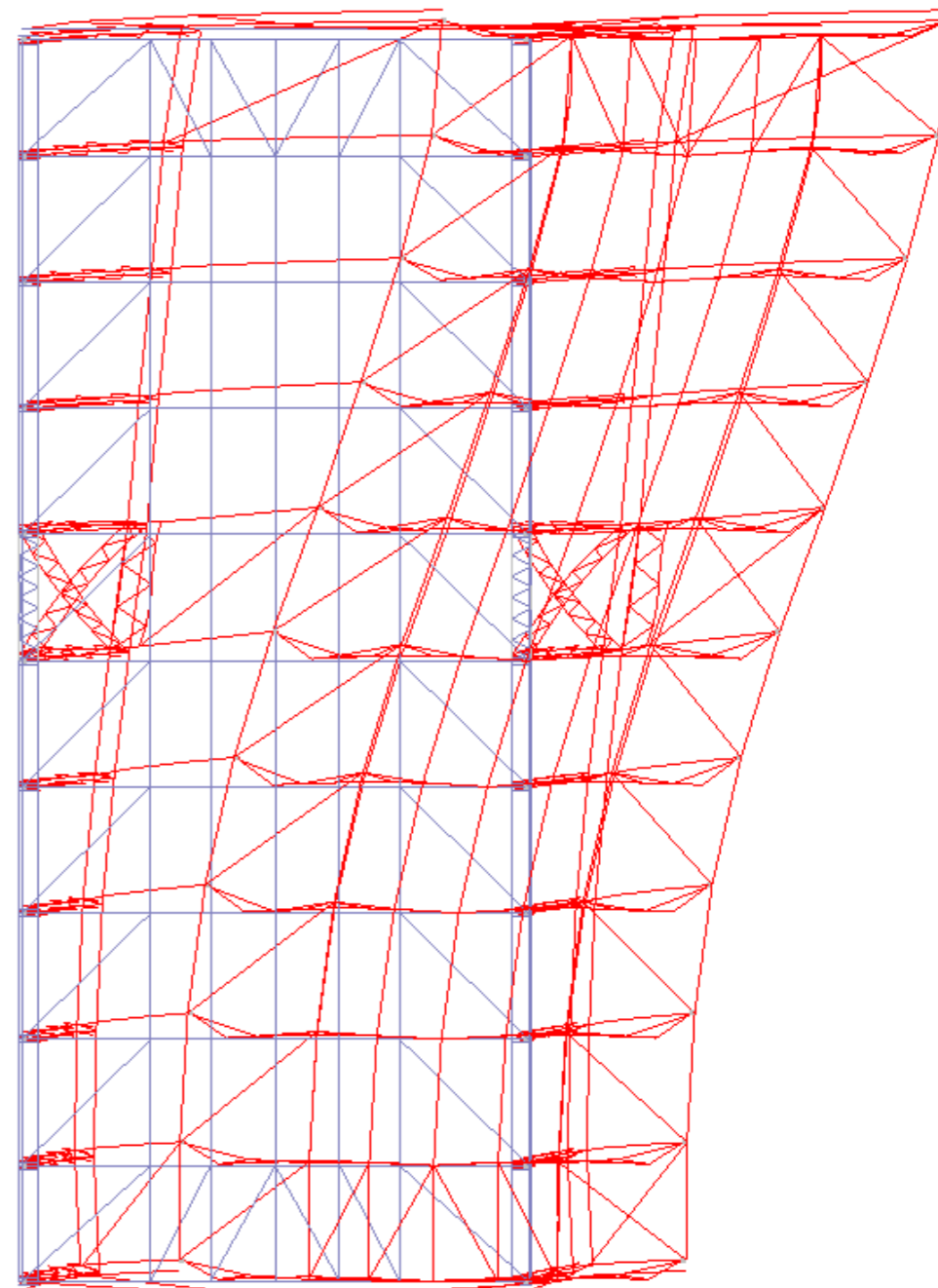
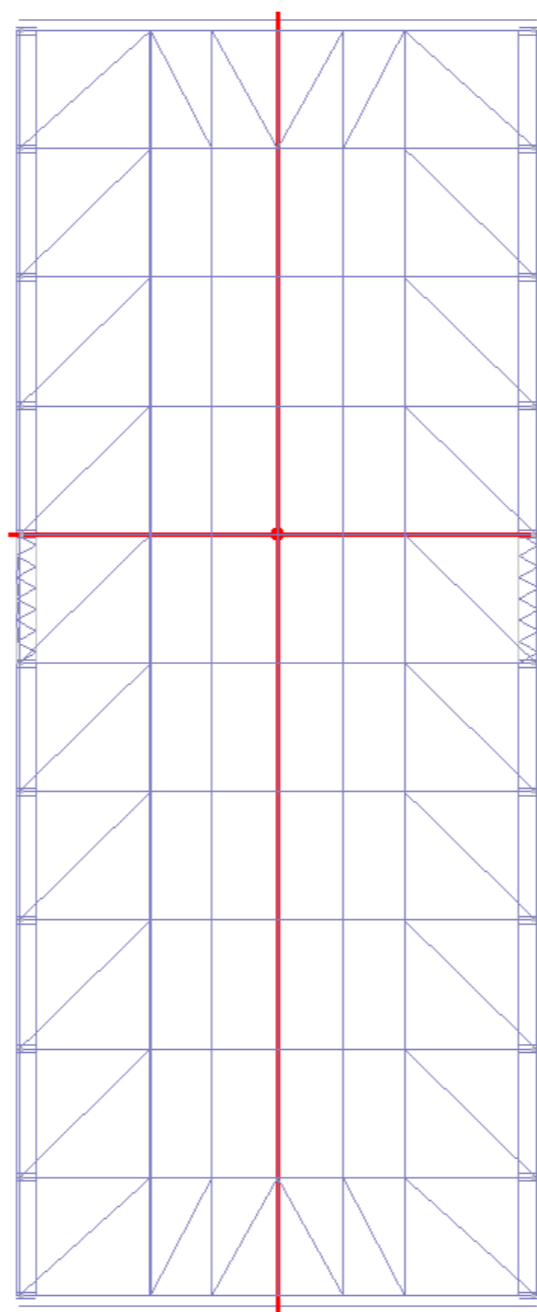
При заданном направлении сейсмического воздействия размер  $L_k$  определится автоматически как расстояние между наиболее удаленными друг от друга узлами, в которых имеются приведенные массы в направлении, перпендикулярном сейсмическому воздействию.



# Смещение центра масс для учета кручения при сейсмике

Определение центра масс модели

Загрузка	X М	Y М	Z М
L33	11,47	30,61	12,93
L34	12	30,03	11,17
L35	12	30,03	11,17
L36	11,47	30,61	12,93
L37	12	30,03	11,17
L38	12	30,02	12,96
L39	12	35,98	12,84
L46	12	33,26	12,96
L47	12	36,02	12,96



## Смещение центра масс для учета кручения при сейсмике

Для реализации требований по учету эксцентриситета центра масс этажа относительно центра жесткости этажа в SCAD++ реализованы возможности определения центра жесткости этажей и центра масс для выделенных узлов или элементов

Определение центра жесткости

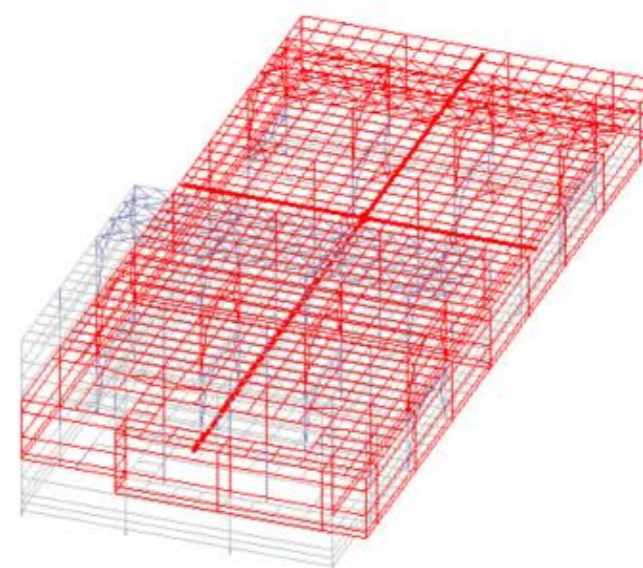
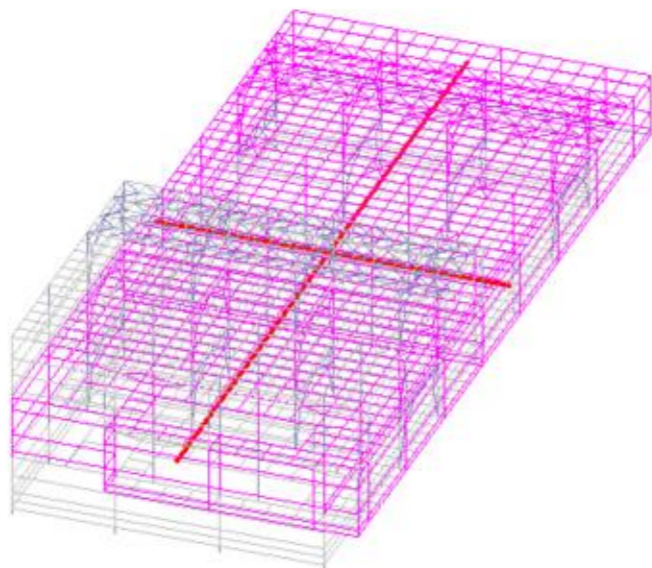
	Название	X	Y	Z
		м	м	м
1	1 этаж	3,659	39,602	2,039
2	2 этаж	11,752	26,258	6,71
3	3 этаж	13,194	10,983	9,01

Вывод | Таблица | Отчет | Справка

Определение центра масс выбранных элементов

	Загрузка	X	Y	Z
		м	м	м
L8	CX_снер1	12,391	24,463	7,755
L9	CX_снер2	12,407	23,157	7,74
L10	CZ_снер1	12,391	24,463	7,755
L11	CZ_снер2	12,407	23,157	7,74
L12	CY_снер1	12,391	24,463	7,755
L13	CY_снер2	12,407	23,157	7,74
L15	CX_снер1+CM	12,279	29,773	7,755

Вывод | Таблица | Отчет | Справка



# Планы развития SCAD Office по расчету стальных конструкций

- ✓ Возможность выбора способа расчета коэффициента устойчивости при изгибе  $\varphi_b$  (по просьбам пользователей, ЕВРАЗ и при содействии АРСС)

Т а б л и ц а Ж.1 – Коэффициент  $\psi$  для балок двутаврового сечения с двумя осями симметрии

Число закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Эпюра $M_x$ на участке $l_{ef}$	Пояс, к которому приложена нагрузка,	Коэффициент $\psi$ при значениях $\alpha$	
				$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Без закреплений	Сосредоточенная		Сжатый Растянутый	$1,75 + 0,09\alpha$ $5,05 + 0,09\alpha$	$3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$ $6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
	Равномерно распределенная		Сжатый Растянутый	$1,60 + 0,08\alpha$ $3,80 + 0,08\alpha$	$3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$ $5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Два и более, делящие пролет $l$ на равные части	Любая		Любой	$2,25 + 0,07\alpha$	$3,6 + 0,04\alpha - 3,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Одно в середине	Сосредоточенная в середине		Любой	$1,75 \psi_1$	
	Сосредоточенная в четверти		Сжатый Растянутый	$1,14 \psi_1$ $1,60 \psi_1$	
	Равномерно распределенная		Сжатый Растянутый	$1,14 \psi_1$ $1,30 \psi_1$	

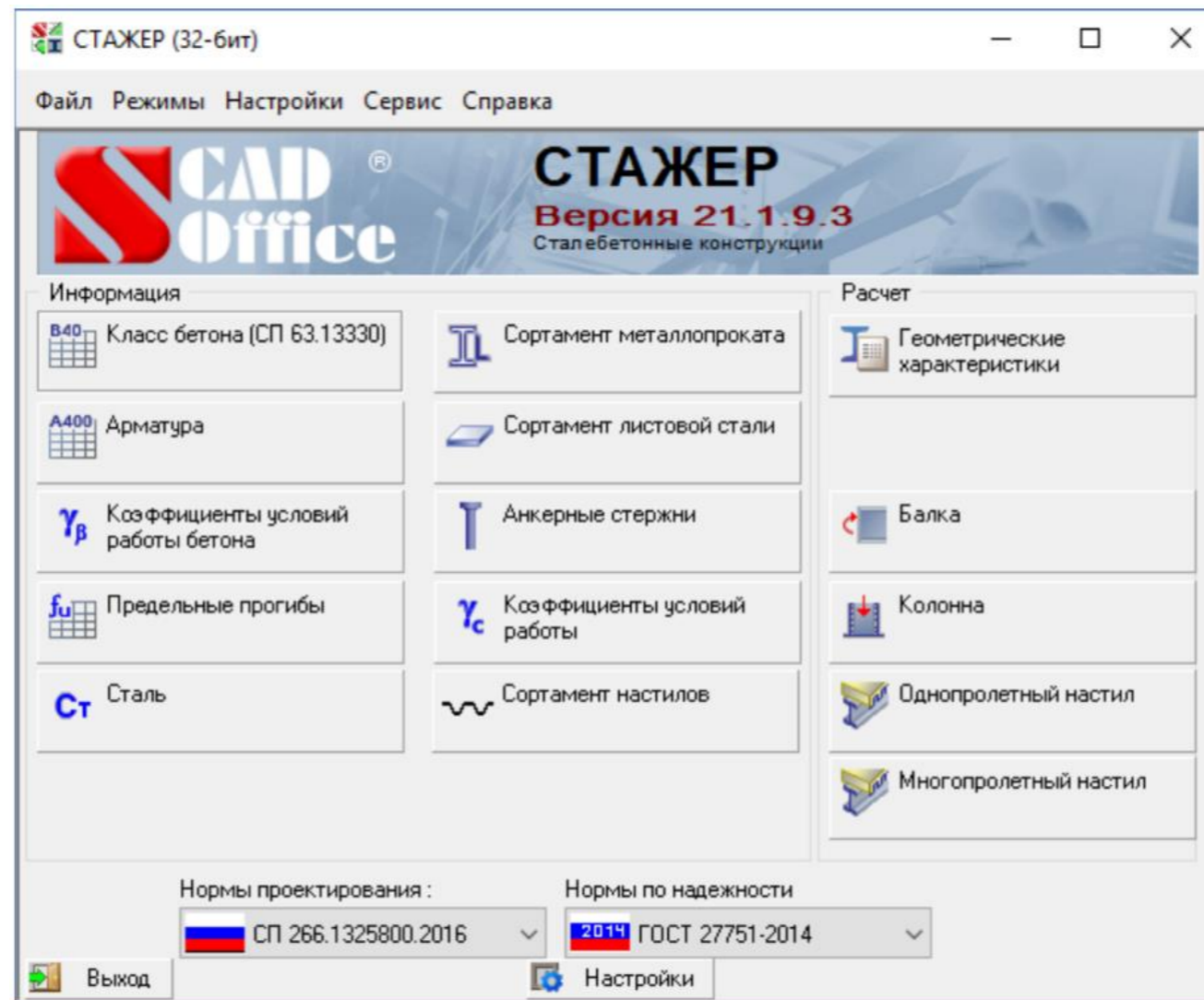
реализовано в SCAD в запас

Т а б л и ц а Ж.2 – Коэффициент  $\psi$  для жестко заделанных консолей двутаврового сечения с двумя осями симметрии

Вид нагрузки	Пояс, к которому приложена нагрузка	Коэффициент $\psi$ при отсутствии закреплений сжатого пояса и при значениях $\alpha$	
		$4 \leq \alpha \leq 28$	$28 < \alpha \leq 100$
Сосредоточенная на конце консоли	Растянутый	$1,0 + 0,16\alpha$	$4,0 + 0,05\alpha$
	Сжатый	$6,2 + 0,08\alpha$	$7,0 + 0,05\alpha$
Равномерно распределенная	Растянутый	$1,42 \sqrt{\alpha}$	

# Планы развития SCAD Office по расчету стальных конструкций

- ✓ Сателлит СТАЖЕР для расчета сталежелезобетонных конструкций



- ✓ Сателлит МАГНУМ для расчета ЛСТК
- ✓ Имеются мысли по улучшению форм и компактности отчетов в т.ч. трассировка расчета

# Вебинары с APCC

ClickMeeting Расчеты стальных конструкций на устойчивость 00:02:3

ПОДЕЛИТЬСЯ

**APCC Устойчивость формы**

Потеря устойчивости первого рода происходит внезапно, связана с появлением и сильным развитием совершенно новых форм деформации и характеризуется нарушением равновесия между нагрузками и внутренними усилиями

Изгиб (искривление) при центр. сжатии

Утрата симметрии деформации

Потеря плоской деформации

Потеря устойчивости второго рода происходит в результате сильного развития предшествующих деформаций без появления деформаций нового типа, вследствие невозможности поддержания статического равновесия между внешними нагрузками и внутренними усилиями системы без уменьшения внешних нагрузок, а отпорность системы (сопротивление системы росту деформаций), достигнув максимума, начинает уменьшаться при дальнейшем росте деформаций (характеризуется развитием пластических деформаций).

APCC. Ассоциация развития стального строительства

КАМЕРА И ГОЛОС

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

- ДОКЛАДЧИКИ
- APCC - Организатор

ЧАТ

Максим Петров: +  
Владислав Красильников: +  
Евгений Лапшов: +  
Алексей Рощупкин: +  
Евгений Кулаков: +  
Леонид Арутин: +  
Валерия Дроздова: +

2:12 / 1:27:45

Вебинар «Расчеты стальных конструкций на устойчивость»

1 328 просмотров • 14 мая 2019 г.

41 1 ПОДЕЛИТЬСЯ СОХРАНИТЬ

✓ 23 октября ждем на вебинаре  
«Способы определения расчетных длин элементов стальных конструкций»

Спасибо за внимание!

Вопросы



АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ  
СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

+7 (495) 744-02-63

info@steel-development.ru  
[www.steel-development.ru](http://www.steel-development.ru)



[www.scadsoft.com](http://www.scadsoft.com)

[www.scadhelp.ru](http://www.scadhelp.ru)