

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

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

Ежегодный Московский семинар  
«Расчет и проектирование конструкций  
в среде SCAD Office 21»  
23-24 апреля 2019 г.



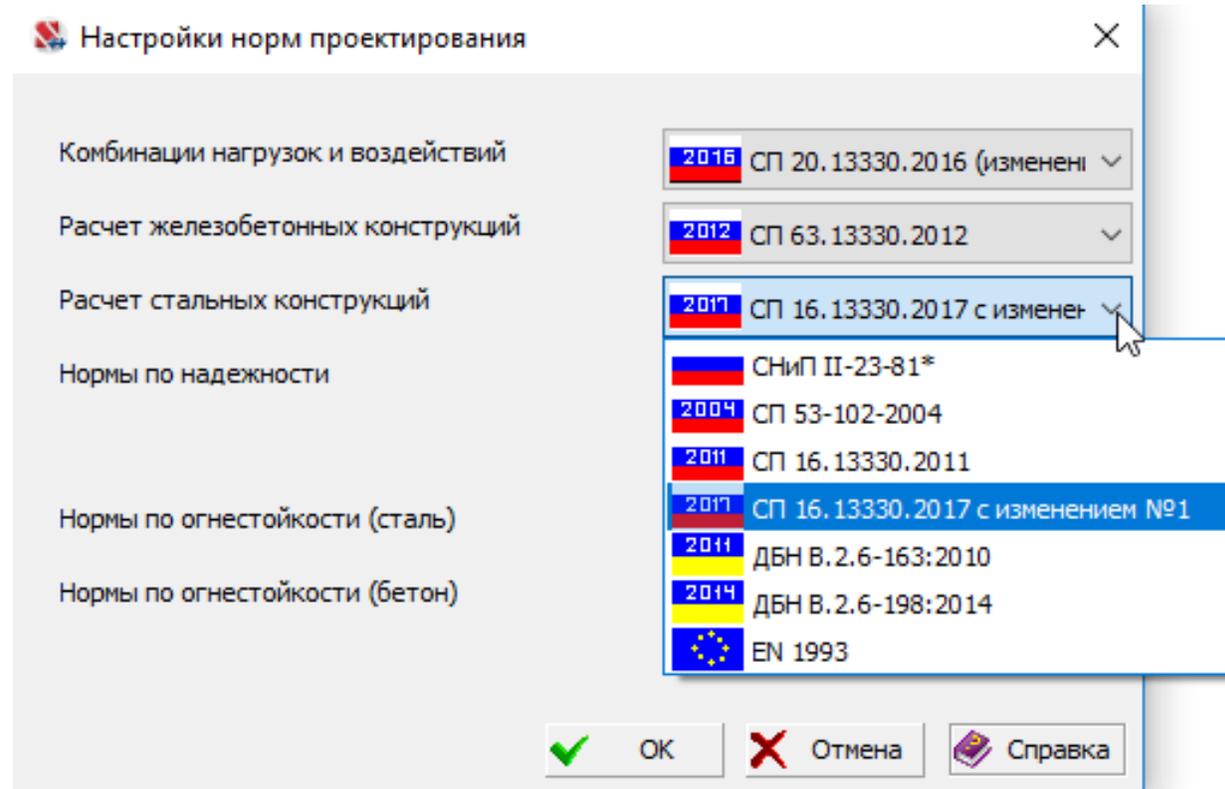
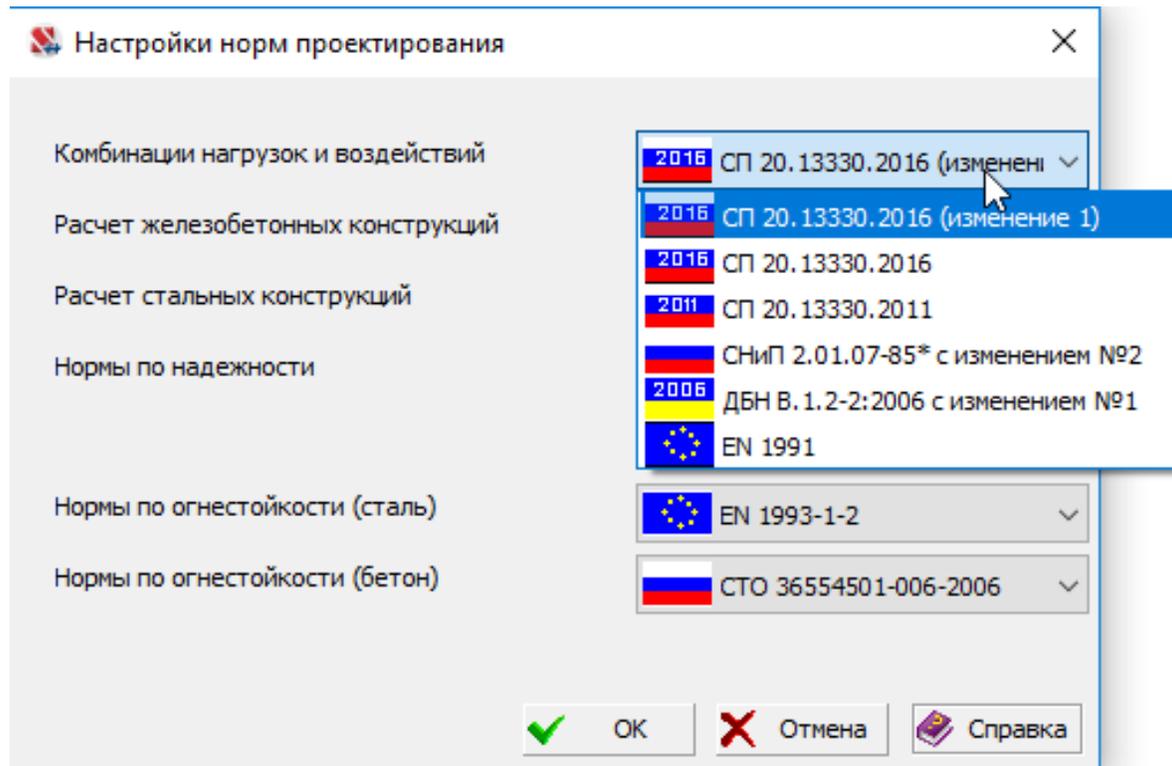
**НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ**

**SCAD Office 21.1.9.3**



# SCAD Office v.21.1.9.3. Реализация изменений в нормах

✓ Реализованы изменения № 1 в СП 20.13330.2016 (Нагрузки и воздействия) и СП 16.13330.2017 (Стальные конструкции)





# SCAD Office v.21.1.9.3. Реализация изменений в нормах

Файл Настройки Вид Операции Окно Сервис Справка

Управление Схема Назначения Узлы и Элементы Загрузки

32 (Полный ветер по X с)

### Параметры динамических воздействий

Общие данные Пульсационная составляющая ветровой нагрузки (СП 20.13330.2011, СП 20.13330.2016)

Число учитываемых форм собственных колебаний: 10

Ветровое статическое нагружение: 5 Ветер слева статика

Координата нижнего узла расчетной схемы, на который воздействует ветер: -0,15

Поправочный коэффициент: 1

Ширина здания по фронту обдуваемой поверхности: 60

Длина здания вдоль действия ветра: 24,7

Расчет по п. 6.7 СНиП 2.01.07-85\* для чета всех вычисленных форм

Параметры (СП 20.13330.2011, СП 20.13330.2016)

Ветровой район (см. табл. 11.1): Район 3

Тип местности (см. пункт 11.1.6): Тип А

Тип сооружения (см. пп. 11.1.4, 11.1.8): Любой тип здания

Логарифмический декремент (см. пункт 11.1.10): Ж/б и каменные сооружения

Направление ветра:  Вдоль оси X  Вдоль оси Y

В плоскости ХоУ

Направление по X: 0

Направление по Y: 0

Все размеры задаются в м

Использовать Изменение №1 к СП 20.13330.2016

Жесткости

№	Сечение	Материал
1	140x8	X, Y, Z
2	180x14	
3	100x5	
4	35Б2	
5	L75x6	
6	220 * 4	
7	140 * 8	
8	229	
9	350 * 1	
10	100x4	
11	280 * 6	
12	L75x6	
13	60x4	
14	60x4	
15	L75x6	
16	L75x6	

3Дкаркас...

Ожидание команды

Узелов 1484(0) Элементов 2090(0)



## SCAD Office v.21.1.9.3. Реализация изменений в нормах

Изм. № 1 в СП 20.13330.2016 касается в т.ч. и РСУ при особых воздействиях

Пункт 6.5. Изложить в новой редакции:

«6.5 Для особых сочетаний, определяемых формулой (6.2), необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок:

$$\psi_{r1} = 0,5, \psi_{r2} = \psi_{r3} = \dots = 0,3, \quad (6.5)$$

где  $\psi_{r1}$  — коэффициент сочетаний, соответствующий первой кратковременной нагрузке;  
 $\psi_{r2}, \psi_{r3}$  — коэффициенты сочетаний для остальных кратковременных нагрузок.

По СП 20.13330.2016 без изменения

6.5 Для особых сочетаний нагрузок коэффициенты сочетаний для всех кратковременных нагрузок принимаются равными 0,8, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований.

При этом коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$  для всех кратковременных нагрузок принимается равным 0,5.

20

По обязательному пока СП 20.13330.2011

6.5 Для особых сочетаний коэффициенты сочетаний для всех кратковременных нагрузок принимаются равными 0,8, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований.



Пункт 9.2.10. После формулы (122) дополнить словами: «при этом  $N$  следует принимать со знаком « $-$ ».»;

9.2.10 Расчёт на устойчивость стержней сплошного постоянного коробчатого сечения при сжатии с изгибом в одной или в двух главных плоскостях следует выполнять по формулам:

$$N / (\varphi_{ey} A R_y \gamma_c) + M_x / (c_x \delta_x W_{x,min} R_y \gamma_c) \leq 1; \quad (120)$$

$$N / (\varphi_{ex} A R_y \gamma_c) + M_y / (c_y \delta_y W_{y,min} R_y \gamma_c) \leq 1, \quad (121)$$

где  $\varphi_{ex}$ ,  $\varphi_{ey}$  – коэффициенты устойчивости при сжатии с изгибом, определяемые по таблице Д.3 (приложение Д);

$c_x$ ,  $c_y$  – коэффициенты, принимаемые по таблице Е.1 (приложение Е);

$\delta_x$ ,  $\delta_y$  – коэффициенты, определяемые по формулам:

$$\delta_x = 1 - 0,1N \bar{\lambda}_x^2 / (A R_y) \text{ и } \delta_y = 1 - 0,1N \bar{\lambda}_y^2 / (A R_y) \quad (122)$$



# SCAD Office v.21.1.9.3. Реализация изменений в нормах

Изм. № 1 в СП 16.13330.2017

Результаты до реализации изменения

Результаты после реализации изменения

Кристалл (64-бит) - Сопротивление сечений

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Расчетная длина в плоскости XOZ Кривые взаимодействия

Материалы Сечение Усилия Расчетная длина в плоскости XOY

Длина элемента 6,592 м

Геометрические характеристики

Профиль 100x3

Диаграмма факторов [СП 16.13330.2011]

Проверка	Код	Коэффициент	Загружение
Прочность при действии изгибающего момента $M_x$	п. 8.2.1	0,054	1
Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	п. 9.1.1	0,433	1
Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	п. 7.1.3	1,316	1
Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	п. 7.1.3	1,316	1
Устойчивость в плоскости действия момента $M_x$ при внецентренном сжатии	пп. 9.2.2, 9.2.10	1,316	1
Устойчивость из плоскости действия момента $M_x$ при внецентренном сжатии	пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	116074318,85	1
Предельная гибкость в плоскости XOY	п. 10.4.1	1,004	1
Предельная гибкость в плоскости XOZ	п. 10.4.1	1,004	1

OK

Кристалл (64-бит) - Сопротивление сечений

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Расчетная длина в плоскости XOZ Кривые взаимодействия

Материалы Сечение Усилия Расчетная длина в плоскости XOY

Длина элемента 6,592 м

Геометрические характеристики

Профиль 100x3

Диаграмма факторов [СП 16.13330.2011]

Проверка	Код	Коэффициент	Загружение
Прочность при действии изгибающего момента $M_x$	п. 8.2.1	0,054	1
Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	п. 9.1.1	0,433	1
Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	п. 7.1.3	1,316	1
Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	п. 7.1.3	1,316	1
Устойчивость в плоскости действия момента $M_x$ при внецентренном сжатии	пп. 9.2.2, 9.2.10	1,316	1
Устойчивость из плоскости действия момента $M_x$ при внецентренном сжатии	пп. 9.2.4, 9.2.5, 9.2.8, 9.2.10	1,316	1
Предельная гибкость в плоскости XOY	п. 10.4.1	1,149	1
Предельная гибкость в плоскости XOZ	п. 10.4.1	1,149	1

OK



# SCAD Office v.21.1.9.3. Новые нормы по сейсмике

Добавлены новые нормы по сейсмике

- ✓ СП 14.13330.2018 (Россия)
- ✓ СП РК 2.03-30-2017\*  
(Казахстан с изменениями)
- ✓ ГНИП РТ 22-07-2015  
(Таджикистан)

Параметры динамических воздействий

Общие данные: СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах

Число учитываемых форм собственных колебаний: 10

Направление вектора сейсмического воздействия: X: 1, Y: 0, Z: 0

Расчетная ситуация:

- Расчетное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике
- Контрольное землетрясение - решение по линейно-спектральной методике

Коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность [табл. 4.2]: Другие здания и сооружения, 1

Коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения [табл. 5.2]: Допускаются (стальные, без диафрагм и связей), 0,25

Коэффициент, учитывающий рассеивание энергии колебаний [табл. 5.3]: Каркасные здания, 1,3

Категория грунта: III категория

Поправочный коэффициент: 1,4

Учет нелинейного деформирования грунтов

Сейсмичность: 7 баллов

Графики коэффициента динамичности:

- По нормам
- Единый график
- Раздельный для каждого направления

Загрузка графиков:

Учет близости частот (формула 5.9)

OK Отмена Справка



## **SCAD Office v.21.1.9.3. Расчеты на МРЗ (КЗ) по СП 14.13330.2014 (2018)**

От пользователей мы получаем сигналы о том, что некоторые эксперты по расчетам, выполненным на МРЗ (КЗ) в SCAD по линейно-спектральной методике пытаются требовать примерно следующее:

«Предоставьте расчет на МРЗ во временной области с применением акселерограмм и расчетных моделей, учитывающих развитие в несущих и ненесущих элементах конструкций неупругих деформаций и локальных хрупких разрушений на основании п. 5.2.1 а) и 5.2.2 СП 14.13330.2014 (2018)»



## **SCAD Office v.21.1.9.3. Расчеты на МРЗ (КЗ) по СП 14.13330.2014 (2018)**

### **СП 14.13330.2018 п. 5.2 б)**

б) сейсмические нагрузки соответствуют КЗ. На действие КЗ рассчитываются законструированные по результатам РЗ сечения и элементы здания, сооружения. Целью расчетов на КЗ является оценка общей устойчивости, неизменяемости, однородности конструкций сооружения, допустимость уровня ускорений, перемещений, скоростей в элементах здания, сооружения, способность конструкций здания к перераспределению внешнего сейсмического воздействия за счет формирования пластических шарниров и иных нелинейных эффектов.

### **СП 14.13330.2014 п. 5.2 б)**

б) сейсмические нагрузки соответствуют уровню МРЗ (максимальное расчетное землетрясение). Целью расчетов на воздействие МРЗ является предотвращение глобального обрушения сооружения или его частей, создающего угрозу безопасности людей. Формирование расчетных моделей сооружений следует проводить с учетом возможности развития в несущих и ненесущих элементах конструкций неупругих деформаций и локальных хрупких разрушений.



## SCAD Office v.21.1.9.3. Расчеты на МРЗ (КЗ) по СП 14.13330.2014 (2018)

### СП 14.13330.2018 п. 5.2.2 (фрагмент)

5.2.2 Расчеты, соответствующие КЗ, следует выполнять: во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм, по теории предельного равновесия с учетом 5.5 или с использованием **иных научно обоснованных методов**. При расчете на КЗ следует задавать жесткостные характеристики конструкций здания, соответствующие прогнозируемому или назначаемому уровню деформирования или повреждения его элементов. Учет нелинейного характера зависимости между величиной внешнего воздействия и деформациями (перемещениями) конструкций может выполняться как путем прямого задания

### СП 14.13330.2014 п. 5.2.2 (фрагмент)

5.2.2 Расчеты, соответствующие МРЗ, следует, **как правило**, выполнять во временной области с применением инструментальных или синтезированных акселерограмм. Максимальные амплитуды инструментальных или синтезированных ускорений в уровне основания сооружения следует принимать не менее 1,0, 2,0 или 4,0 м/с<sup>2</sup> при сейсмичности площадок строительства 7, 8 и 9 баллов, соответственно, и умножать на коэффициент  $K_0$  таблицы 3. В расчетах на МРЗ



## **SCAD Office v.21.1.9.3. Расчеты на МРЗ (КЗ) по СП 14.13330.2014 (2018)**

**Вариант ответа находится в юридической плоскости.**

1. СП 14.13330.2018, а также п. 5.2 б) и 5.2.2 СП 14.13330.2014 не входят в перечень обязательных согласно постановлению Правительства РФ N 1521.

2. На основании части 4 статьи 16 Федерального закона о техническом регулировании N 184-ФЗ неприменение применяемых на добровольной основе стандартов и сводов правил не может оцениваться как несоблюдение требований технических регламентов.

3. В обязательных к исполнению нормативных документов нет и не может быть запрета на использование линейно-спектральной методики (ЛСМ) для расчета на МРЗ (КЗ), а расчет по ЛСМ установлен в обязательных к применению пунктах СП 14.13330.2014. Таким образом расчет на МРЗ по ЛСМ в SCAD по СП 14.13330.2014 обеспечивает соответствие техническому регламенту 384-ФЗ.



# SCAD Office v.21.1.9.3. Расчеты на МРЗ (КЗ) по СП 14.13330.2014 (2018)

Требованиям расчета во временной области в SCAD по нашему мнению соответствуют возможности расчета на сейсмику по акселерограммам или методом прямого интегрирования уравнений движения, что может дать более экономичные решения, чем расчет по линейно-спектральной методике (по ЛСМ при расчете на МРЗ (КЗ) усиления в зависимости от К<sub>0</sub>, - в 1,5 – 2 раза выше чем при ПЗ (РЗ)).

Параметры динамических воздействий

Общие данные Расчет на сейсмику по одной акселерограмме

Вид воздействия

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

Нормативная нагрузка

Преобразовывать массы из расчетных в нормативные

Имя: 12 Полный ветер по X слева со снегом и ...

Имя загрузки: Полный ветер по X слева со снегом и кранс

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присоединяемого статического нагружения: 1 СВ Кэф. пересчета: 0 + Записать

Загружение	Кэф. ициент
1 СВ	0,95
2 Пост	0,87
3 Снег слева	0,71

Удалить

Страна	Шифр	Наименование
	СНТ 2.01.08-99*	Строительство в сейсмических районах Туркменистана
	КМК 2.01.03-96	Строительство в сейсмических районах Узбекистана
	СНиП КР 20-02:2009	Строительство в сейсмических районах Кыргызии
	ГНП РТ 22-07-2015	Строительство в сейсмических районах Таджикистана
		Сейсмика по акселерограмме
		Сейсмика по акселерограммам (3 компоненты)
		Сейсмика по акселерограммам (6 компонент)

Параметры динамических воздействий

Общие данные Прямое интегрирование уравнений движения

Вид воздействия

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

Нормативная нагрузка

Преобразовывать массы из расчетных в нормативные

Имя: 12 Полный ветер по X слева со снегом и ...

Имя загрузки: Полный ветер по X слева со снегом и кранс

Преобразование статических нагрузок в массы

Номер и имя присоединяемого статического нагружения: 1 СВ Кэф. пересчета: 0 + Записать

Загружение	Кэф. ициент
1 СВ	0,95
2 Пост	0,87
3 Снег слева	0,71

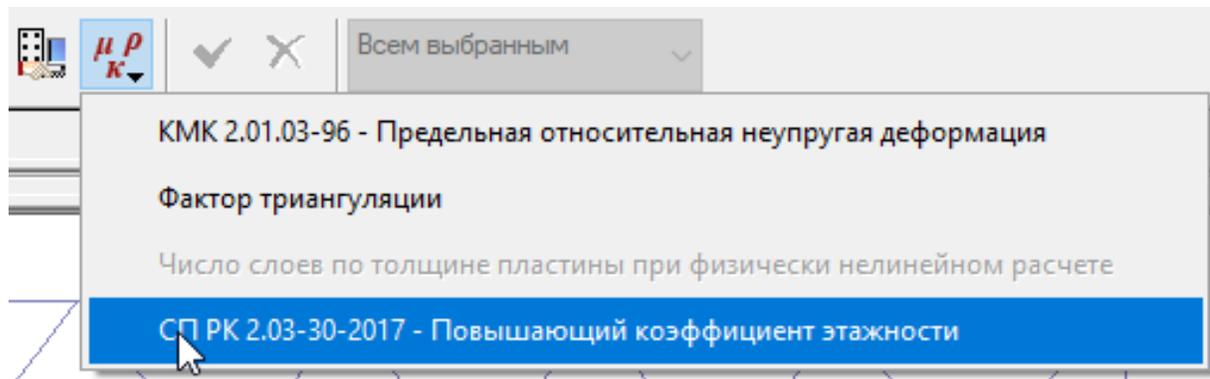
Удалить

Наименование

Прямое интегрирование уравнений движения



# SCAD Office v.21.1.9.3. Новые нормы. СП РК 2.03-30-2017\* (Казахстан)



Повышающий коэффициент этажности – это коэффициент  $f_{vk}$  согласно п. 7.6.6 СП РК 2.03-30-2017\*

Коэффициент поведения вертикальных нагрузок равен 1,5 согласно п. 7.6.2 СП РК 2.03-30-2017\*, но может быть назначен пользователем при выборе типа здания «Экспериментальные исследования»

Параметры динамических воздействий

Общие данные СП РК 2.03-30-2017, СП РК 2.03-30-2017\* (Казахстан)

Число учитываемых форм собственных колебаний: 10

Направление вектора сейсмического воздействия: X: 1, Y: 0, Z: 0

Класс ответственности по назначению (табл. 7.2): II. Здания и сооружения, не принадлежащие категориям

Класс ответственности по этажности (табл. 7.3): I. Малозэтажные здания

Категория грунта: II, Ускорение: 0,98 м/сек<sup>2</sup>, Этажность: 5

Поправочный коэффициент: 1

Тип здания:  Регулярное по высоте (табл. 7.8),  Инженерное сооружение (табл. 7.9)

Коэффициент поведения: За. Каркасные здания, за исключением указанн... 4

Коэффициент поведения для вертикальных нагрузок: 1,5

Графики коэффициента динамичности:  По нормам,  Единый график,  Раздельный для каждого направления,  Только по вертикали

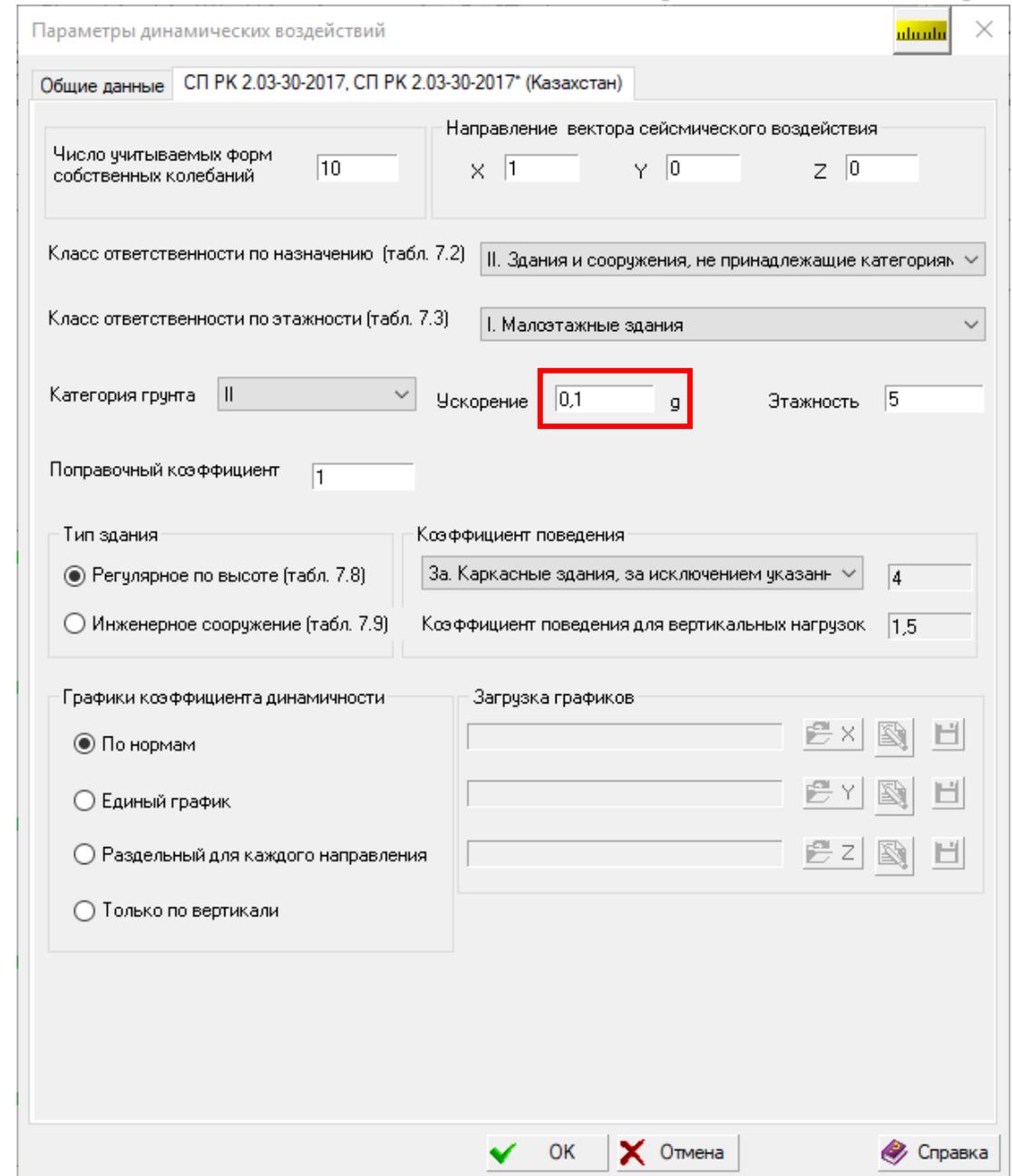
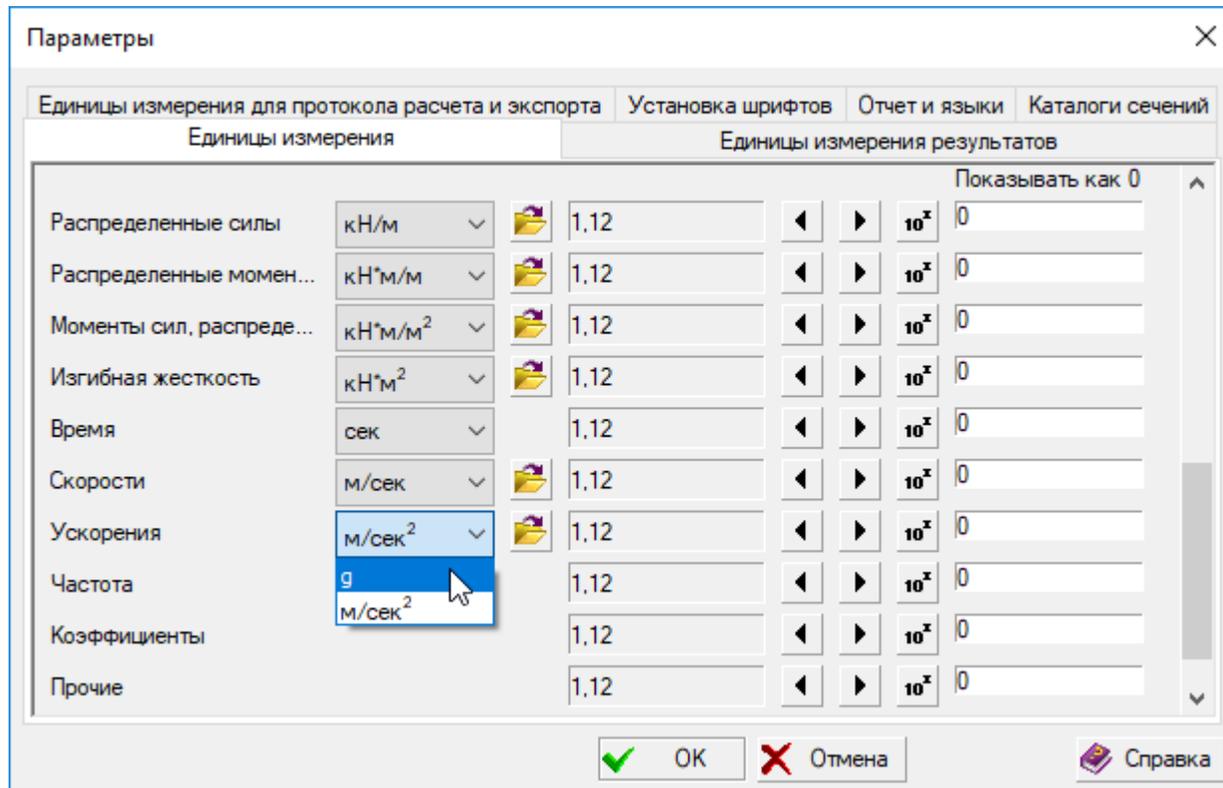
Загрузка графиков: X, Y, Z

OK Отмена Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. Новые нормы. СП РК 2.03-30-2017\* (Казахстан)

Ускорения в СП РК 2.03-30-2017\* приведены в долях от g. Для задания ускорения в долях от g необходимо в настройках единиц измерения для ускорения выбрать g





# SCAD Office v.21.1.9.3. Новые нормы. ГНиП РТ 22-07-2015 (Таджикистан)

Управление | Схема | Назначения | Узлы и Элементы | Загружения | Группы | Монтаж

**Жесткости**

№	Цвет	Сечение
1	Green	40К3
2	Cyan	50Ш1
3	Blue	20К1
4	Magenta	120x5
5	Brown	30Ш2
6	Olive	200x6
7	Dark Green	25Ш1
8	Teal	20Б1
9	Dark Blue	80x4
10	Purple	18П
11	Red	L75x6
12	Yellow	30П
13	Light Green	18Б1
14	Light Cyan	30Б1
15	Light Blue	12x12
16	Pink	140x10

Шкала фрагмента  
Закреть

**Параметры динамических воздействий**

Общие данные: ГНиП РТ 22-07-2015 Сейсмостойкое строительство

Число учитываемых форм собственных колебаний: 10

Направление вектора сейсмического воздействия: X 1, Y 0, Z 0

Расчетная ситуация:  
 Решение по линейно-спектральной методике

Коэффициент, учитывающий степень ответственности зданий и сооружений, принимаемый (Табл. 3, Прил. 4): Жилые, административные, общественные здания | 0,25

Коэффициент редукции, учитывающий конструктивные решения зданий и сооружений, принимаемый (Табл. 4, Прил. 4): Здания с несущим стальным каркасом | 1

Коэффициент, учитывающий способность здания и сооружения к рассеиванию энергии (Табл. 5, Прил. 4): Каркасные здания | 1,3

Категория грунта: II категория

Поправочный коэффициент: 1

Этажность: 5

Сейсмичность: 8 баллов

Графики коэффициента динамичности:  
 По нормам  
 Единый график  
 Раздельный для каждого направления

Загрузка графиков:  
[ ] [ ] [ ]

OK Отмена Справка



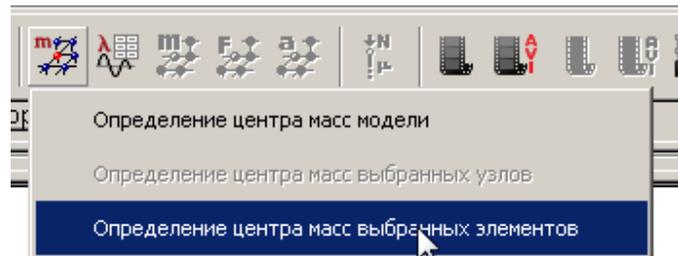
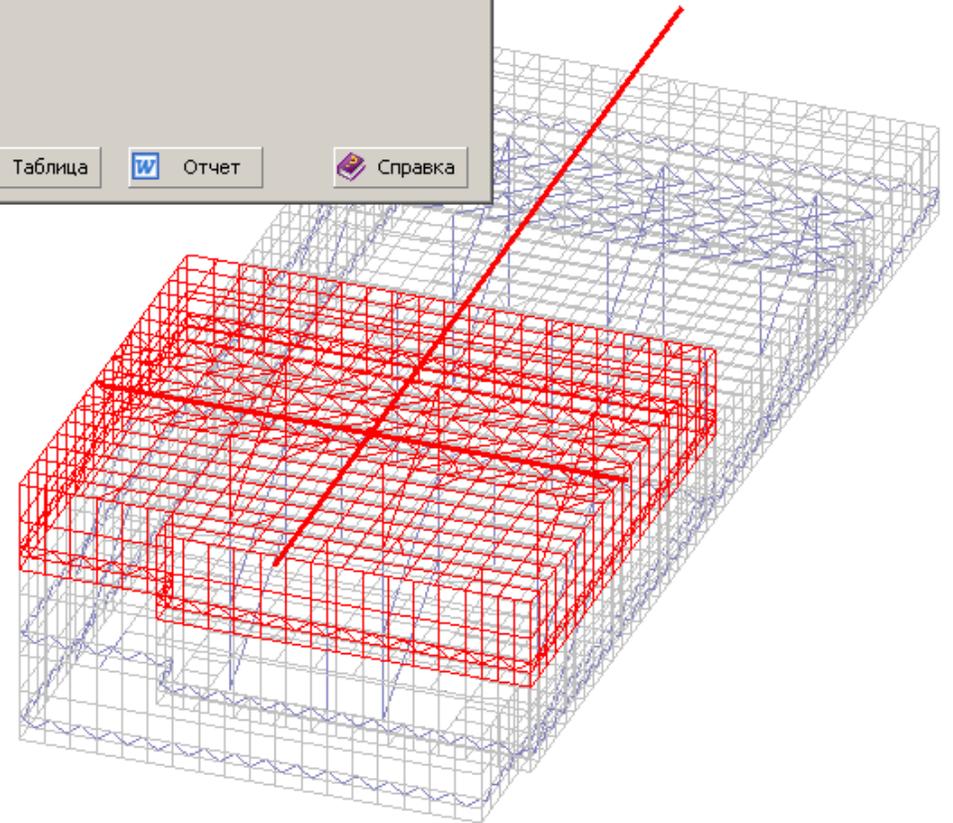
# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

✓ Расширены возможности операции «Определение центра масс» – можно определять центр масс не только всей модели, но и выделенных узлов и/или элементов, что будет полезно при моделировании поэтажных сейсмических моментов

Определение центра масс выбранных элементов

	Загрузка	X	Y	Z
		М	М	М
L12	Полный ветер снизу	12,31	10,126	12,032
L13	Полный ветер сверху	12,31	10,126	12,032
L14	Полный ветер слева	12,31	10,126	12,032
L15	Полный ветер справа	12,31	10,126	12,032
L16	CX	12,294	10,106	12,063

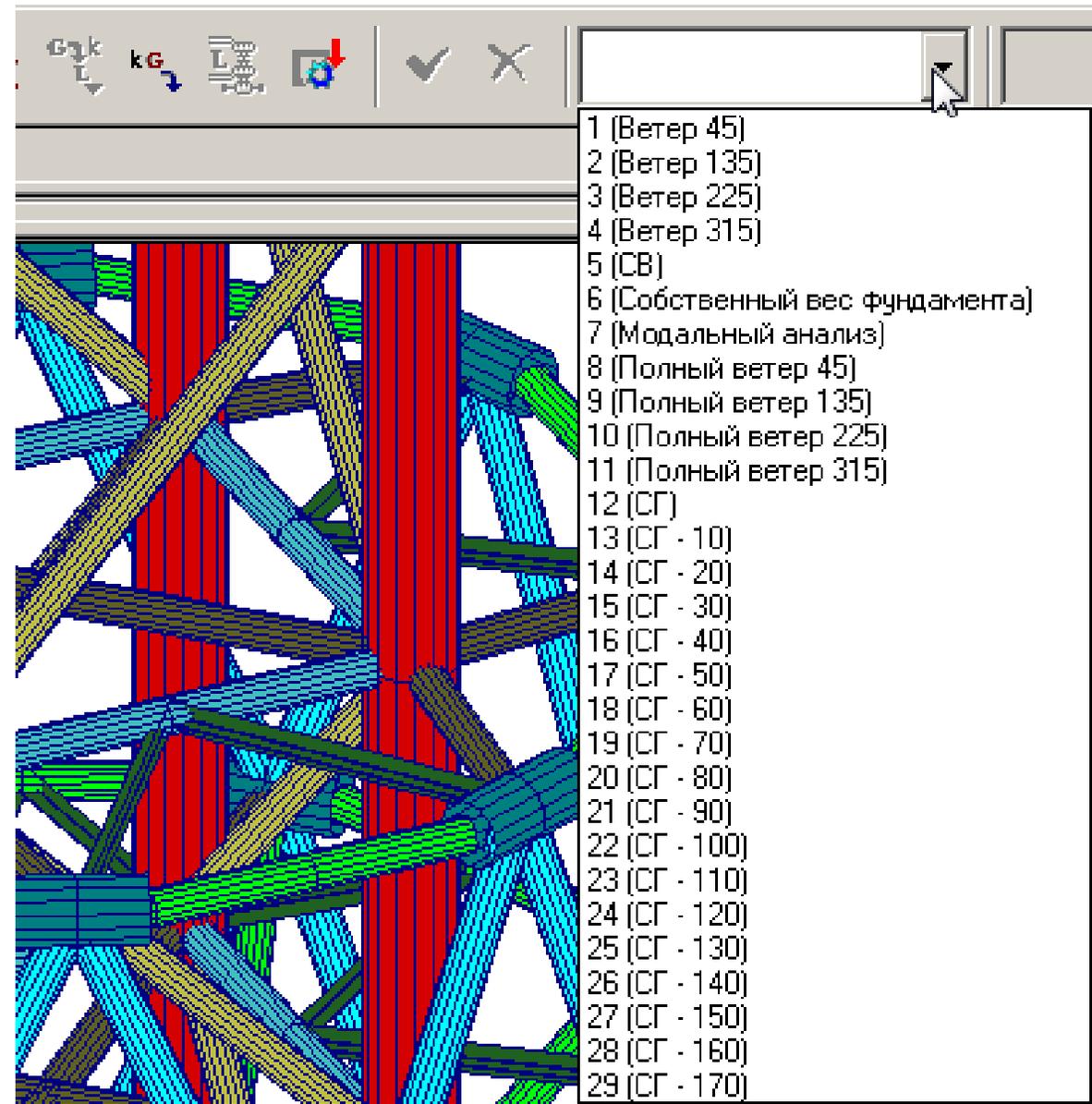
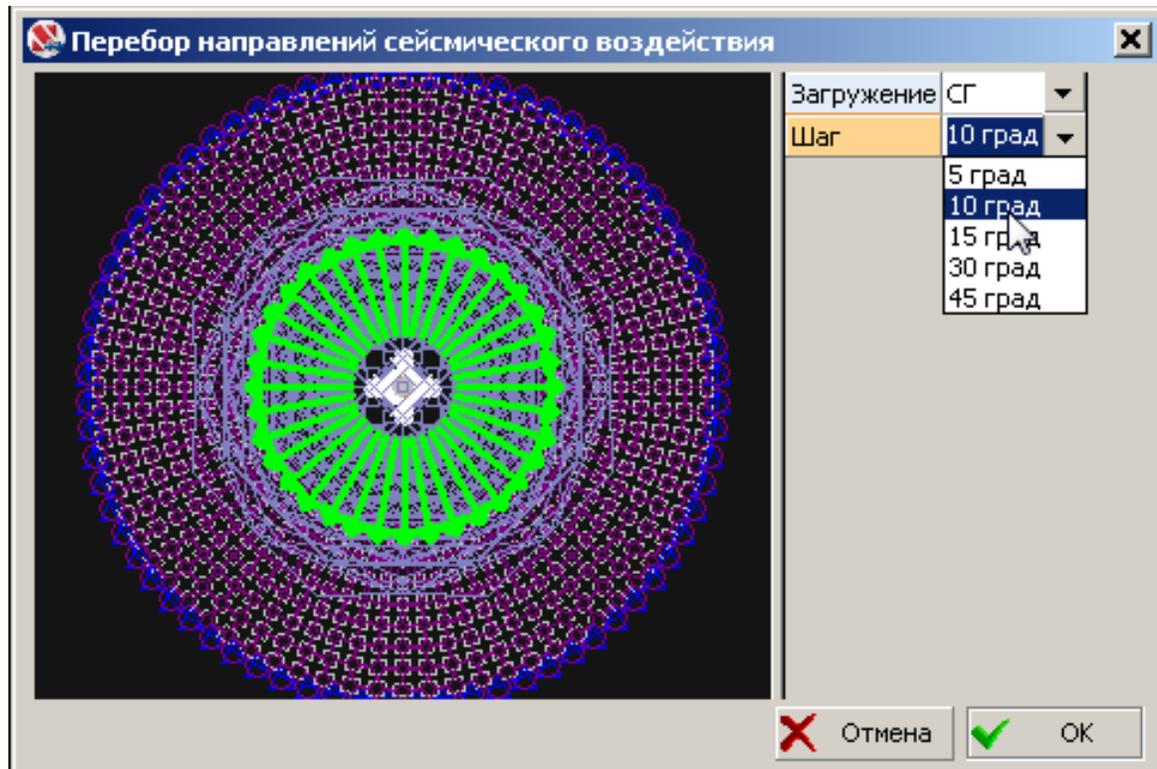
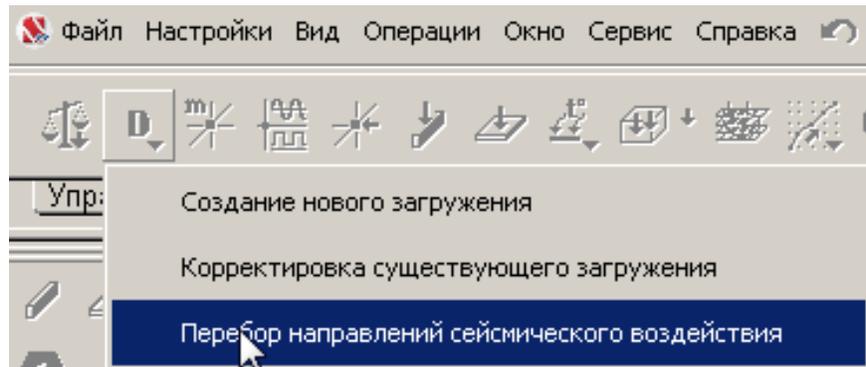
Выход Таблица Отчет Справка





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

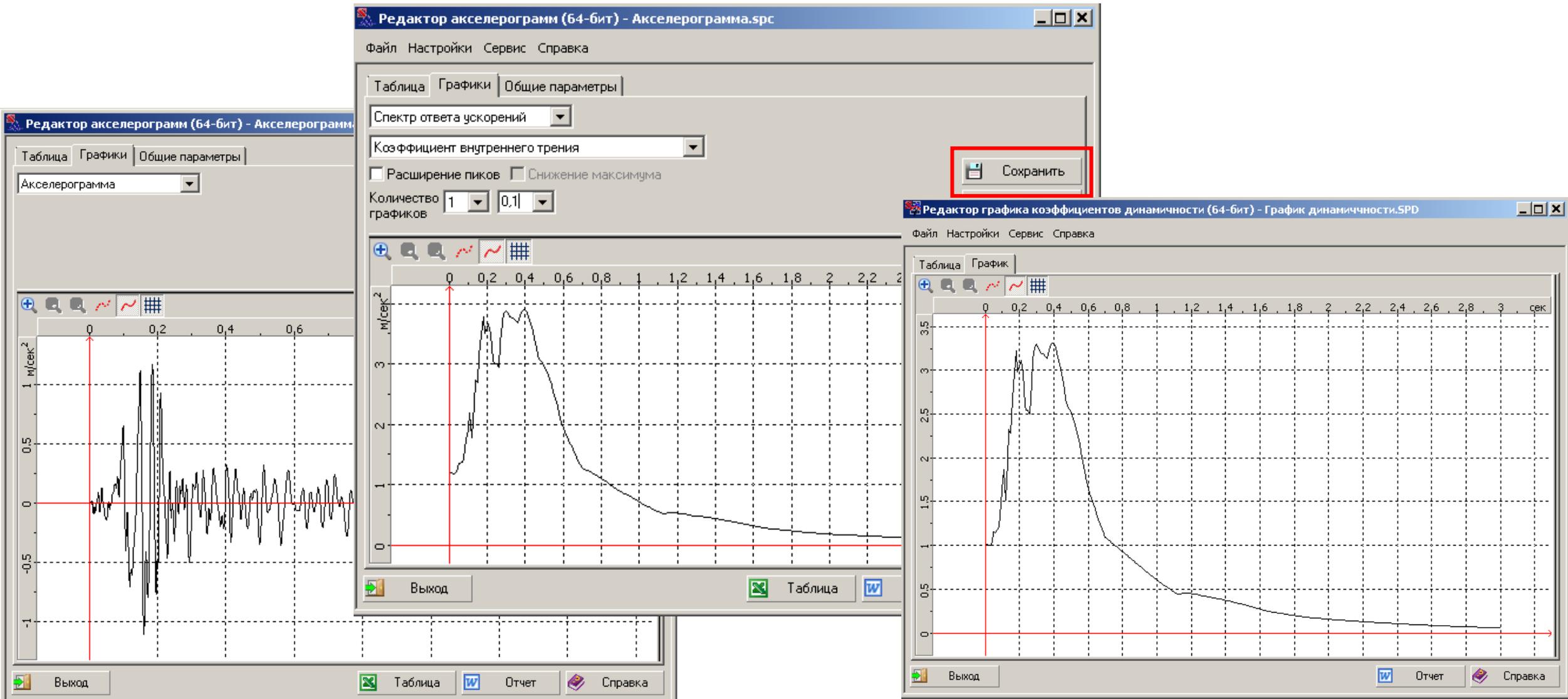
✓ Добавлена возможность перебора направлений сейсмического воздействия





# SCAD Office v.21.1.9.3. Редактор акселерограмм

- ✓ В редакторе акселерограмм исправлена ошибка сохранения спектра ответа как графика динамичности (спектр ответа ускорений делился на ускорение свободного падения, а теперь делится на максимальное ускорение, отображаемое в свойствах акселерограммы)





## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Прогрессирующее обрушение

- ✓ По СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения» реализована возможность задать оговоренные этим нормативным документом коэффициенты условий работы стали, арматуры и бетона. **Многие другие требования этого СП соответствуют тому, что уже давно реализовано в SCAD.**
- ✓ Отдельно следует отметить, что реально доступный по приложению Б СП 385.1325800.2018 алгоритм расчета на прогрессирующее обрушение в квазистатической постановке согласно которому мгновенное удаление выключаемого элемента моделируется усилиями, определенными в этом элементе при расчете по первичной расчетной схеме, прикладываемыми во вторичной расчетной схеме с обратным знаком, соответствует коэффициенту динамичности 2, установленному по умолчанию в режиме расчета на прогрессирующее обрушение.



## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Прогрессирующее обрушение

- ✓ Требование п. 5.1 СП 385 учитывается автоматически при использовании режима расчета на прогрессирующее обрушение.

5.1 При расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения расчетные прочностные характеристики материалов в соответствии с СП 16.13330, СП 63.13330, СП 64.13330, СП 128.13330, СП 266.1325800 принимают равными их нормативным значениям, а для

- ✓ Требование п. 5.2 СП 385 учитывается при задании дополнительного коэффициента условий работы в конструктивных группах.

5.2 Значения дополнительных коэффициентов условий работы, вводимых при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения, приведены в приложении А.

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



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Прогрессирующее обрушение

- ✓ Требование п. 7.5 СП 385 учитывается установкой маркера «Выполнить расчет с учетом геометрической нелинейности», а п. 7.6 назначением коэффициента динамичности равным 2.

7.5 Расчет сооружения на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует проводить по деформированной схеме с учетом требований, изложенных в 7.4.

7.6 Для расчета на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует использовать квазистатический или динамический метод. Алгоритм расчета приведен в приложении Б.

- ✓ Реализация физической нелинейности позволяет в перспективе подойти к выполнению требования п. 7.4 СП 385.

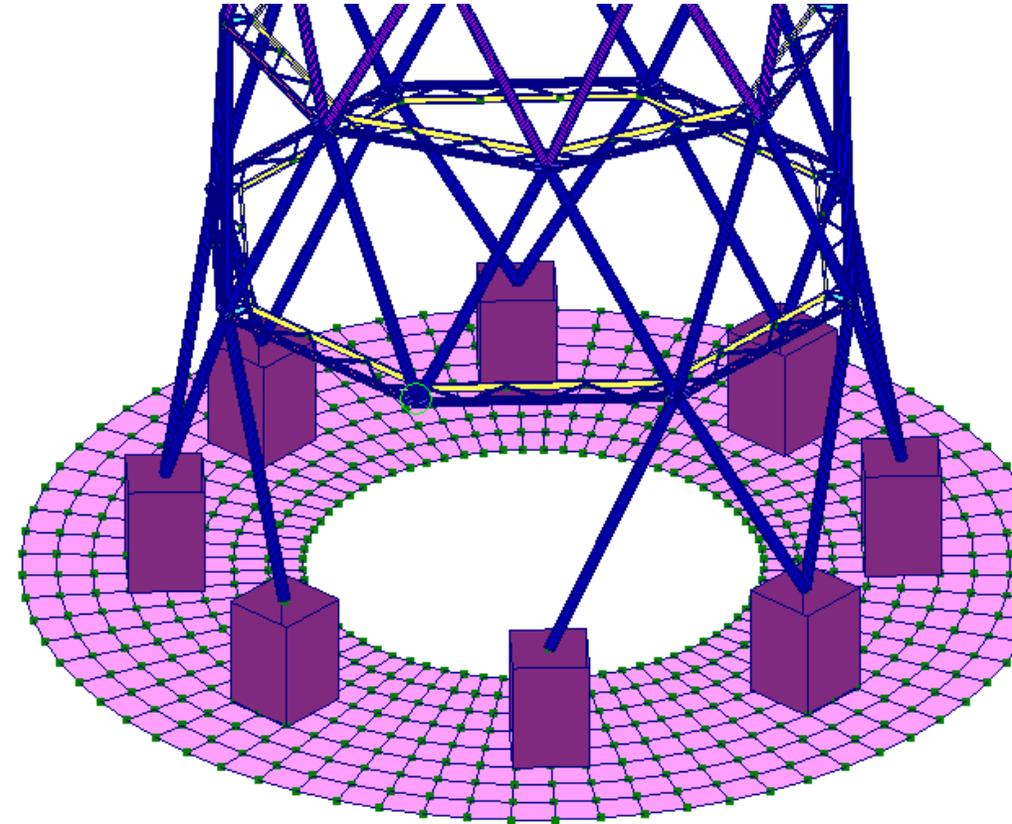
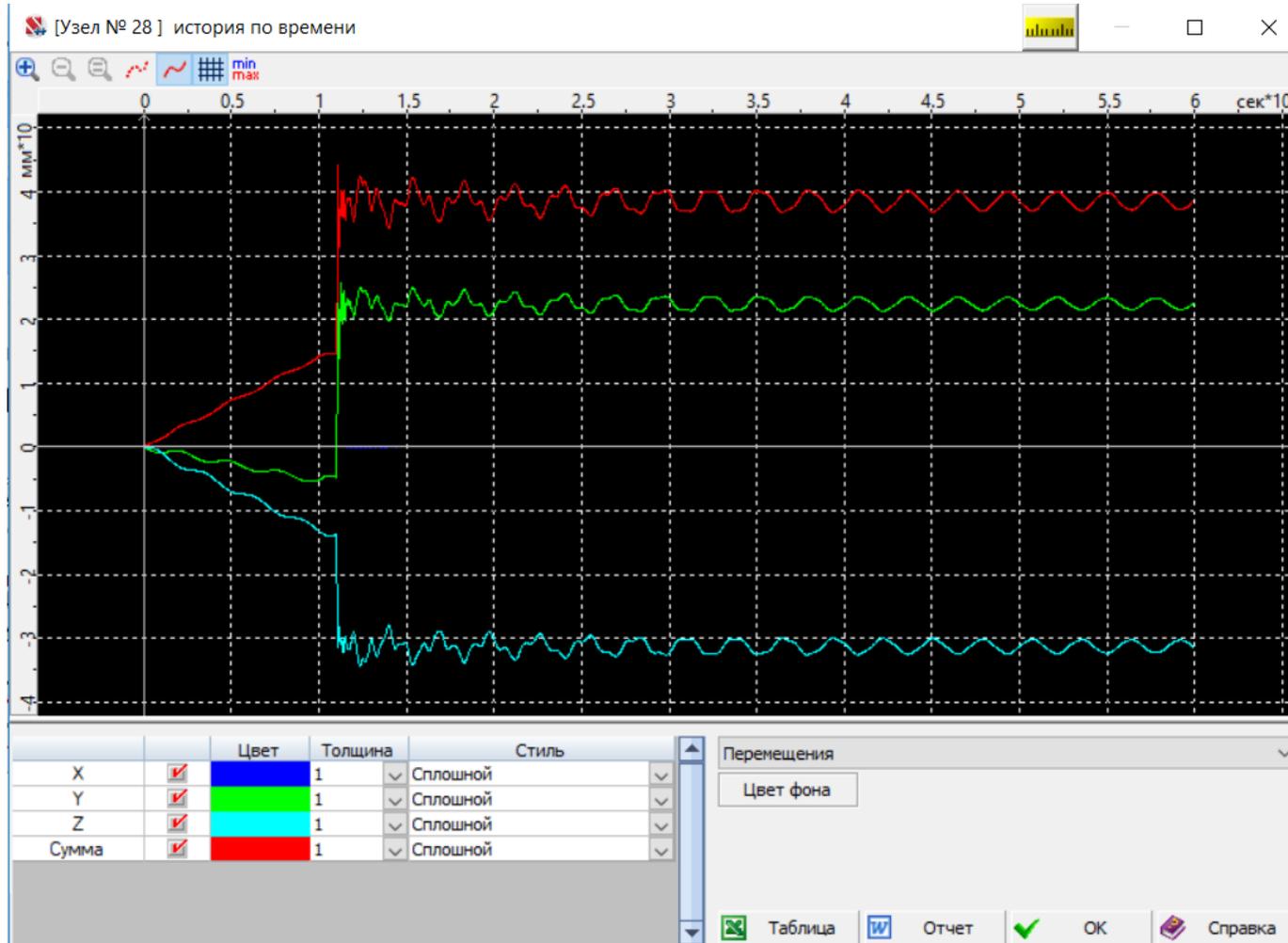
7.4 В расчетной модели сооружения следует учитывать реальную диаграмму работы материала конструкций и их стыков (расслоение кирпичной кладки при работе конструкции на растяжение; невосприятие в платформенном стыке растягивающих напряжений; хрупкое разрушение конструкций и узлов их сопряжения и т. п.) и возможность возникновения особого предельного состояния.

- ✓ При расчете на прогрессирующее обрушение добавлена возможность сохранения файла со схемой прогрессирующего обрушения для дальнейшего расчета и анализа деформаций



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Прогрессирующее обрушение

- ✓ Реализованный достаточно давно в SCAD режим динамического расчета «Интегрирование уравнений движения» позволяет более выполнять расчет на прогрессирующее обрушение динамическим методом и в некоторых случаях даже при задании времени воздействия 0,001 сек (рекомендовано справочником по динамике в случае если время воздействия неизвестно) получать более экономичные результаты чем квазистатический метод с коэффициентом динамичности 2





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

✓ При назначении сечений по сортаментам добавлены фильтры, позволяющие ускорить выбор нужного профиля

The screenshot displays the SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++ interface. The main window shows a 3D model of a steel structure with various members highlighted in different colors (green, blue, purple, yellow). A dialog box titled "Жесткость стержневых элементов" (Stiffness of rod elements) is open, showing the "Профили металлопроката" (Steel profiles) tab. The material is set to "Сталь качественная" (Quality steel). The dialog includes a list of material properties and a section catalog. The section catalog is titled "Полный каталог профилей ГОСТ..." and lists various steel profiles. A red box highlights the "L I C O T" filter buttons at the top of the catalog. The dialog also features buttons for "Заменить и выйти" (Replace and exit), "Заменить и продолжить" (Replace and continue), "OK", "Отмена" (Cancel), and "Справка" (Help).

Жесткости

№	Цвет	Сечение
1	Желтый	45 * 67
2	Синий	70Ш1
3	Красный	30Ш1
4	Фиолетовый	40К1
5	Зеленый	40 * 10
6	Оранжевый	63 * 14
7	Синий	35Ш1
8	Синий	h=0.03
9	Синий	h=0.02
10	Синий	50Ш1
11	Синий	10 * 10
12	Синий	L80x6
13	Синий	200x6
14	Синий	40Ш1
15	Синий	120x6
16	Синий	4561

Жесткость стержневых элементов

Общие данные Профили металлопроката

Материал: Сталь качественная

Модуль упругости: 206010000 кН/м<sup>2</sup>

Объемный вес: 77,01 кН/м<sup>3</sup>

Коэффициент Пуассона: 0,3

Козф. линейного расширения: 1,2e-005 1/°C

Параметр затухания (в долях от критического): 0

Составное сечение

Полный каталог профилей ГОСТ...

- Двутавр колонный (К) по ГОСТ 26020-83
- Двутавр с уклоном полок по ГОСТ 8239-89
- Двутавр дополнительной серии (Д) по ГОСТ 26020
- Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83
- Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83
- Двутавр стальной специальный по ГОСТ 19425-74
- Двутавр широкополочный по ТУ 0925-016-0018626
- Двутавр широкополочный по ТУ 0925-036-0018626
- Двутавр колонный по ТУ 0925-016-00186269-2016
- Двутавр нормальный по ТУ 0925-016-00186269-20
- Двутавр широкополочный по ТУ 0925-016-00186269-20
- Двутавр среднеполочный по ТУ 0925-016-00186269-20
- Двутавр узкополочный по ТУ 0925-016-00186269-2
- Двутавр колонный по ТУ 0925-036-00186269-2016
- Двутавр нормальный по ТУ 0925-036-00186269-20
- Двутавр свайный по ТУ 0925-036-00186269-2016
- Двутавр узкополочный по ТУ 24107-016-00186269-
- Двутавр нормальный по ТУ 24107-016-00186269-2
- Двутавр среднеполочный по ТУ 24107-016-00186269-

Номер типа жесткости Новая жесткость Характеристики сечения

Заменить и выйти Заменить и продолжить OK Отмена Справка

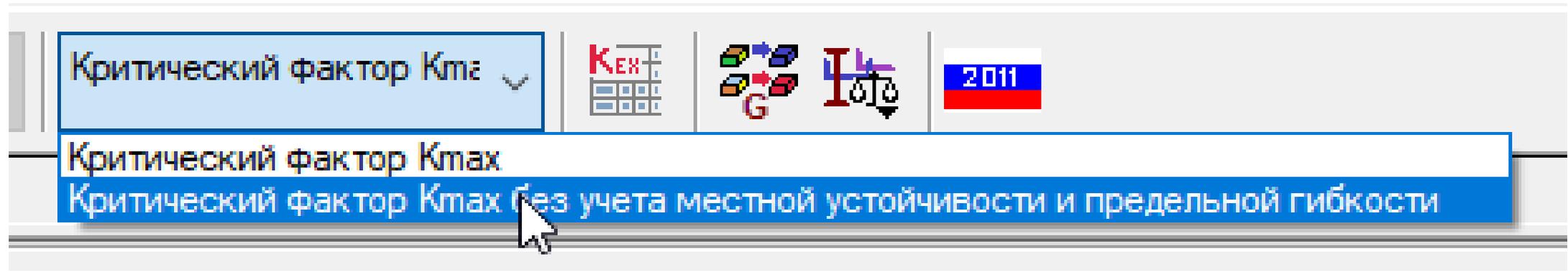


## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. КРИСТАЛЛ

- ✓ При расчете элементов стальных конструкций реализованы проверки местной устойчивости стенок и полок

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	0,3352	
Предельная гибкость полки из условия местной устойчивости	пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	0,4371	

- ✓ Для предварительных расчетов добавлена возможность выводить критический фактор без учета местной устойчивости и предельной гибкости





## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. КРИСТАЛЛ

- ✓ Реализация местной устойчивости потребовала учета ребер жесткости и их шага

Ребра жесткости

Шаг ребер  м

- ✓ Соответственно реализована и проверка шага ребер жесткости

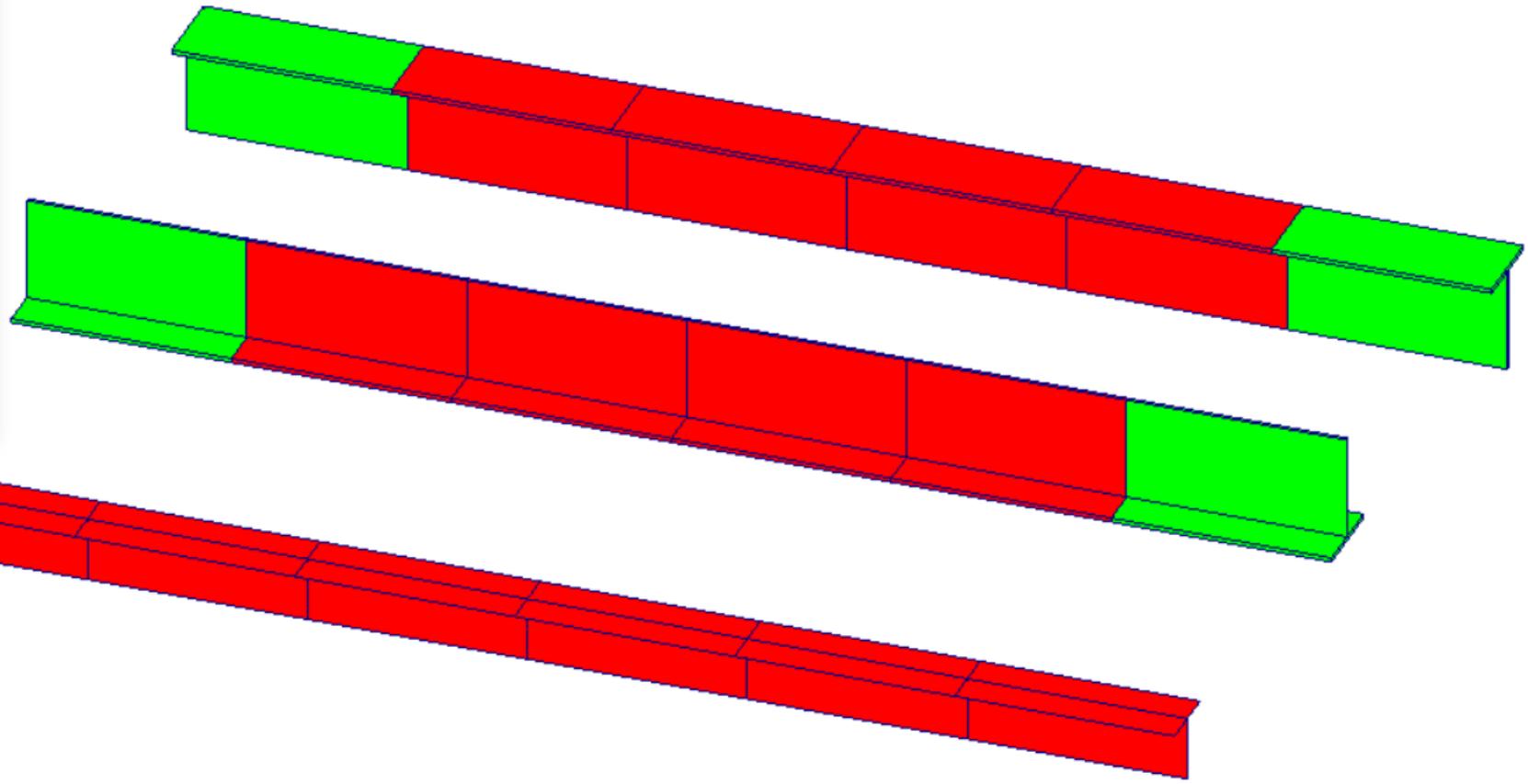
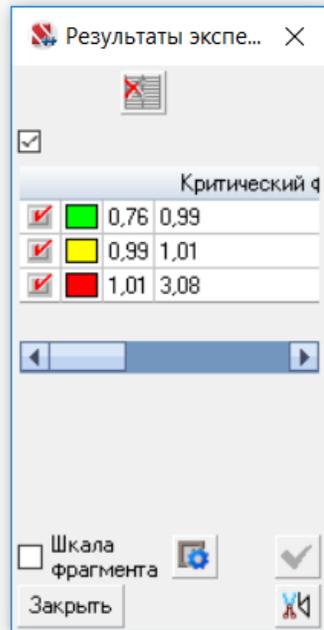
 Результат выполнения операции ✕

 Расстояние между поперечными ребрами жесткости не должно превышать удвоенной высоты стенки. Необходимо принять его не более 0,79 м.  
Конструктивная группа/элемент: Балки. Элементы: 2 4



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

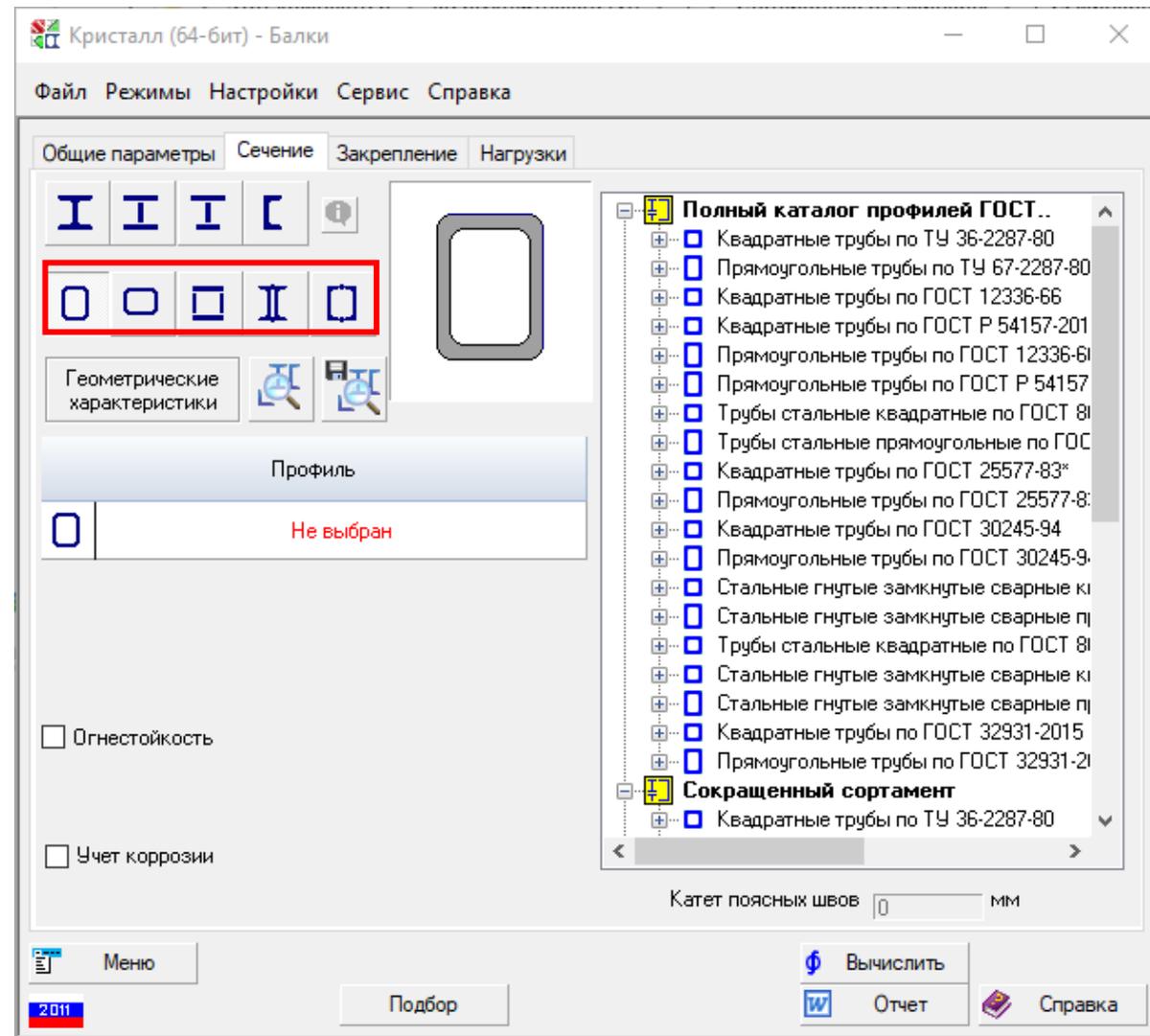
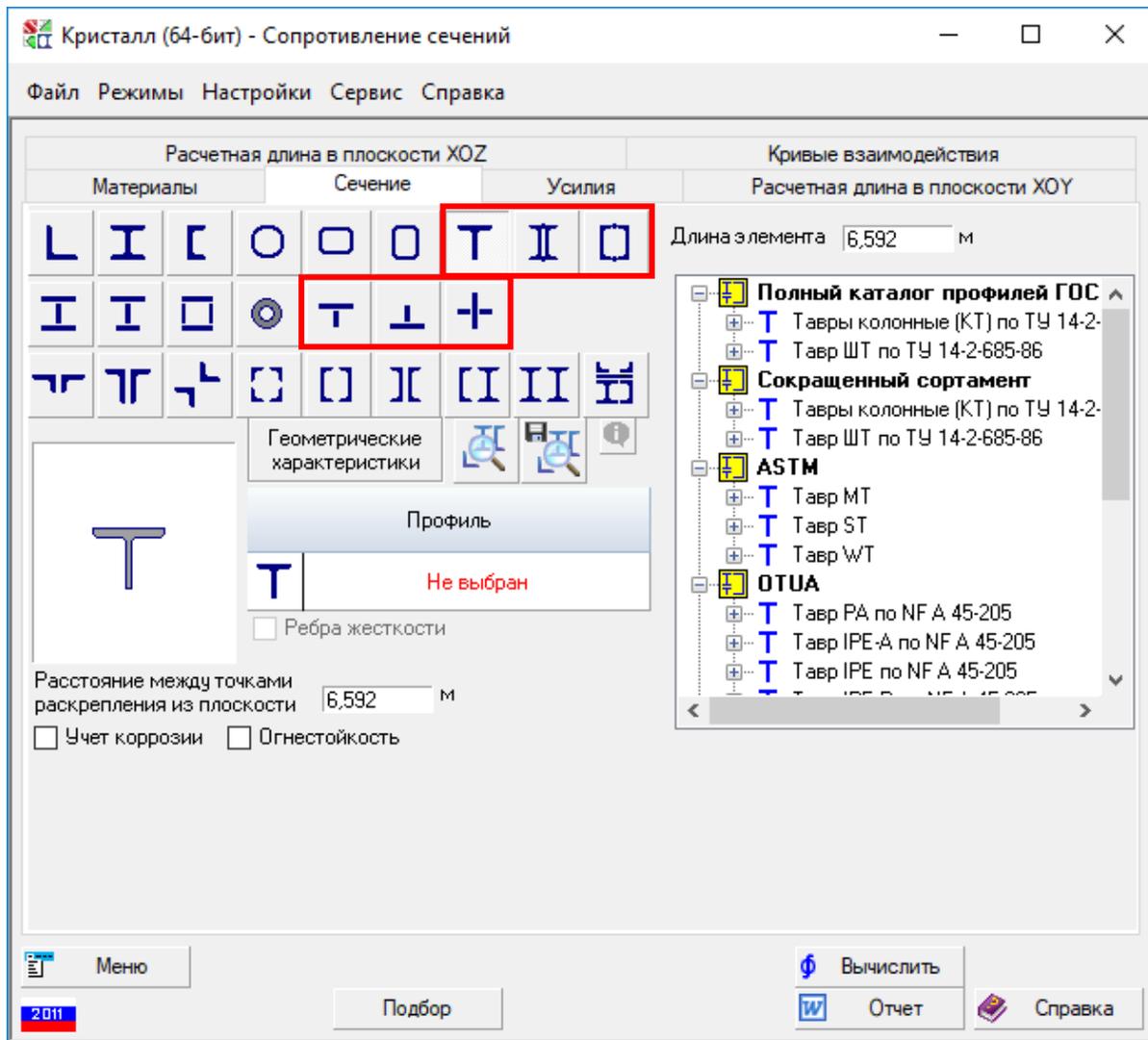
- ✓ В SCAD++ реализованы проверки прокатных и параметризованных тавровых сечений





# SCAD Office v.21.1.9.3. КРИСТАЛЛ

✓ В КРИСТАЛЛ в режимах «Сопротивление сечений», «Балка» и «Неразрезная балка» добавлены новые сечения





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

✓ В SCAD++ реализован стержневой конечный элемент переменного сечения

[Элементы № 1,5 ] Жесткость стержневых элементов

Общие данные | Переменные сечения

Материал  
Сталь обыкновенная

Объемный вес: 77,01 кН/м<sup>3</sup>

Модуль упругости: 206010000 кН/м<sup>2</sup>

Коэффициент Пуассона: 0,3

Кэф. линейного расширения: 1,2e-005 1/°C

Параметр затухания (в долях от критического): 0

Сечение

	b	h	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	
Начало	12	676	630	28	630	18	
Конец	12	1946	630	28	630	18	

Номер типа жесткости: 1

Заменить и выйти | Отмена | Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

- ✓ При дроблении стержней переменного сечения предоставлена возможность произвести замену стержнями постоянного сечения и выполнить проверку такой модели по нормам

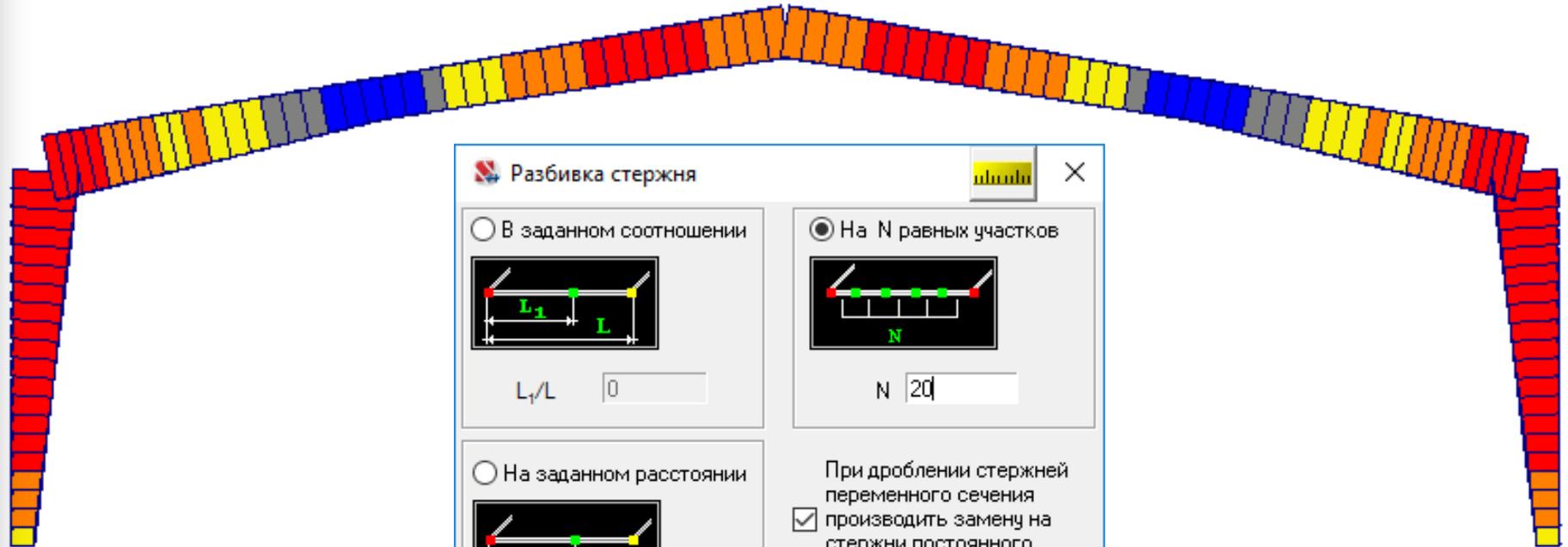
Результаты эксп...

Критический  $\phi$

<input checked="" type="checkbox"/>		0,22	0,35
<input checked="" type="checkbox"/>		0,35	0,49
<input checked="" type="checkbox"/>		0,49	0,62
<input checked="" type="checkbox"/>		0,62	0,76
<input checked="" type="checkbox"/>		0,76	0,89

Шкала фрагмента

Закреть



Разбивка стержня

В заданном соотношении

На N равных участков

При дроблении стержней переменного сечения  производить замену на стержни постоянного сечения

Справка

OK Отмена



# SCAD Office v.21.1.9.3. КОМЕТА

- ✓ В программе КОМЕТА во всех режимах добавлена возможность выбора материалов для сварки (ранее по умолчанию в запас расчетные характеристики принимались для ручной сварки электродами Э42)

КОМЕТА (64-бит) - Сопряжение ригеля с колонной

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Конфигурация Усилия Ригель 1 Сварка Ригель 2 Сварка Черт

Параметры соединения

Тип сварки Заводская сварка

Вид сварки Полуавтоматическая

Положение шва Нижнее

Свойства материалов для сварки

$R_{wf}$  215000 кН/м<sup>2</sup>

$R_{wun}$  490000 кН/м<sup>2</sup>

Материалы для сварки

Условия применения | Материалы для сварки

Свариваемая конструкция

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 4

Сталь С255

Материалы для сварки

Условия применения | Материалы для сварки

Марка проволоки	Rwun (МПа)	Rwf (МПа)
Св-08Г2С	490	215

Расчетная температура < -45°

Сварка в среде углекислого газа сварочной проволокой

Выход

Меню

2011

Проектирование

Вычислить

Отчет

Справка

Выход



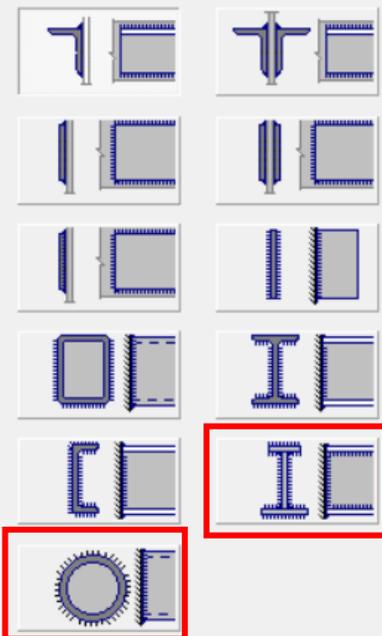
# SCAD Office v.21.1.9.3. КРИСТАЛЛ

- ✓ В КРИСТАЛЛ в режиме «Сварные соединения» добавлены торцевые присоединения неравнополочного двутавра и круглых труб.

Кристалл (64-бит) - Сварные соединения

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Тип соединения Параметры Кривые взаимодействия



Общие параметры

Ст  $R_y = 27522,936 \text{ Т/м}^2$ ;  $R_u = 38735,984 \text{ Т/м}^2$

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 1

$\gamma_n$  Коэффициент надежности по ответственности 1

$\gamma_c$  Коэффициент условий работы 1

Параметры сварки

Вид сварки Ручная

Положение Нижнее

Свойства материалов сварки

$R_{wup}$  49949,032  $\text{Т/м}^2$

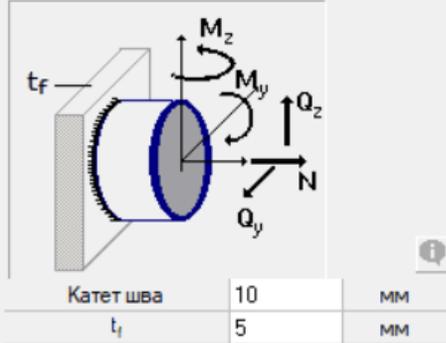
$R_{wt}$  21916,412  $\text{Т/м}^2$

2011 Меню Вычислить Отчет Справка

Кристалл (64-бит) - Сварные соединения

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Тип соединения Параметры Кривые взаимодействия



Профиль

- 159.0x3.2
- 159.0x3.5
- 159.0x3.8
- 159.0x4.0
- 159.0x4.5
- 159.0x5.0
- 159.0x5.5
- 159.0x6.0
- 159.0x7.0**
- 159.0x8.0
- 168.0x3.0

Катет шва 10 мм

$t_1$  5 мм

Усилия

	N	$M_z$	$Q_z$	$M_y$	$Q_y$
T	T	Т·м	T	Т·м	T
1	0	0	0	3	0

Геометрические характеристики

+ Добавить X Удалить

2011 Меню  $K_{max} = 0,94$  По металлу шва Вычислить Факторы Отчет Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. АРБАТ

- ✓ Оптимизирован подбор арматуры по минимальному проценту армирования (в версии 21.1.7.1 для недогруженных элементов при подборе могло получиться завышенное армирование);
- ✓ Увеличили шрифты в изображениях арматуры в сечении.

Результаты в версии 21.1.7.1

Арматура		Сечение		
		1	2	3
продольная симметричная	мм			

Результаты в версии 21.1.9.3

Арматура		Сечение		
		1	2	3
продольная симметричная	мм			

**В SCAD % армирования выводится для площади всей арматуры!**



## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

- ✓ В конструктивных элементах группах конструктивных элементов (сталь и железобетон) добавлена возможность получать факторы по максимальным горизонтальным перемещениям, вертикальным и горизонтальным прогибам, а ввод ограничений выведен в отдельную вкладку

Группы конструктивных элементов для проверки сечений

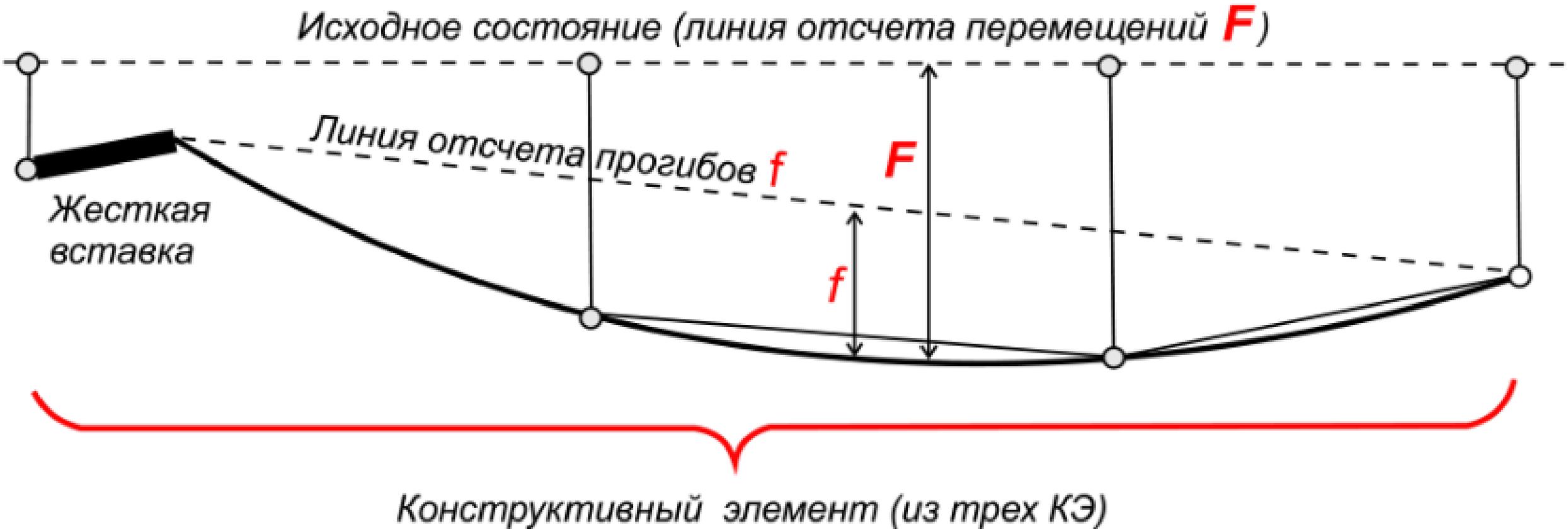


Максимально допустимые перемещения и прогибы:		Относительные		Абсолютные	
		k*L		мм	
<input type="checkbox"/>	вертикальный прогиб от всех нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	вертикальный прогиб от постоянных и длительных	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	вертикальный прогиб только для временных нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼
<input checked="" type="checkbox"/>	вертикальные перемещения от всех нагрузок	Не ограничены	▼	150	▼
<input type="checkbox"/>	вертикальные перемещения от постоянных и длительных	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	вертикальные перемещения от временных нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	горизонтальный прогиб от всех нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	горизонтальный прогиб от постоянных и длительных	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	горизонтальный прогиб только для временных нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	горизонтальные перемещения от всех нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	горизонтальные перемещения от постоянных и длительных	0,00667	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/>	горизонтальные перемещения только для временных нагрузок	0,00667	▼	0,7	▼



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

- ✓ Для конструктивных элементов доработаны проверки по относительным прогибам





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

- ✓ При анализе экстремальных значений факторов экспертизы стальных и железобетонных элементов добавлена возможность выводить отчет только с максимальными значениями факторов

Экстремальные значения факторов [СП 16.13330.2017 с изменением №1]

Экстремальные значения факторов [СП 16.13330.2017 с изменением №1]

Группа 1:Б1

Проверка	Фактор	Минимум			Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация	Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии из	1	0,54	L1+L2+L3	3	0,98	L1+L2+L3
п. 8.2.1	Прочность при действии по	3	0,14	L1+L2+L3	1	0,43	L1+L2+L3
п. 9.1.1	Прочность при совместном	1	0,54	L1+L2+L3	3	0,98	L1+L2+L3
п. 8.2.1	Прочность по приведенным	1	0,46	L1+L2+L3	3	0,72	L1+L2+L3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской форм	1	0,54	L1+L2+L3	3	0,98	L1+L2+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в пло	1	0,12	L1+L2	1	0,12	L1+L2
п. 10.4.1	Предельная гибкость в пло	1	0,08	L1+L2	1	0,08	L1+L2
пп. 7.3.8, 7.3.11	Предельная гибкость полки	2	0,4	L1+L2+L3	1	0,43	L1+L2
СП 20.13330.201	Вертикальные перемещени	1	0,19	0.9523*L1-	3	0,37	0.9523*L1-
СП 20.13330.201	Вертикальные перемещени	1	0,19	0.9523*L1-	3	0,38	0.9523*L1-

Отчет    Таблица     Выводить в отчет только максимальные значения    OK

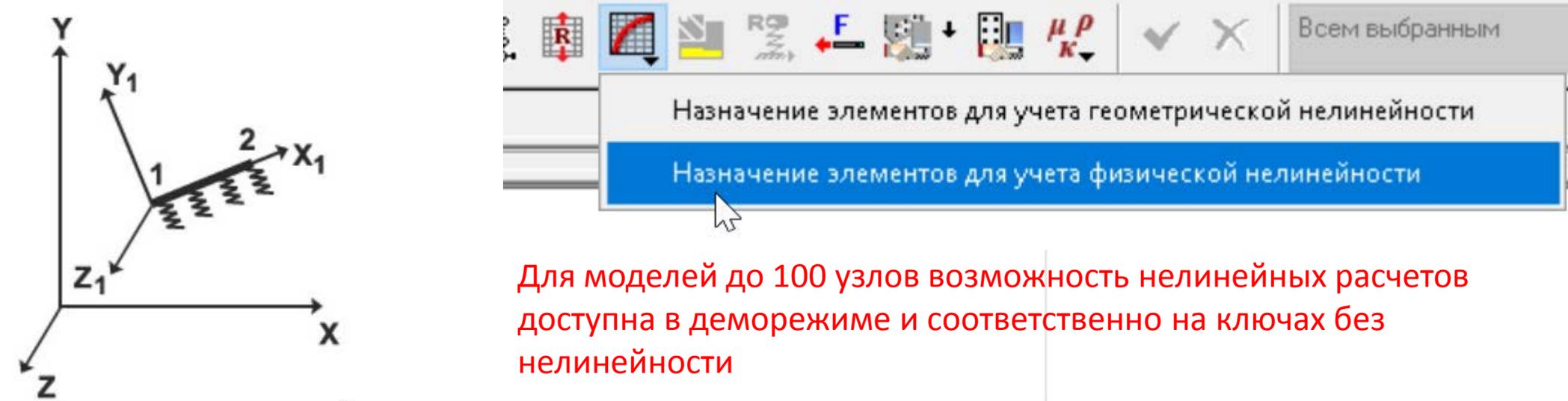
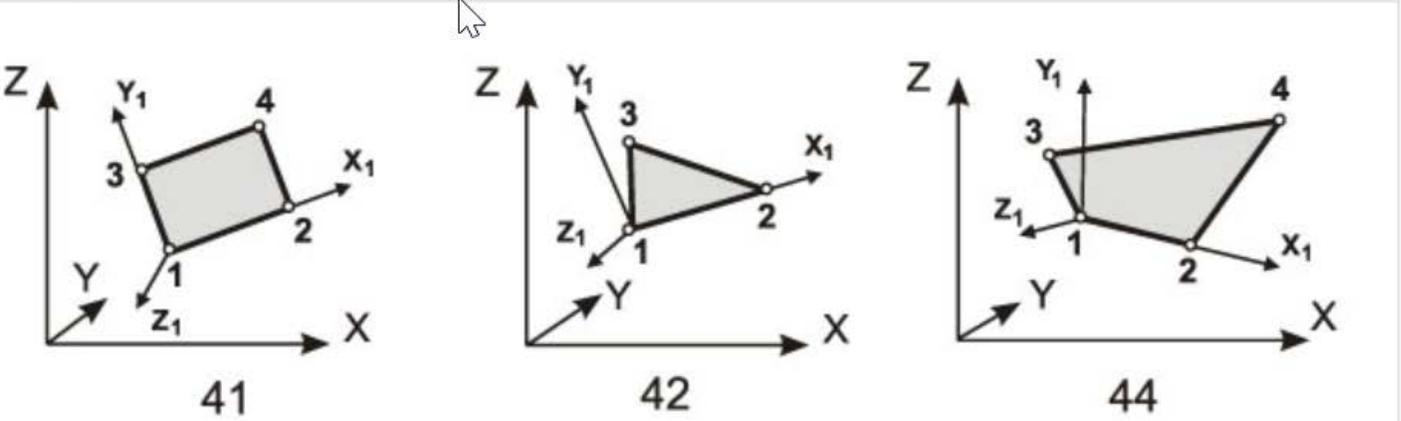
Экстремальные значения факторов. Группа 1:Б1

Проверка	Фактор	Максимум		
		Элемент	Значение	Комбинация
п. 8.2.1	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	3	0,98	L1+L2+L3
п. 8.2.1	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	1	0,43	L1+L2+L3
п. 9.1.1	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	3	0,98	L1+L2+L3
п. 8.2.1	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	3	0,72	L1+L2+L3
п. 8.4.1	Устойчивость плоской формы изгиба	3	0,98	L1+L2+L3
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOY	1	0,12	L1+L2
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости XOZ	1	0,08	L1+L2
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость полки из условия местной устойчивости	1	0,43	L1+L2
СП 20.13330.2016 (Приложение Д)	Вертикальные перемещения	3	0,37	$0.9523*L1+0.8695*L2+0.8333*L3$
СП 20.13330.2016 (Приложение Д)	Вертикальные перемещения от постоянных и длительных нагрузок	3	0,38	$0.9523*L1+0.8695*L2+0.2916*L3$



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

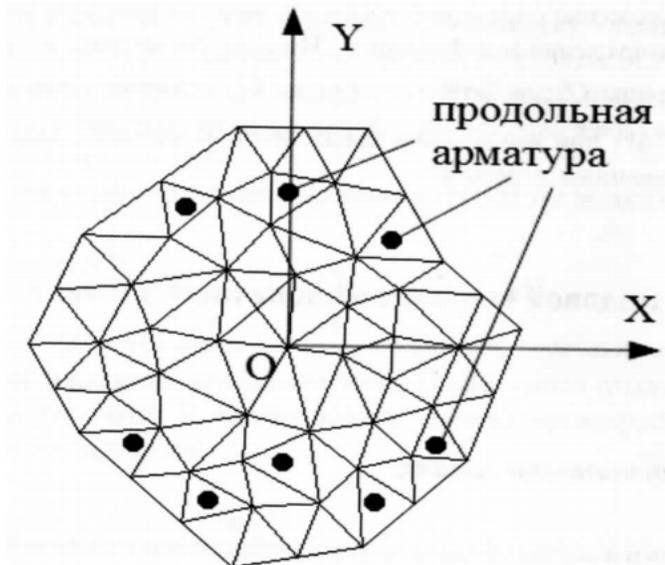
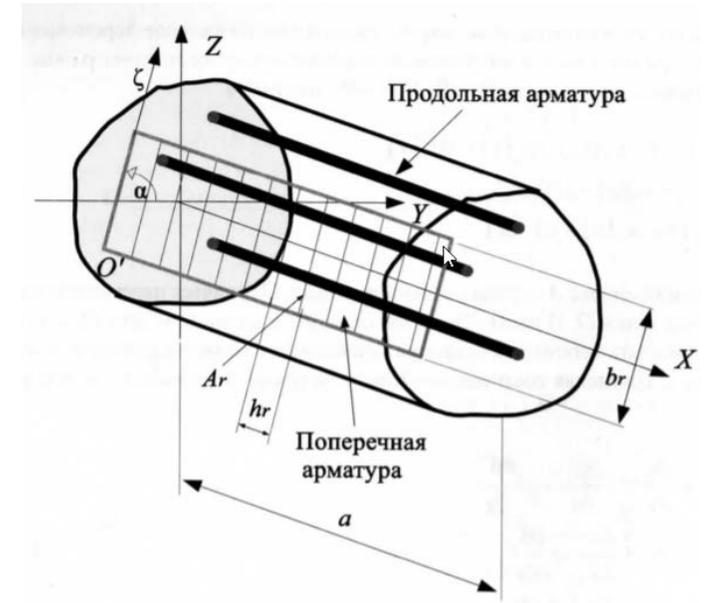
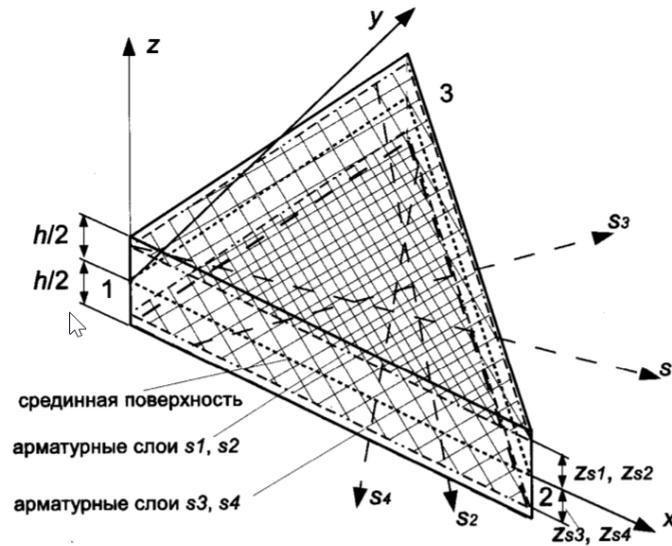
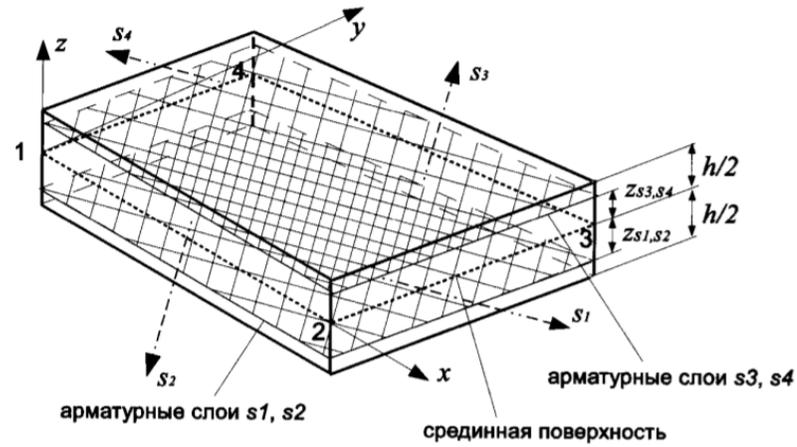
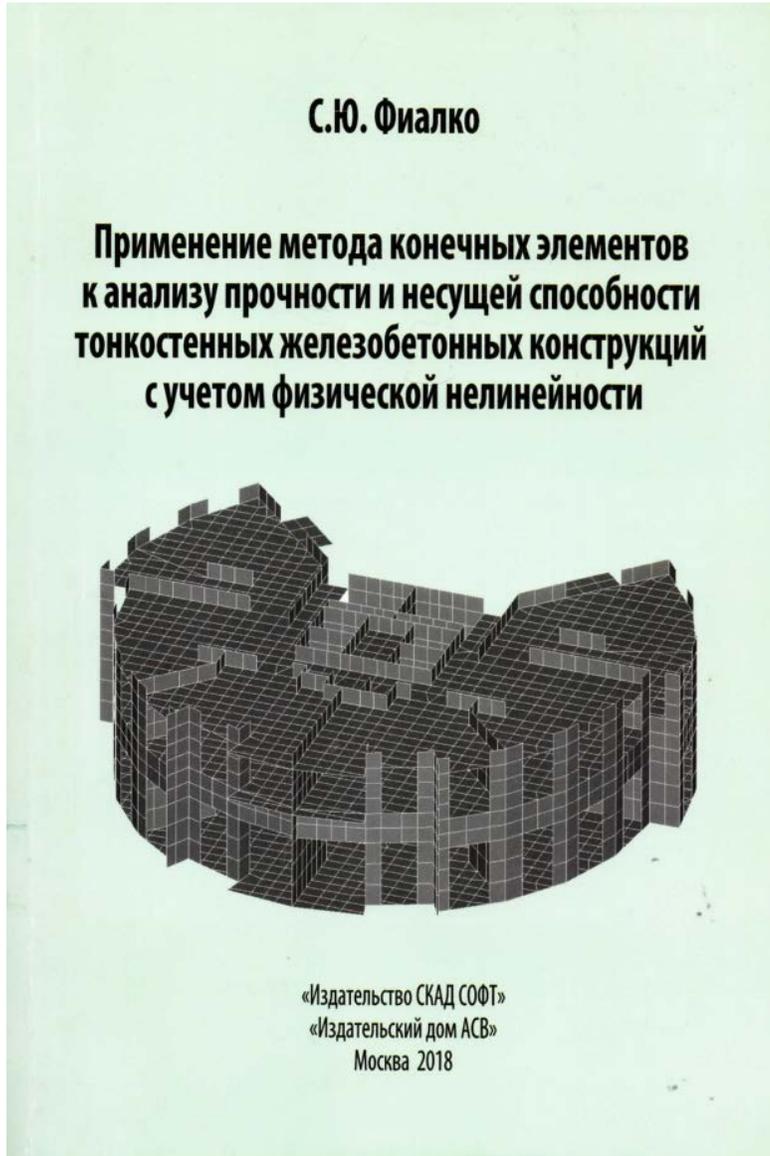
✓ Реализован расчет с учетом физической нелинейности

Тип КЭ	Линейный аналог	Описание
405, 410	5, 10	 <p>Для моделей до 100 узлов возможность нелинейных расчетов доступна в деморежиме и соответственно на ключах без нелинейности</p>
441 442 444	41 42 44	



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

✓ Подробности реализации





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

- ✓ Реализованы два вида нелинейных материалов
  - Произвольный
  - Железобетон

Для задания диаграммы необходимо определить, какую физическую модель работы материала следует использовать при расчете.

Установкой тех или иных опций можно повлиять на предварительный выбор диаграммы, но окончательно диаграмма будет сформирована программой автоматически.

Жесткость стержневых элементов

Общие данные | Параметрические сечения | Материал

Способ задания

- Параметрические сечения
- Профили металлопроката
- Численное описание
- Численно-параметрическое описание
- Произвольные сечения
- Переменные сечения
- Физическая нелинейность
  - Произвольный
  - Железобетон

Размеры сечений в мм

Типы жесткости  Все

Сечени	Описание	Имя
1	170 * 220	

Имя типа жесткости

Использовать описание в качестве имени  Сдвиг

Замениить и выйти

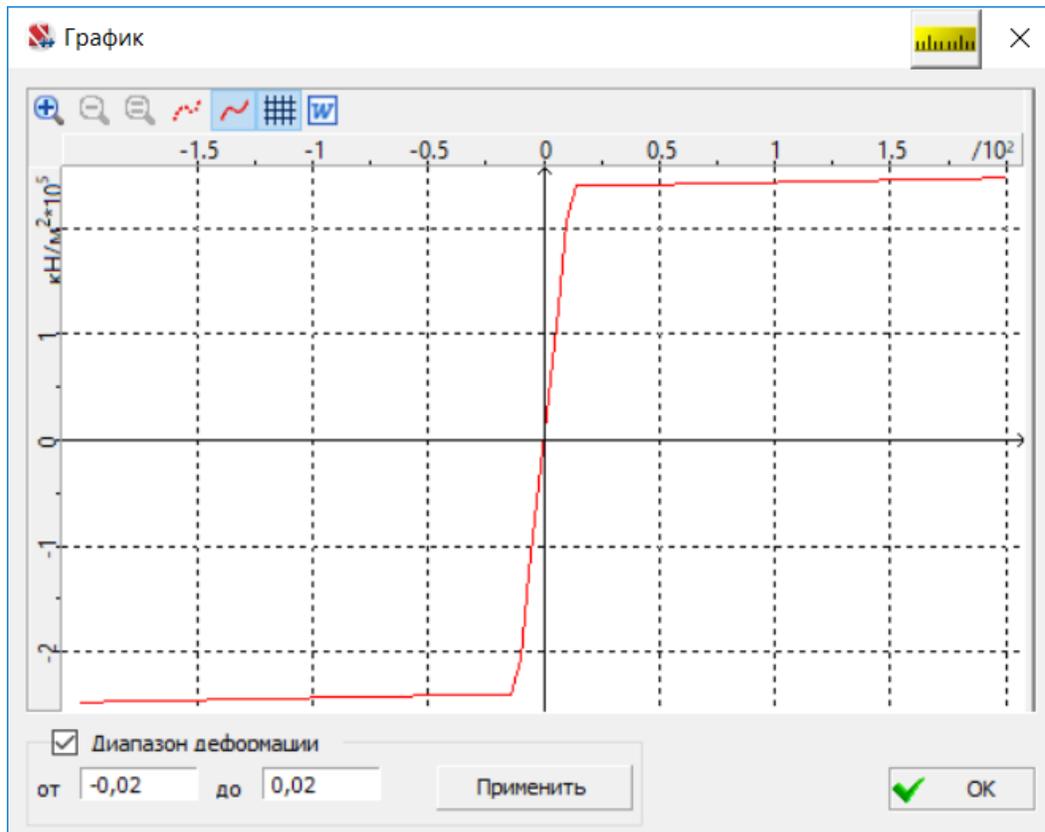
Отмена Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

- ✓ Для произвольного материала реализованы:
  - деформационная теория пластичности;
  - теория пластического течения фон Мизеса.

Маркер «Пластичность» позволяет учесть остаточные деформации при разгрузке



Жесткость стержневых элементов

Общие данные Профили металлопроката **Материал**

Общие данные

- Деформационная теория пластичности
- Теория пластического течения фон Мизеса
- Пластичность

Свойства материала

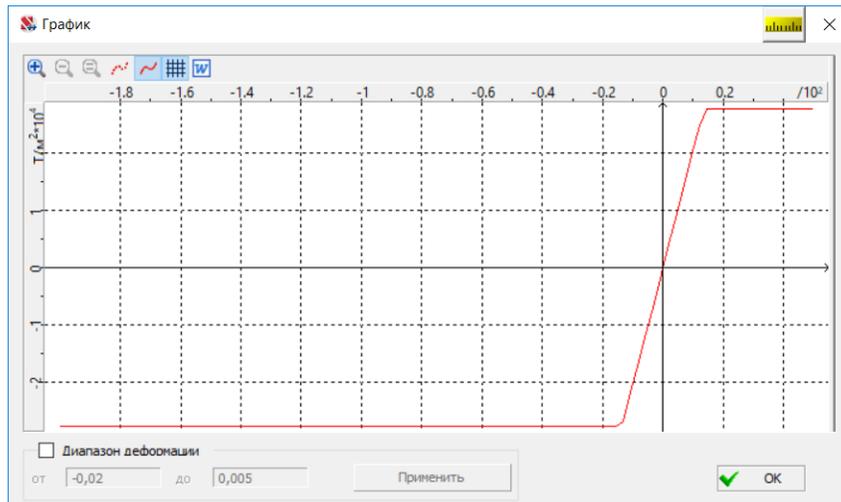
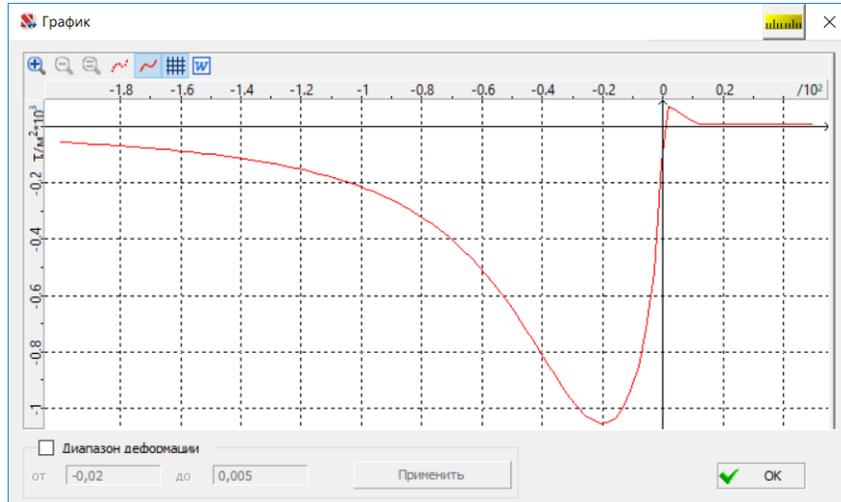
<input checked="" type="radio"/> Билинейная диаграмма		
<input type="radio"/> Аппроксимация Паде билинейной диаграммы		
Объемный вес	77,008	кН/м³
Коэффициент Пуассона	0,3	
Начальный модуль упругости	206010007,552	кН/м²
Предел прочности на сжатие	240000	кН/м²
Предел прочности на растяжение	240000	кН/м²
Относительный модуль(раз)упрочнения билинейной диаграммы при растяжении	0,002	
Относительный модуль(раз)упрочнения билинейной диаграммы при сжатии	0,002	

Заменить и выйти    Заменить и продолжить    OK    Отмена    Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

- ✓ Для железобетона данные необходимо задавать как для бетона так и для арматуры
- ✓ В настоящее время реализованы расчеты, в которых работа бетона описывается на основании деформационной теории пластичности, теории пластического течения Друкера-Прагера или теории пластического течения Гениева



### Жесткость стержневых элементов

Общие данные | Параметрические сечения | **Материал**

Общие данные

- Деформационная теория пластичности
- Теория пластического течения Друкера - Прагера
- Теория пластического течения Гениева
- Пластичность

Свойства бетона

- Игнорировать работу бетона на растяжение
- Учитывать деградацию бетона
- Аппроксимация Паде билинейной диаграммы
- Диаграмма Европейской Комиссии по бетону

Объемный вес	2.5	T/м <sup>3</sup>
Коэффициент Пуассона	0.2	
<b>2012</b> Начальный модуль упругости бетона	2803261.978	T/м <sup>2</sup>
Предел прочности бетона на сжатие	1055.046	T/м <sup>2</sup>
Предел прочности бетона на растяжение	82.569	T/м <sup>2</sup>
Протяженность ниспадающей ветви в зоне растяжения	40	
Остаточная прочность	0.1	
Вторичное упрочнение	0	
Деформация, соответствующая пределу прочности бетона на сжатие	0.002	
Отношение напряжения в точке U и предела прочности бетона на сжатие	0.85	
Отношение деформации в точке U и деформации, соответствующей пределу прочно	1.75	

Свойства арматуры

- Билинейная диаграмма
- Экспоненциальная аппроксимация билинейной диаграммы
- Экспоненциальная аппроксимация трехлинейной диаграммы

Модуль упругости арматуры	20387359.837	T/м <sup>2</sup>
Коэффициент Пуассона арматуры	0.3	
<b>2012</b> Предел текучести арматуры на растяжение	27522.936	T/м <sup>2</sup>
Предел текучести арматуры на сжатие	27522.936	T/м <sup>2</sup>
Относительный модуль (раз)упрочнения в зоне растяжения для арматуры	0	
Относительный модуль (раз)упрочнения в зоне сжатия для арматуры	0	

Заменить и выйти

Отмена Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

✓ Для железобетона исходные данные для диаграмм можно задать выбором класса бетона или арматуры

Генерация диаграммы состояния бетона

Бетон

Вид бетона Тяжелый Класс бетона B20

Коэффициенты условий работы бетона

%b1	учет нагрузок длительного действия	0,9
%b2	учет характера разрушения	1
%b3	учет вертикального положения при бетонировании	1
%b5	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Коэффициент условий твердения 1

OK Отмена Справка

Генерация диаграммы состояния арматуры

Класс	Коэффициент условий работы арматуры
Продольная арматура	A400 1

OK Отмена Справка

Жесткость стержневых элементов

Общие данные

Общие данные

- Деформационная теория пластичности
- Теория пластического течения Друкера - Прагера
- Теория пластического течения Гениева
- Пластичность

Свойства бетона

- Игнорировать работу бетона на растяжение
- Учитывать деградацию бетона
- Аппроксимация Паде билинейной диаграммы
- Диаграмма Европейской Комиссии по бетону

Объемный вес	2,5	T/m <sup>3</sup>
Коэффициент Пуассона	0,2	
Начальный модуль упругости бетона	2803261,978	T/m <sup>2</sup>
Предел прочности бетона на сжатие	1055,046	T/m <sup>2</sup>
Предел прочности бетона на растяжение	82,569	T/m <sup>2</sup>
Протяженность ниспадающей ветви в зоне растяжения	40	
Остаточная прочность	0,1	
Вторичное упрочнение	0	
Деформация, соответствующая пределу прочности бетона на сжатие	0,002	
Отношение напряжения в точке U и предела прочности бетона на сжатие	0,85	
Отношение деформации в точке U и деформации, соответствующей пределу прочно	1,75	

Свойства арматуры

- Билинейная диаграмма
- Экспоненциальная аппроксимация билинейной диаграммы
- Экспоненциальная аппроксимация трехлинейной диаграммы

Модуль упругости арматуры	20387359,837	T/m <sup>2</sup>
Коэффициент Пуассона арматуры	0,3	
Предел текучести арматуры на растяжение	27522,936	T/m <sup>2</sup>
Предел текучести арматуры на сжатие	27522,936	T/m <sup>2</sup>
Относительный модуль(раз)упрочнения в зоне растяжения для арматуры	0	
Относительный модуль(раз)упрочнения в зоне сжатия для арматуры	0	

Заменить и выйти

Отмена Справка



## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

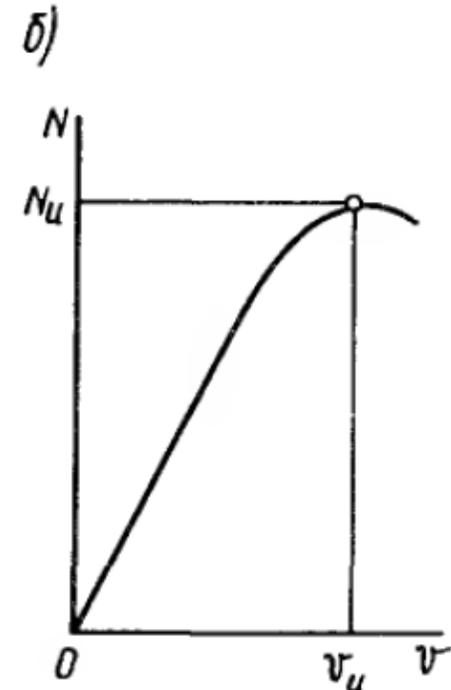
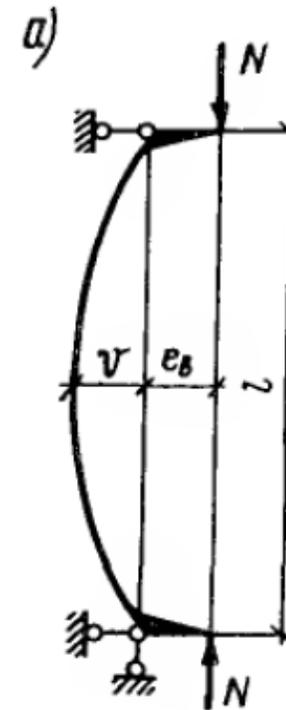
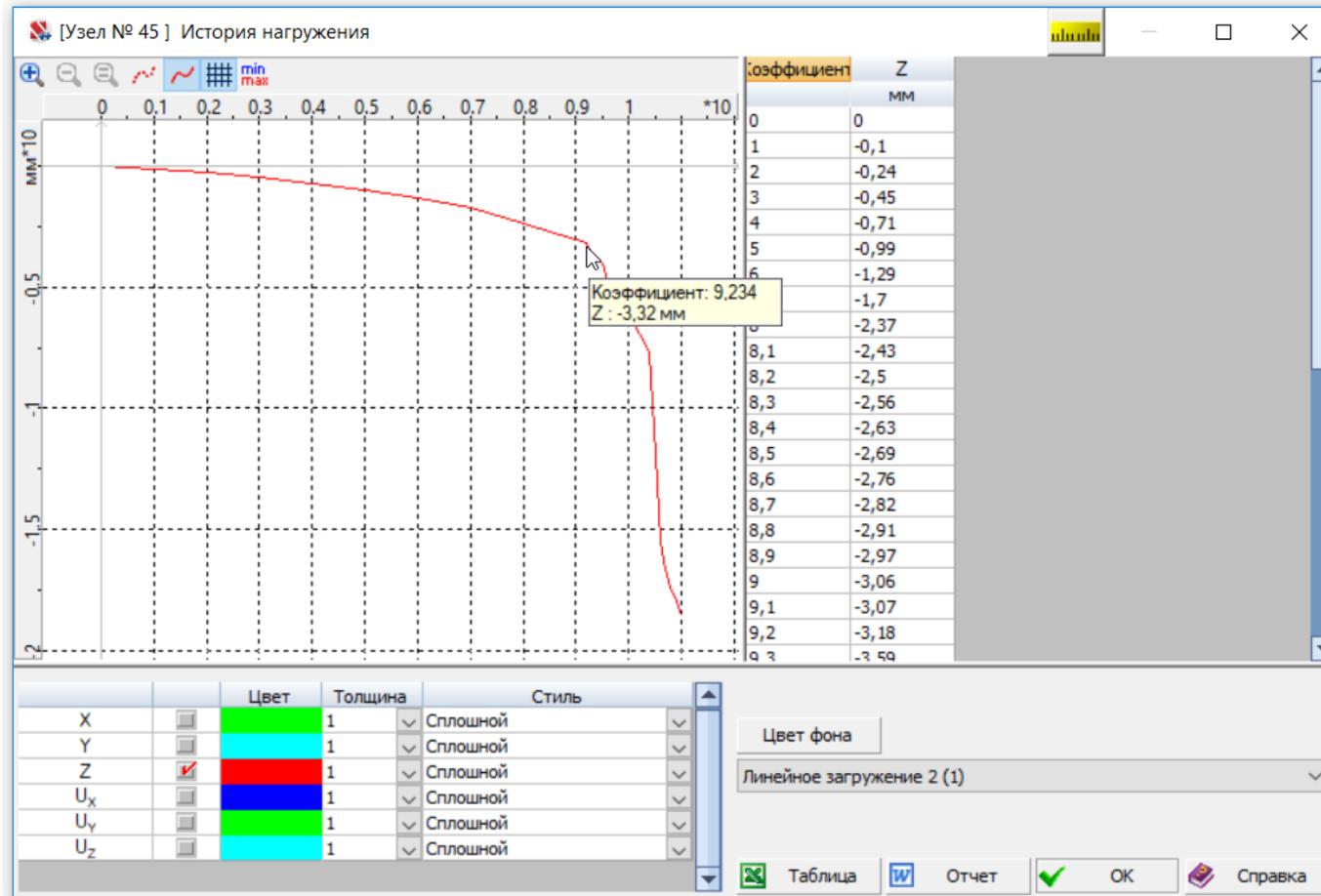
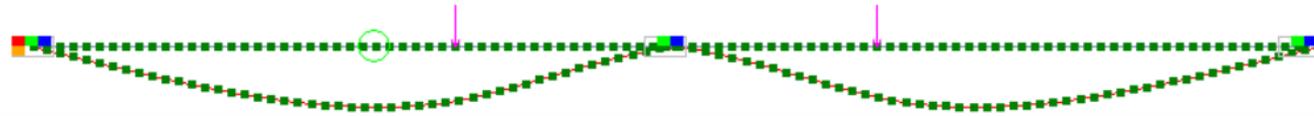
- ✓ Технология расчета с учетом физической нелинейности для железобетонных конструкций представляется примерно следующей
- Расчет и предварительный подбор арматуры в линейно-упругой постановке (модули упругости  $0,6Eb$  для вертикальных и  $0,3Eb$  для горизонтальных элементов согласно рекомендациям п. 6.2.6 СП 52-103-2007).
  - Подбор и задание армирования по результатам линейно-упругого расчета.
  - Задание нелинейных типов элементов.
  - Моделирование нелинейных нагрузок.
  - Задание исходных данных по нелинейным РСУ.
  - Нелинейный расчет.
  - Подбор и корректировка арматуры по результатам нелинейного расчета.
  - Оценка несущей способности и прогибов по результатам нелинейного расчета (например на основе анализа перемещений, когда начало резкого роста перемещений свидетельствует об исчерпании несущей способности).
  - Экспертиза по нормам на усилия из нелинейных РСУ

Также очевидно, что в виду существенного увеличения времени нелинейных расчетов по сравнению с линейными, реально рассуждать можно только о расчетах отдельных фрагментов задний в физически нелинейной постановке.



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

- ✓ График перемещений при нелинейном нагружении позволяет определить момент исчерпания несущей способности по аналогии с методикой нормирования коэффициента  $\varphi$  в СП 294.1325800.2017



$$\varphi = N_u / (A R_y)$$



✓ Для получения подробного графика каждый шаг нелинейного нагружения необходимо задавать в отдельной строке

Управление шаговым процессом

Номер нелинейного нагружения: 1  Загружение является продолжением предыдущего нагружения

После нелинейного расчета выполнить расчет динамического нагружения

После нелинейного расчета выполнить анализ устойчивости

Коэффициенты нагружения по шагам

Номер нагружения	Коэффициент нагружения	Количество шагов	Сохранение результатов
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2:1	0,1	1	<input checked="" type="checkbox"/>

+ Добавить X Удалить

Количество итераций: 100

Метод: Простой шаговый, Шаговый с учетом невязки, **Шагово-итерационный**

Новый список, Записать, Удалить список, Удалить данные

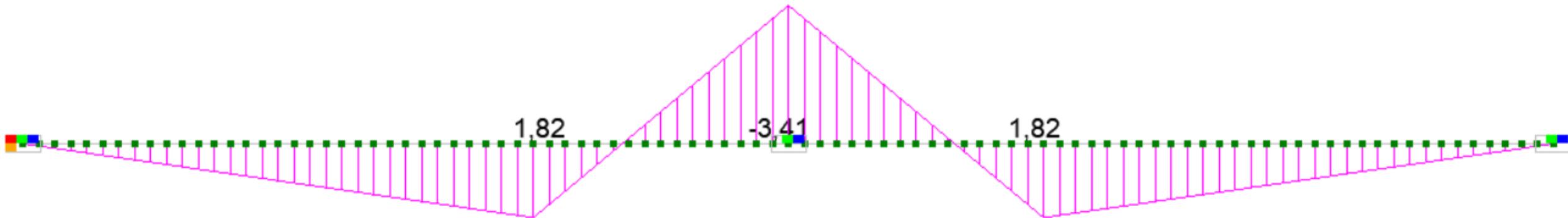
OK, Отмена, Справка



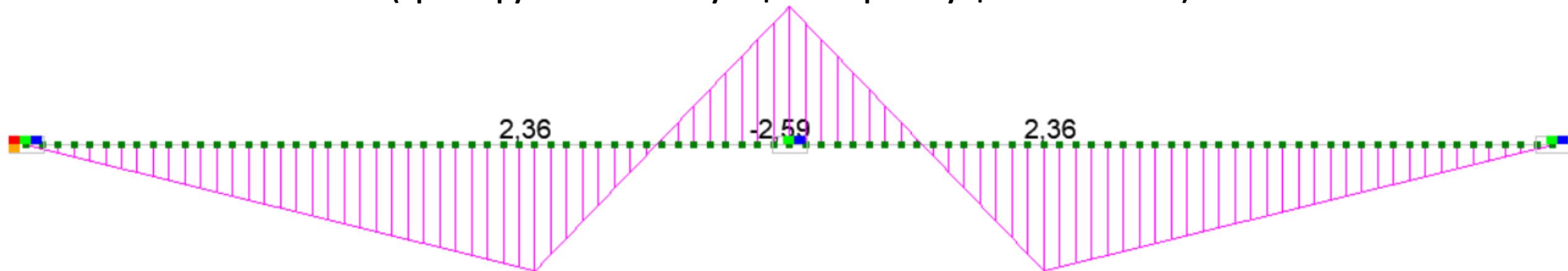
# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность



Эпюра моментов по результатам линейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)



Эпюра моментов по результатам нелинейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)





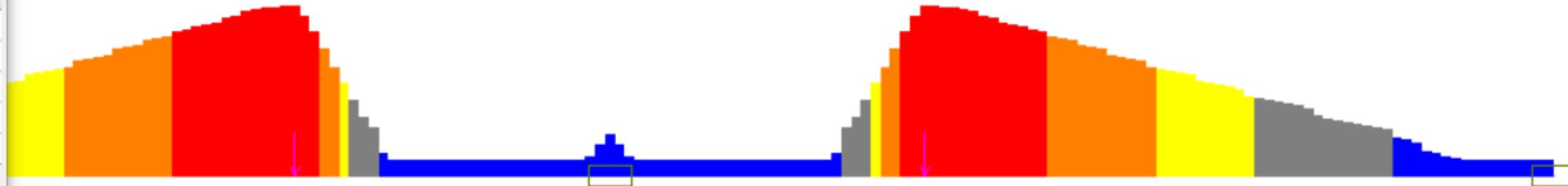
# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

9,2

9,2

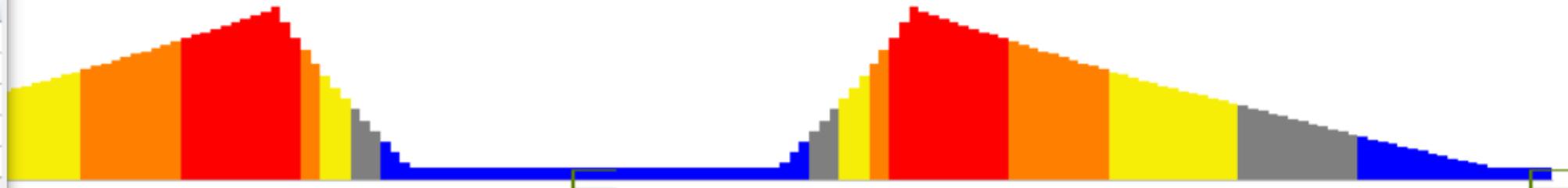
Подбор нижней арматуры по результатам линейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)

Площадь $S_1$ (несиммет)		
	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	0,36	1,07
<input checked="" type="checkbox"/>	1,07	1,79
<input checked="" type="checkbox"/>	1,79	2,5
<input checked="" type="checkbox"/>	2,5	3,21
<input checked="" type="checkbox"/>	3,21	3,93



Подбор нижней арматуры по результатам нелинейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)

Площадь $S_1$ (несиммет)		
	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	0,36	1,2
<input checked="" type="checkbox"/>	1,2	2,05
<input checked="" type="checkbox"/>	2,05	2,9
<input checked="" type="checkbox"/>	2,9	3,74
<input checked="" type="checkbox"/>	3,74	4,59





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность

9,2

9,2

Подбор верхней арматуры по результатам линейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)

Площадь $S_2$ (несиммет)		
	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	0,36	1,61
<input checked="" type="checkbox"/>	1,61	2,86
<input checked="" type="checkbox"/>	2,86	4,11
<input checked="" type="checkbox"/>	4,11	5,36
<input checked="" type="checkbox"/>	5,36	6,61

Подбор верхней арматуры по результатам нелинейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)

Площадь $S_2$ (несиммет)		
	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	0,36	1,4
<input checked="" type="checkbox"/>	1,4	2,44
<input checked="" type="checkbox"/>	2,44	3,49
<input checked="" type="checkbox"/>	3,49	4,53
<input checked="" type="checkbox"/>	4,53	5,57



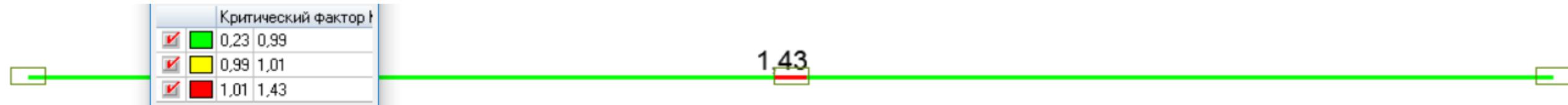
# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Физическая нелинейность



Экспертиза заданного армирования по результатам линейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)



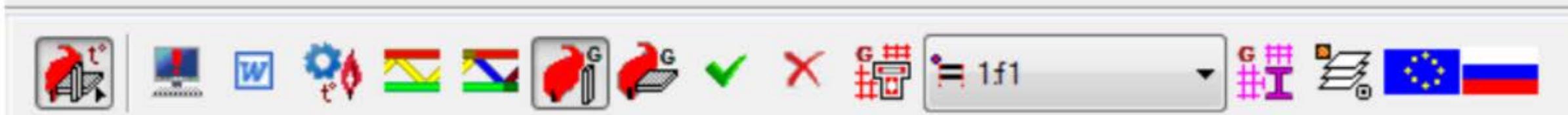
Экспертиза заданного армирования по результатам нелинейного расчета  
(при нагрузке соответствующей потере несущей способности)





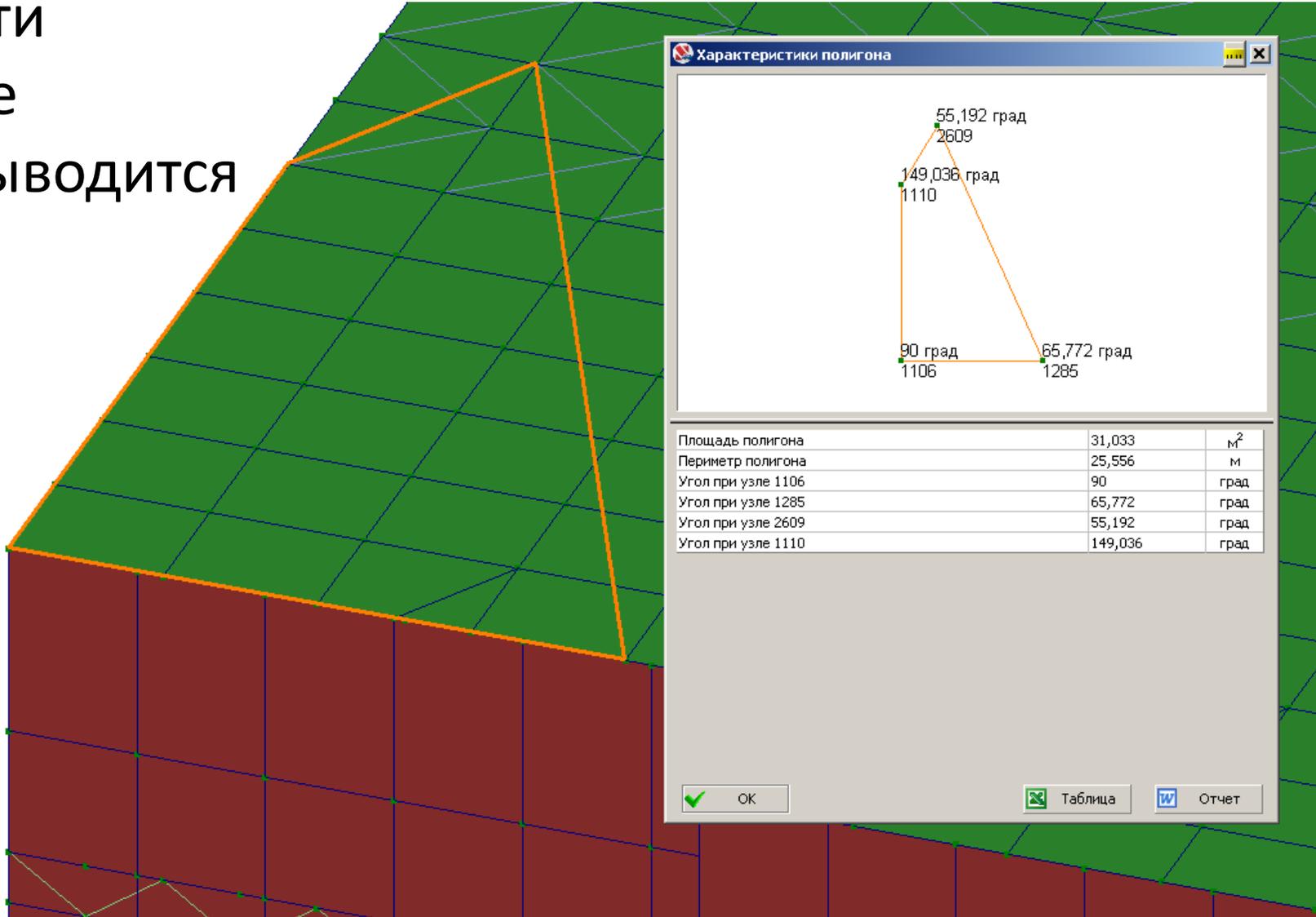
## SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++. Анализ огнестойкости.

- ✓ Разработан постпроцессор анализа огнестойкости
- ✓ Для незащищенных стальных конструкций по EN 1993-1-2:2005 или ДСТУ-Н Б В.2.6-2011:2016 результатами расчета на один из вариантов пожара (стандартный, углеводородный, внешний, тлеющий) являются критическая температура, время достижения этой температуры, а также графики изменений температуры воздуха и температуры стали.
- ✓ Для оценки огнестойкости (обеспечение необходимого запаса прочности в течение определенного времени) по СТО 36554501-006-2006 незащищенных элементов железобетонных конструкций выполняется теплотехнический и прочностной расчеты.



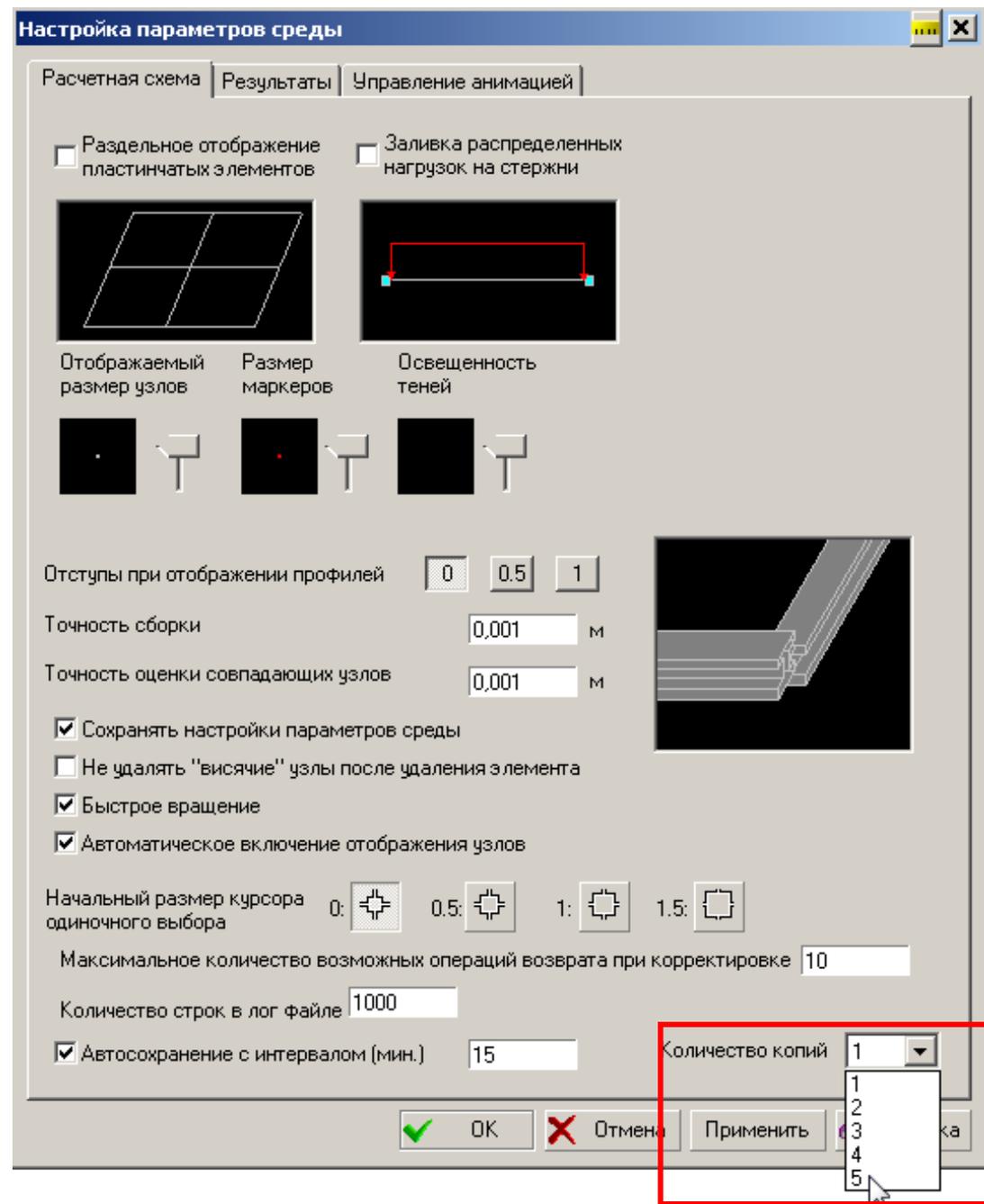
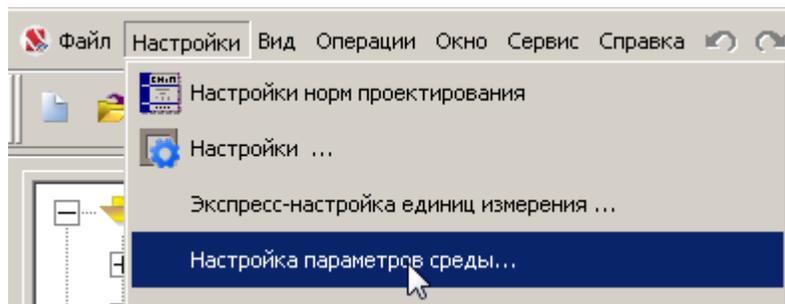


- ✓ Расширены возможности команды «Определение площади полигона» - выводится также периметр и углы





✓ При автосохранении  
добавлена возможность  
задать количество  
сохраняемых копий





# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

- ✓ Операция «Ввод узлов на заданном расстоянии от отмеченных» дополнена возможностью связать узлы стержнями
- ✓ Расширены возможности операции переноса узлов

Ввод узлов на заданном расстоянии от отмеченных

	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	Количество
	М	М	М	
1	0	0	1	1

+ Добавить    X Удалить

Связывать узлы стержнями

? Связи    ? Жесткость    Тип элемента - 5

OK    Отмена    Справка

Перенос узлов

Операция

- Перенос на заданный вектор
- Перенос узла в заданную точку
- Перенос на вектор заданный двумя узлами
- Перенос на заданное расстояние в направлении вектора заданного двумя узлами

Смещение

$\Delta X$  0 М

$\Delta Y$  0 М

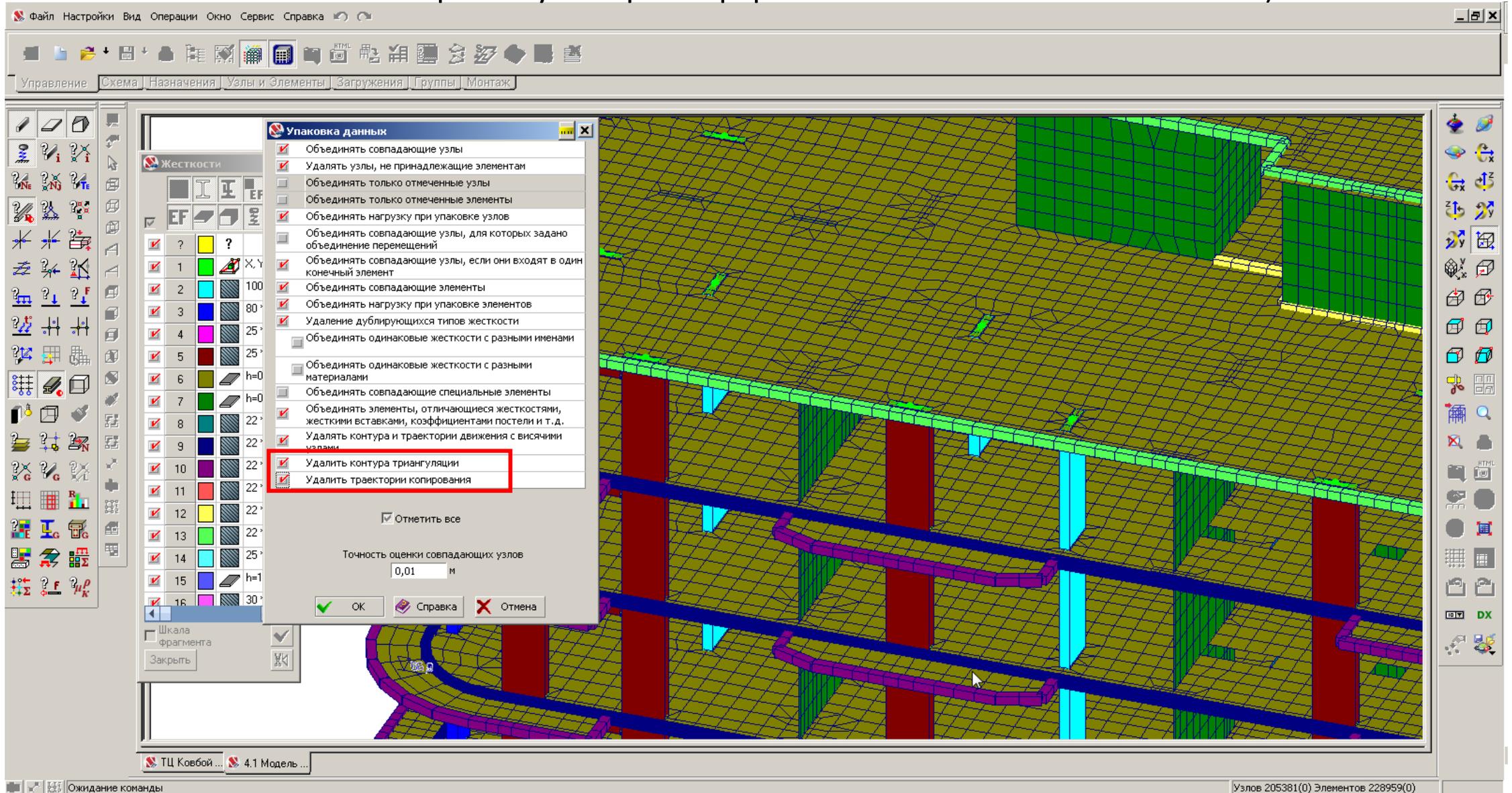
$\Delta Z$  0 М

OK    Отмена    Справка



# SCAD Office v.21.1.9.3. SCAD++

- ✓ При упаковке данных появилась возможность удалять контура триангуляции и траектории копирования (без этой возможности в некоторых случаях размер файла становился очень большим)





# SCAD Office v.21.1.9.3. КРИСТАЛЛ

✓ В режиме «Фермы» в отчет выводится общий вес фермы

Кристалл (64-бит) - Фермы

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Общие данные | Сечения | Параметры | Нагрузки

Очертание поясов фермы Фермы с параллельными поясами

L	H	Число панелей верхнего пояса
м	м	
24	2,4	10

Раскрепления из плоскости

Задаются пользователем

Узлы верхнего пояса

Все

Через один

Узлы нижнего пояса

Только крайние

Крайние и посередине пролета

К<sub>max</sub> = 0,991

Гибкость нижнего пояса

пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9 стоек	Предельная гибкость полки из условия местной устойчивости	0,664
п. 7.1.1	Прочность раскосов	0,527
п. 7.1.3	Устойчивость раскосов в плоскости фермы	0,879
п. 7.1.3	Устойчивость раскосов из плоскости фермы	0,804
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость раскосов	0,491
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9 раскосов	Предельная гибкость полки из условия местной устойчивости	0,698
п. 7.1.1	Прочность опорных раскосов	0,932
пп. 10.1.1-10.1.4, 10.4.1	Гибкость опорных раскосов	0,439

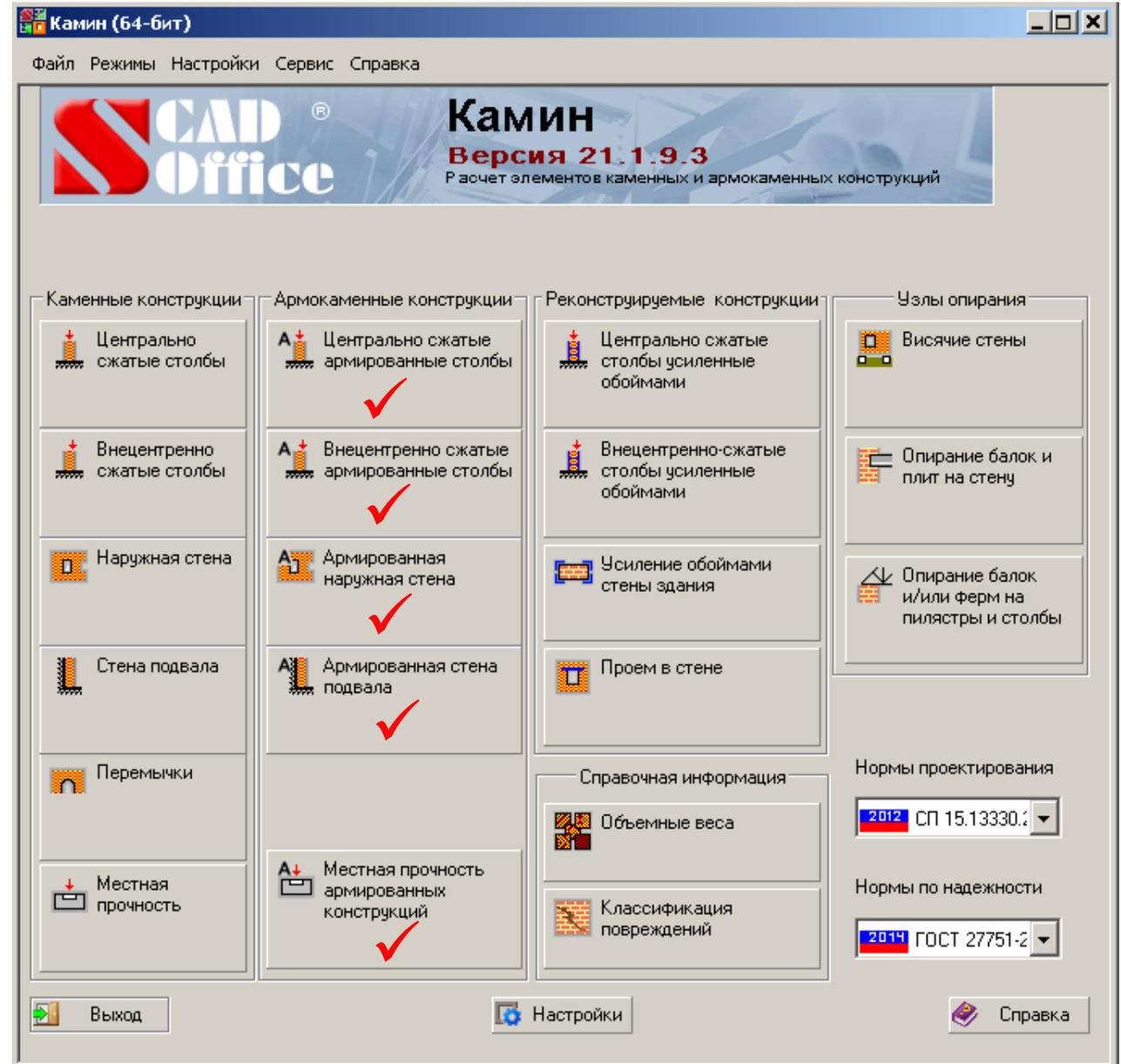
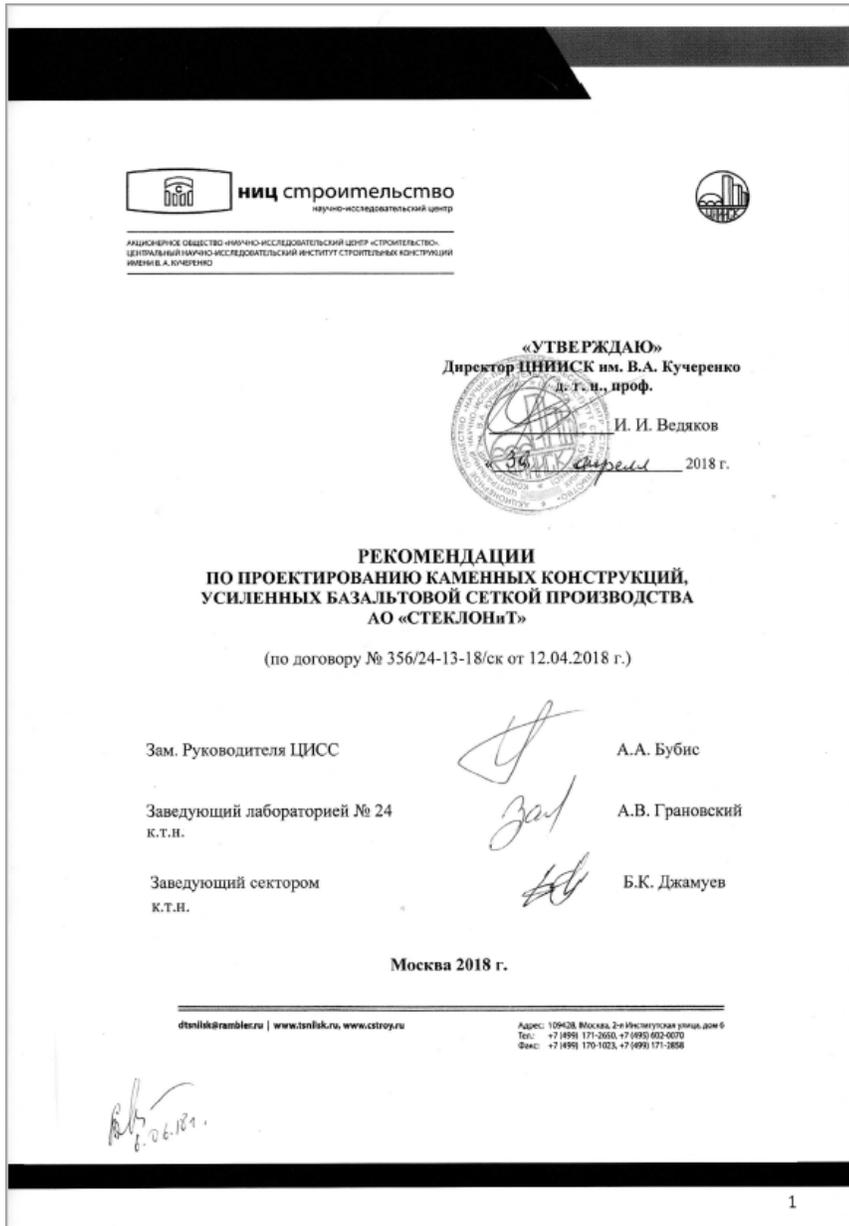
Коэффициент использования 0,991 - Гибкость нижнего пояса

Общий вес фермы 24,569 кН



# SCAD Office v.21.1.9.3. КАМИН. Расширение возможностей

✓ Реализован расчет армокаменных конструкций усиленных базальтовой сеткой СТЕКЛОНИТ





# SCAD Office v.21.1.9.3. КАМИН. Расширение возможностей

✓ Реализован расчет армокаменных конструкций усиленных базальтовой сеткой СТЕКЛОНИТ

Камин (64-бит) - Армированная наружная стена

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Общие данные Конструкция Нагрузки Данные об армировании

Высота этажа в свету H 3 м  
Толщина перекрытия t 0.2 м  
Толщина стены B 0.38 м

Расчетная высота

Другой

Перекрытия  
 сборные  
 монолитные (замоноличенные)  
 деревянные

Расстояние между поперечными жесткими конструкциями 6 м  
Коэффициент расчетной высоты 0.9

2012

Камин (64-бит) - Армированная наружная стена

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Общие данные Конструкция Нагрузки Данные об армировании

Тип сеток

Прямоугольные  
 "Зигзаг"  
 Базальтовая сетка СТЕКЛОНИТ

Число рядов кладки между сетками 1  
Марка сетки 50/50-25  
Пустотность камня < 20 %

2012

2012

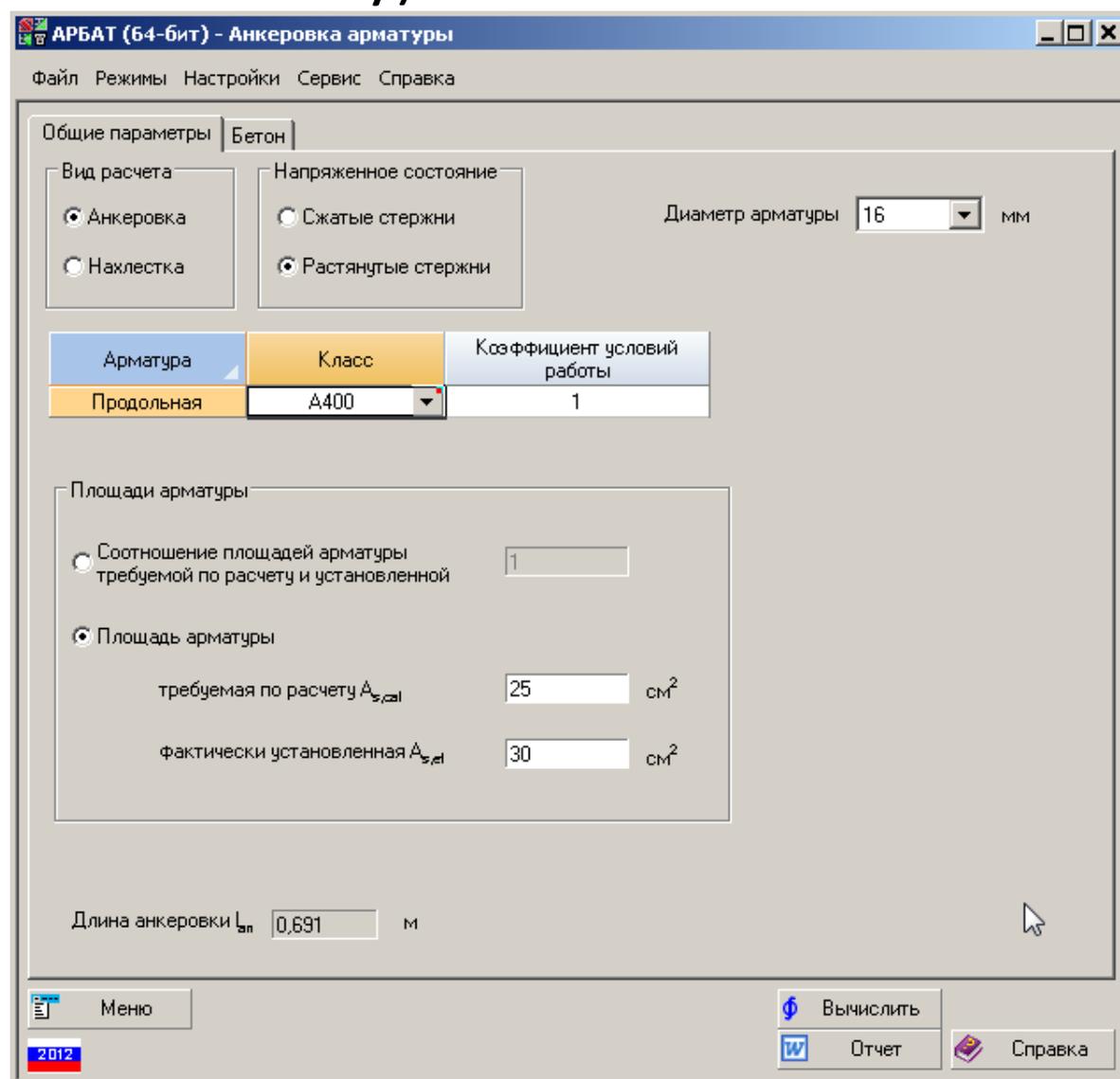
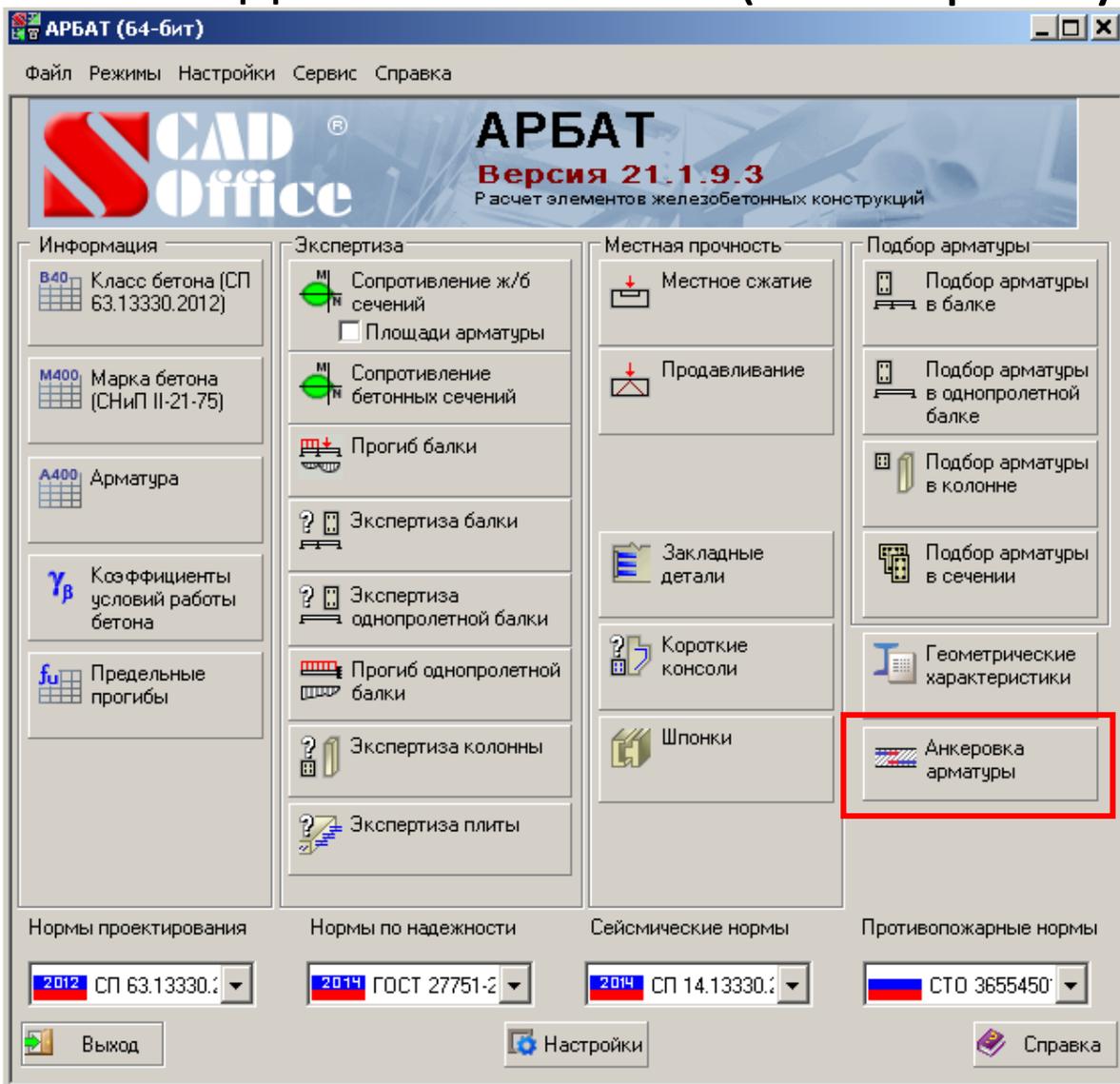
Диаграмма факторов [СП 15.13330.2012]

Проверка		Коэффициент	
Срез в швах	п. 7.20 СП 15.13330.2012	0.054	
Срез в камне (кирпиче)	п. 7.20 СП 15.13330.2012	0.061	
Устойчивость при внецентренном сжатии среднего сечения	п. 7.31 СП 15.13330.2012	0.825	
Устойчивость при внецентренном сжатии нижнего сечения	п. 7.31 СП 15.13330.2012	0.854	
Устойчивость при внецентренном сжатии сечения под перекрытием	п. 7.31 СП 15.13330.2012	0.826	



# SCAD Office v.21.1.9.3. АРБАТ

✓ Добавлен режим вычисления длины анкеровки (заделки) арматуры в бетоне и длины нахлеста (стык арматуры внахлестку)





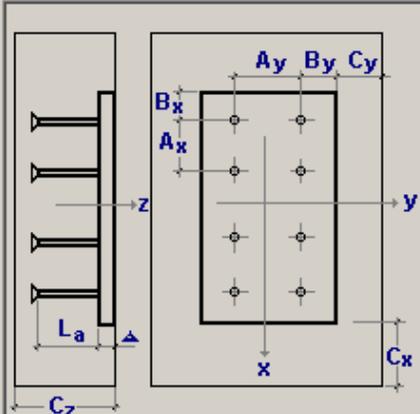
# SCAD Office v.21.1.9.3. АРБАТ

✓ В режиме «Закладные детали» расширены возможности задания типов усиления анкерных стержней

АРБАТ (64-бит) - Закладные детали

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Общие параметры Бетон Параметры схемы



Расстояние от края закладной детали до края элемента ограничено вдоль оси

X  $C_x = 50$  мм  
Y  $C_y = 50$  мм  
Z  $C_z = 600$  мм

Усиление анкерных стержней

D = 16 мм

$\Delta = 10$  мм

Число рядов анкеров вдоль оси X: 4

Число рядов анкеров вдоль оси Y: 4

$L_a = 300$  мм

$A_x = 120$  мм

$B_x = 30$  мм

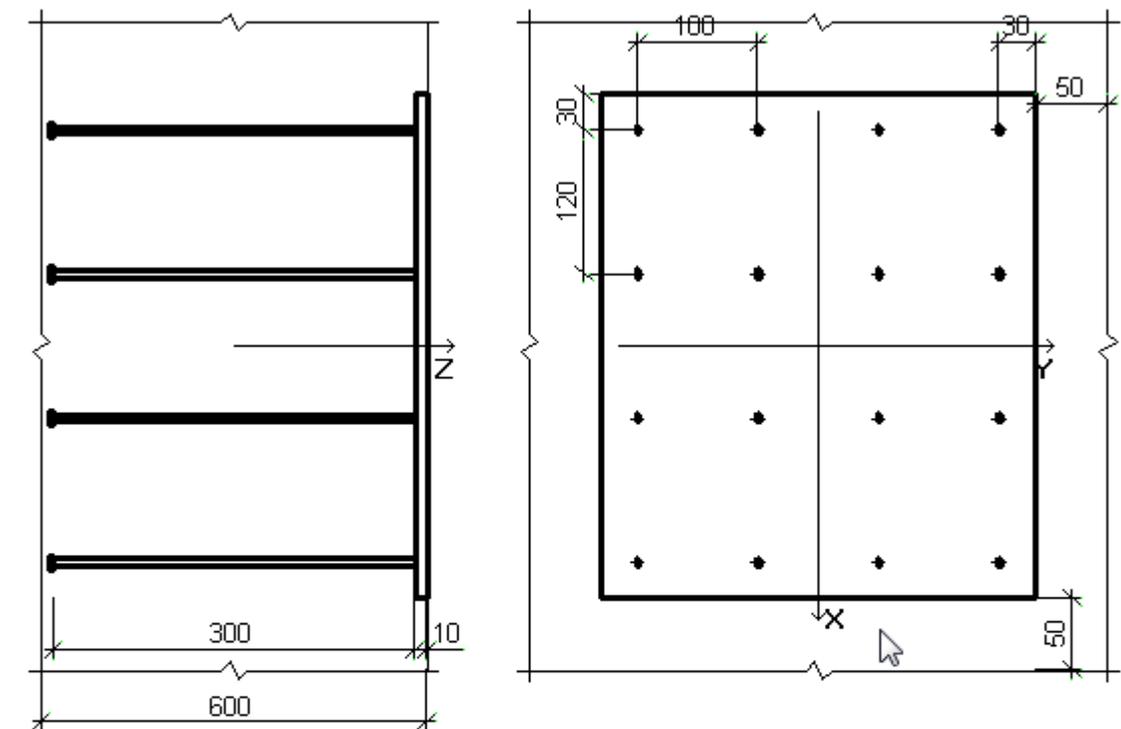
$A_y = 100$  мм

$B_y = 30$  мм

Меню  $K_{max} = 0,631$  Прочность наиболее напряженного анкера

Вычислить Факторы  
Отчет Справка

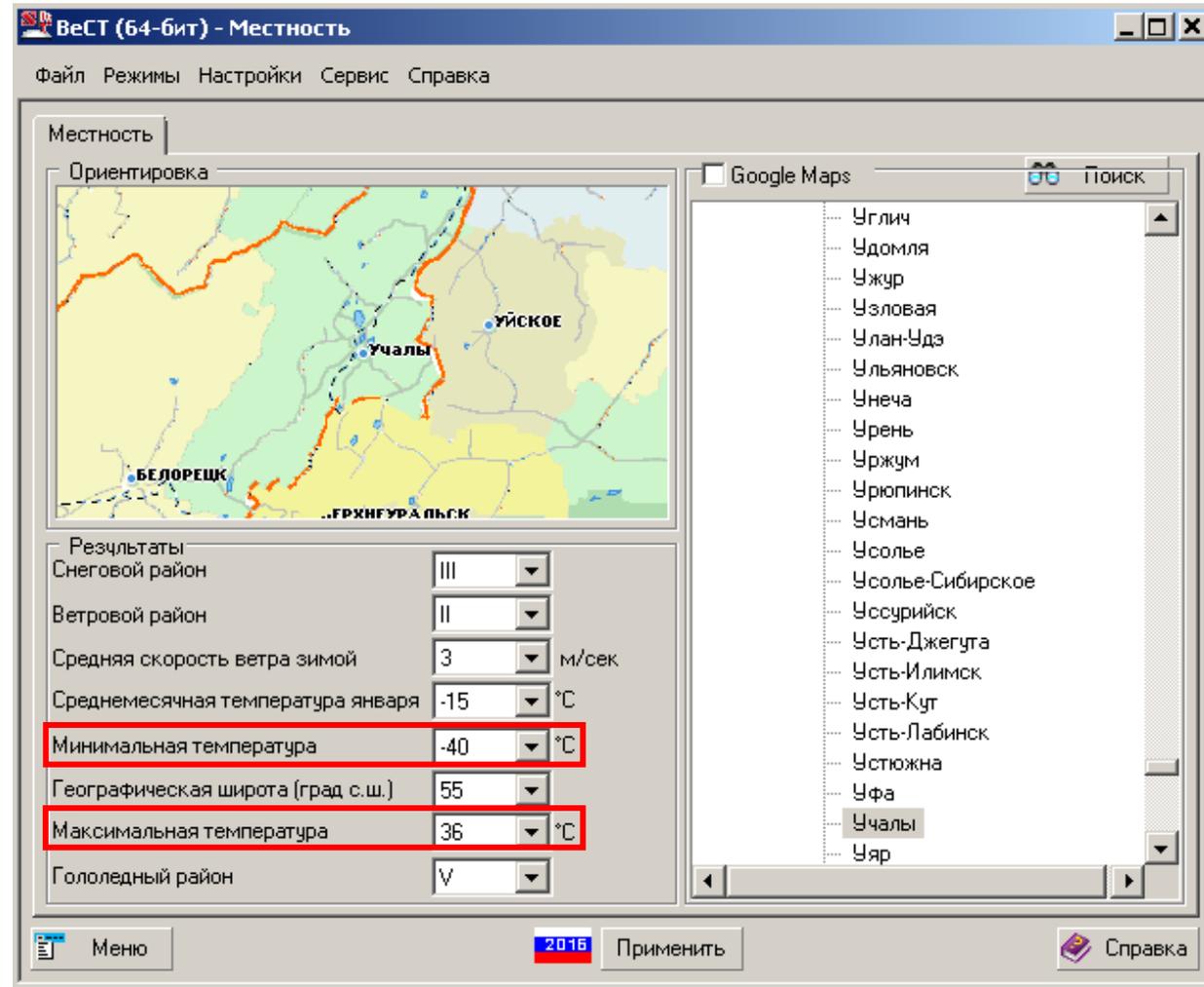
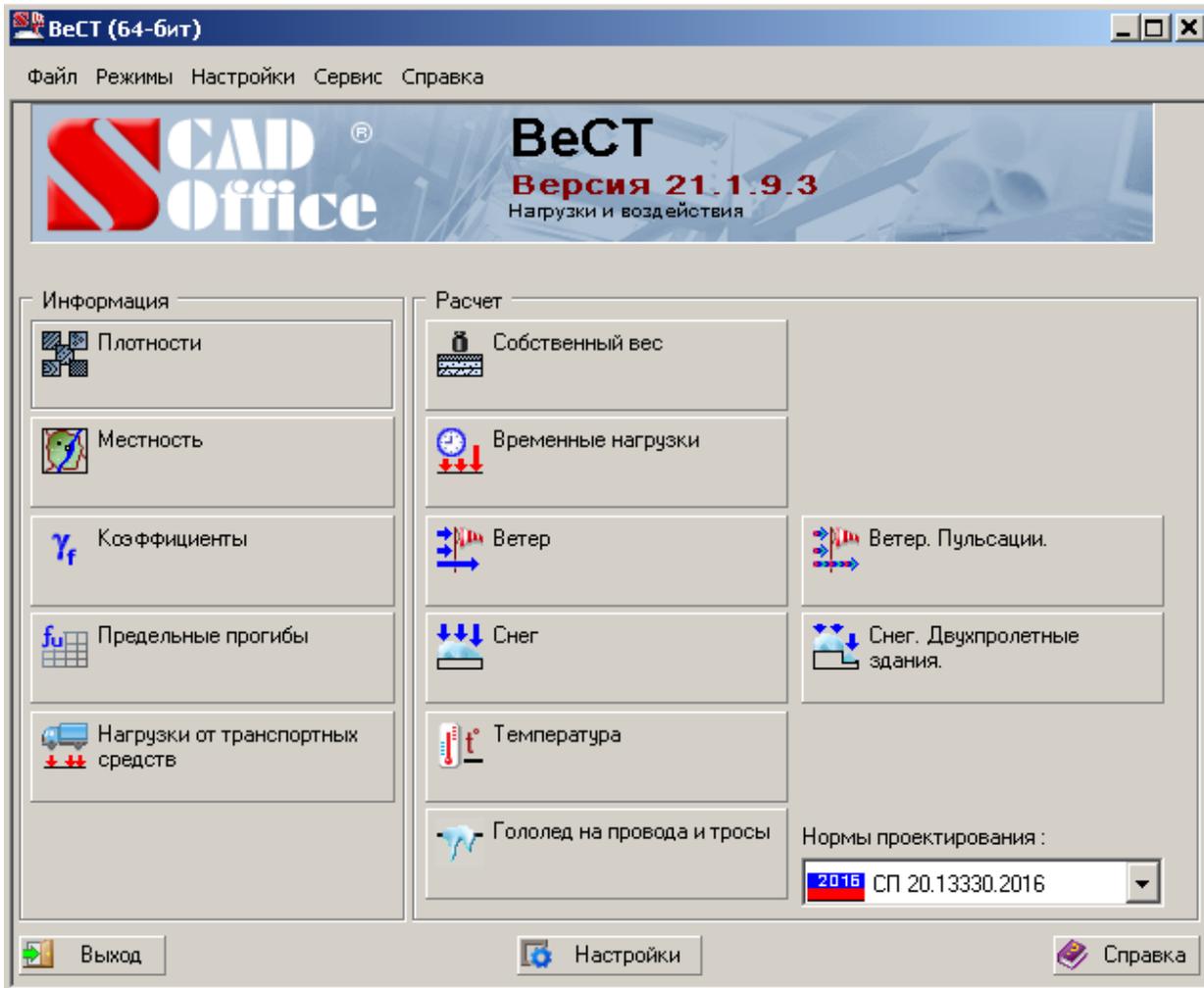
Предварительный просмотр





# SCAD Office v.21.1.9.3. ВЕСТ

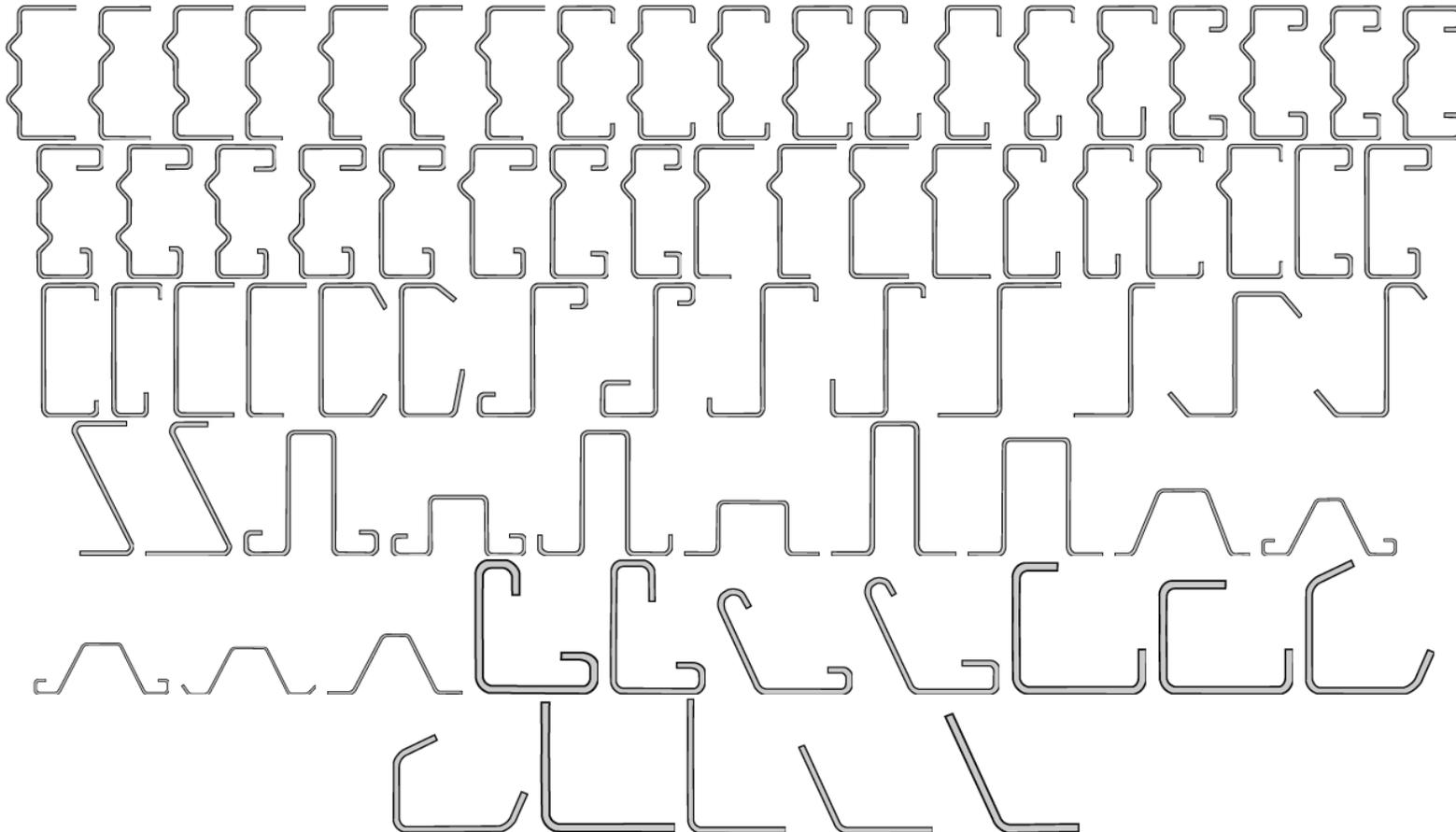
- ✓ Реализован режим «Местность» для СП 20.13330.2016
- ✓ При использовании СП 20.13330.2016 в режиме «Местность» реализованы карты 4, 5 с данными о максимальной и минимальной температуре





## SCAD Office v.21.1.9.3. ТОНУС. Расширение возможностей.

- ✓ Для произвольных сечений появилась возможность отрисовки эпюр статических секториальных моментов и статических моментов относительно главных осей инерции, а также эпюр касательных и эквивалентных напряжений
- ✓ Существенно расширен набор стандартных сечений





# SCAD Office v.21.1.9.3. Новые сортаменты

## Квадратные трубы по ГОСТ 32931-2015

- 10x0.8
- 10x0.9
- 10x1.0
- 10x1.2
- 10x1.4
- 15x0.8
- 15x0.9
- 15x1.0
- 15x1.2
- 15x1.4
- 15x1.5
- 20x0.8
- 20x0.9
- 20x1.0
- 20x1.2
- 20x1.4
- 20x1.5

## Прямоугольные трубы по ГОСТ 32931-2015

- 15x10x1.0
- 15x10x1.5
- 15x10x2.0
- 20x10x1.0
- 20x10x1.2
- 20x10x1.5
- 20x10x2.0
- 20x15x1.0
- 20x15x1.2
- 20x15x1.5
- 20x15x2.0
- 20x15x2.5
- 25x10x1.0
- 25x10x1.5
- 25x10x2.0
- 25x10x2.5
- 25x15x0.8
- 25x15x0.9

## Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015

- 57.0x3.0
- 57.0x3.2
- 57.0x3.5
- 60.0x3.0
- 60.0x3.2
- 60.0x3.5
- 60.0x3.8
- 63.5x3.0
- 63.5x3.2
- 63.5x3.5
- 63.5x3.8
- 70.0x3.0
- 70.0x3.2
- 70.0x3.5
- 70.0x3.8
- 70.0x4.0
- 73.0x3.0
- 73.0x3.2

## Круглые сварные трубы по ГОСТ Р 58064-2018

- 42.0x3.0
- 42.0x3.5
- 42.0x4.0
- 48.0x3.0
- 48.0x3.5
- 48.0x4.0
- 54.0x3.0
- 54.0x3.5
- 54.0x4.0
- 57.0x3.0
- 57.0x3.5
- 57.0x4.0
- 60.0x3.0
- 60.0x3.5
- 60.0x4.0
- 70.0x3.0
- 70.0x3.5



# SCAD Office v.21.1.9.3. ЗАПРОС.

- ✓ Расчет осадки фундамента по СП 22.13330.2016 приведен в соответствии с разъяснениями авторов норм об учете порового давления и взвешивающего действия воды. Подробности на нашем сайте в разделе «Проблемы СНиП»

ru en

Новости Продукты Публикации Обучение Загрузить Цены Заказать Проблемы СНиП Контакты

## Проблемы СНиП

При реализации тех или иных положений нормативных документов мы часто сталкиваемся с ошибками или возможностью неоднозначного трактования положений СНиП, СП, ДБН, ... . В этих случаях фирма SCAD Soft просит авторов норм дать официальные пояснения.

Поскольку как сами вопросы, так и ответы авторов норм могут представлять интерес для пользователей наших программ, на этой странице нашего сайта размещены копии писем с вопросами и ответы на них (или информация об отсутствии ответов). Кроме того, возникают ситуации, при которых требования норм не могут быть реализованы; в этих случаях здесь приводится обоснование невозможности программной реализации.

Нормативный документ		
СП 22.13330.2016	<a href="#">учет порового давления</a>	<a href="#">ответ НИИОСП от 25.12.2018</a>
СП 22.13330.2016	<a href="#">учет взвешивающего действия воды</a>	<a href="#">ответ НИИОСП от 21.01.2019</a>

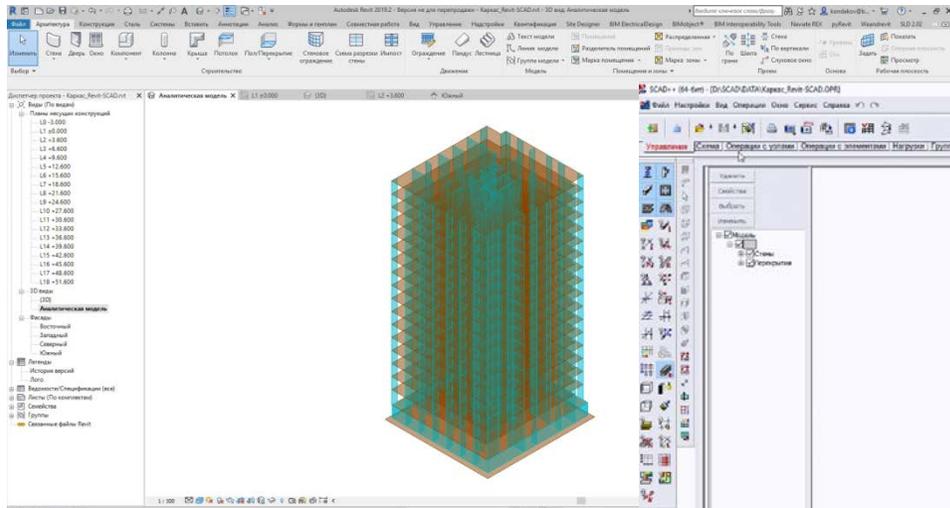


# SCAD Office v.21.1.9.3

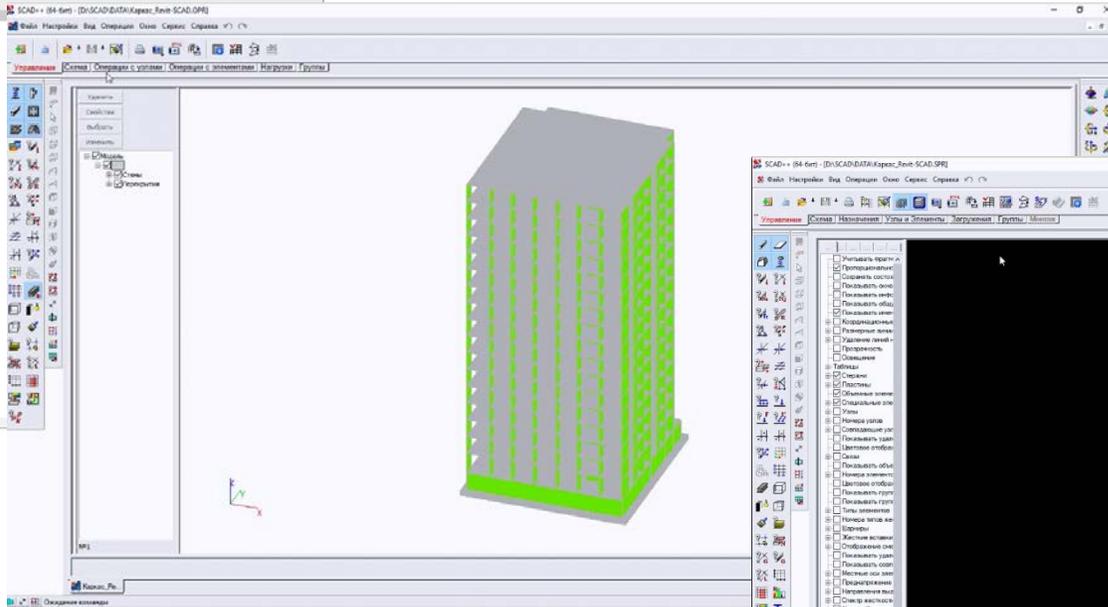
✓ Реализован обмен данными с программами:

- Revit 2019;
- ArchiCAD 21 и 22;
- Tekla 2018;
- RENGA (доработан импорт IFC).

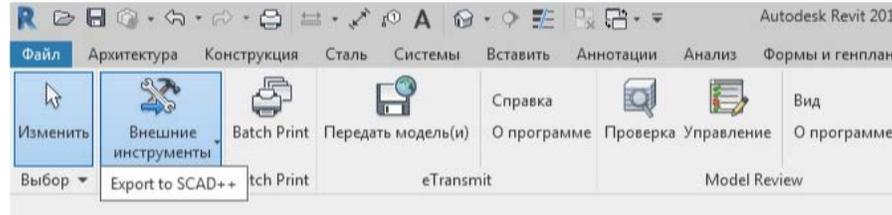
Аналитическая модель в Revit



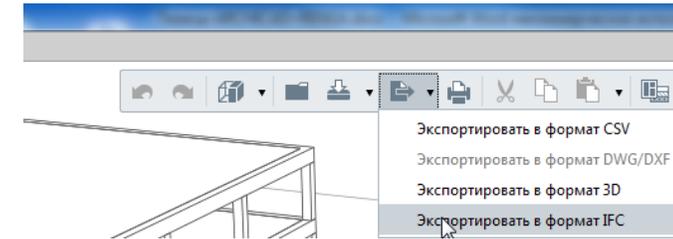
Укрупненная модель в режиме ФОРУМ



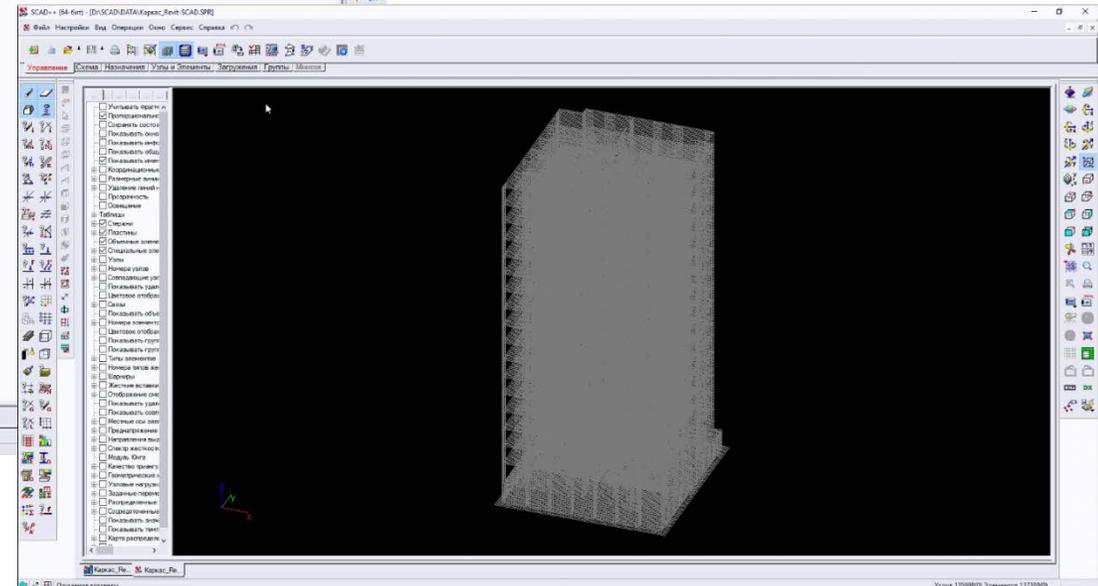
В формат r2s из Revit



В формат IFC из Renga



Расчетная модель в SCAD

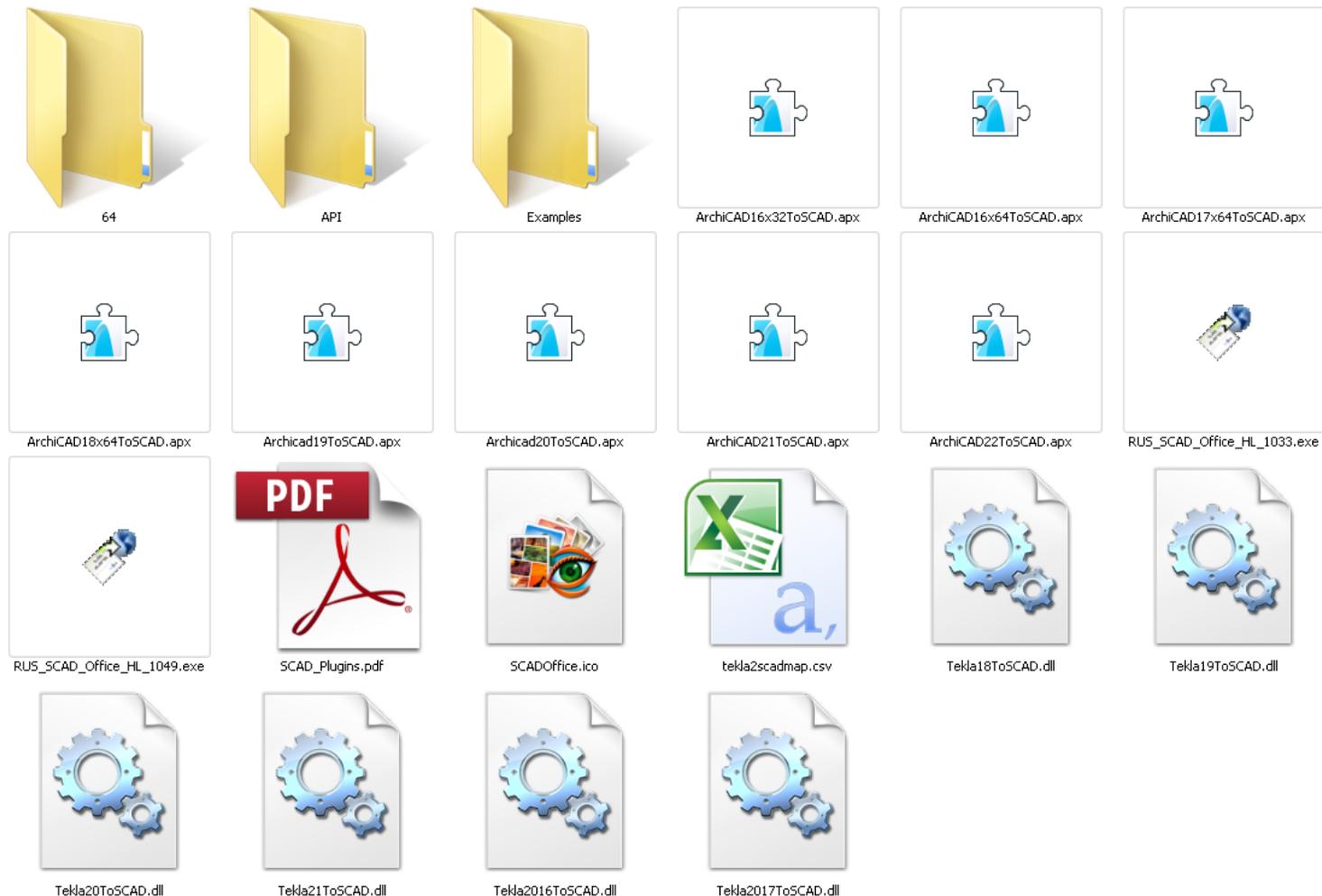




## ✓ Пользовательские плагины на JScript получили доступ к формулам PCU

SCAD++ предоставляет возможность наращивания функциональности посредством написания пользовательских расширений. В качестве механизма взаимодействия между пользовательскими расширениями и SCAD++ используется реализация JScript в рамках Windows Script.

Библиотека SCAD++ API и возможность создания пользовательских расширений на JScript предоставляются бесплатно, а все необходимое вместе с документацией находится в папке установки



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

Ежегодный Московский семинар  
«Расчет и проектирование конструкций  
в среде SCAD Office 21»  
23-24 апреля 2019 г.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**