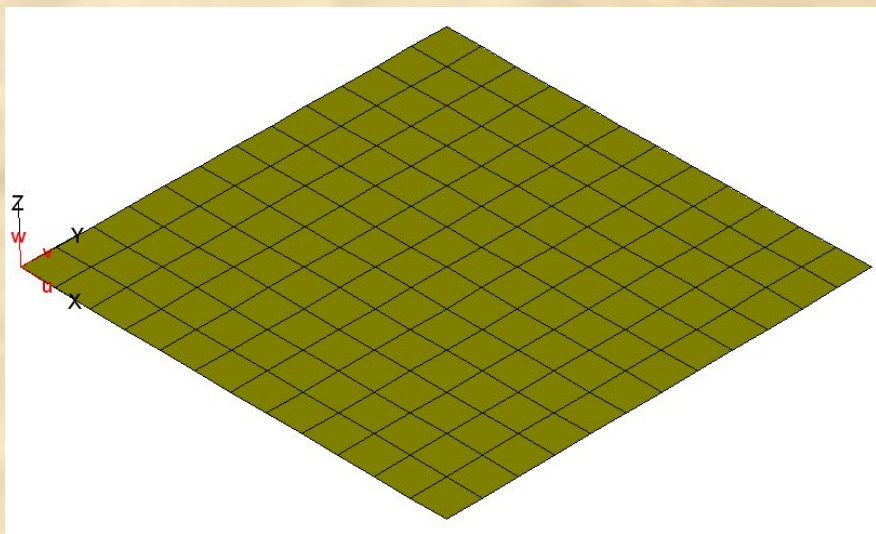


# **Расчет на силовое динамическое воздействие во временной области**

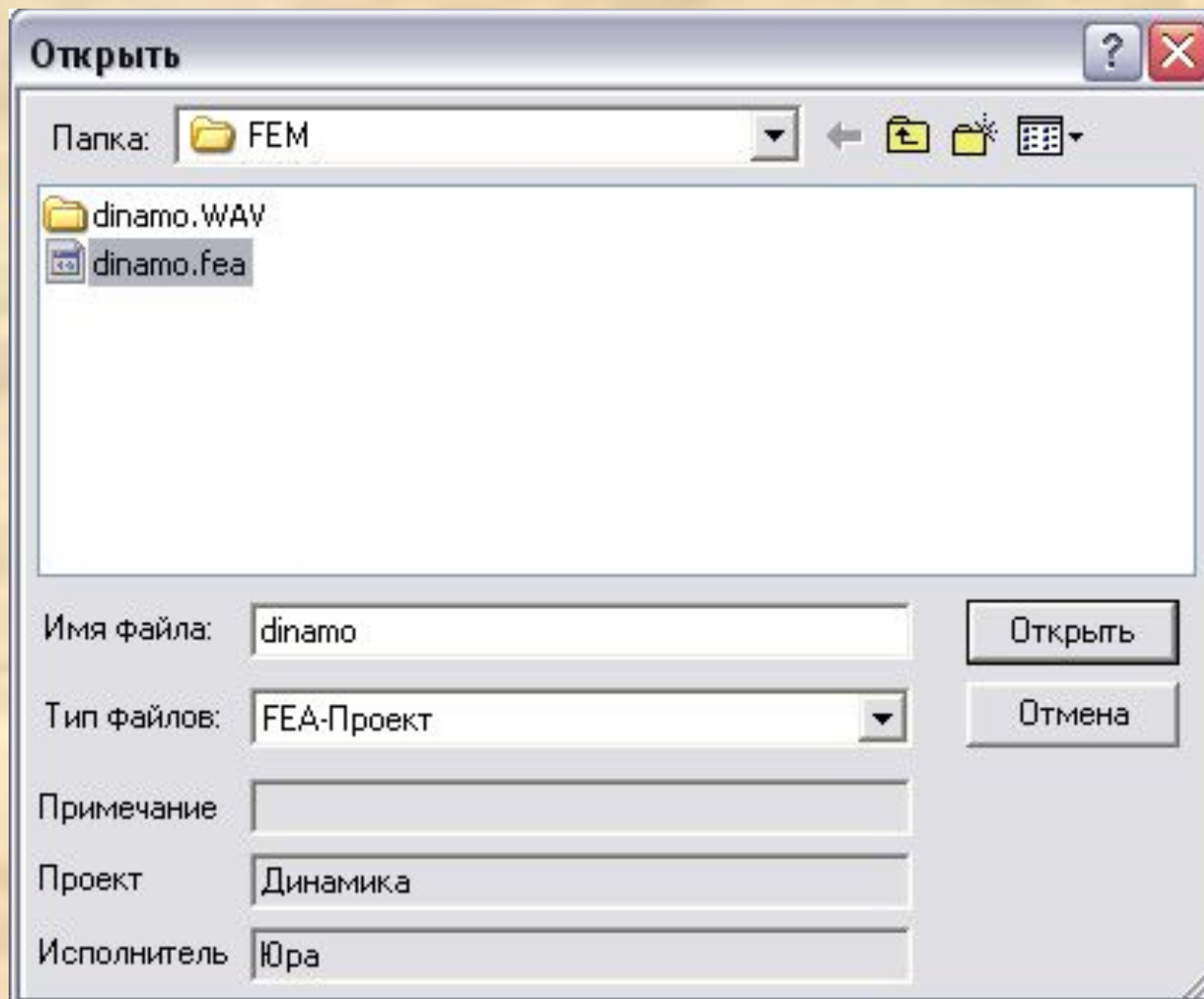
# Упражнение по расчету на силовое динамическое воздействие



Имеется расчетная модель железобетонной плиты с основными расчетными нагрузками ([dynamo.fea](#)).

Требуется выполнить расчет плиты во временной области на силовое динамическое воздействие.

Шаг 1. Загружаем расчетную модель [dinamo.fea](#).



## Шаг 2. Определяем формы и частоты собственных колебаний модели.

Параметры расчёта

Тип расчета

☐ Статический расчет  
☒ Собственные колебания  

☒ Сейсмический режим  
Параметры ...

  
☐ Устойчивость  
☐ Формирование матриц

Диагностика

☐ Проверка точности решения  
☐ Проверка ортогональности  
☐ Расширенная диагностика модели

Вывод результатов

☒ Графический интерфейс  
☒ Реакции  
☒ Усилия в оболочках  
☒ Напряжения в объемных элементах  
  
☒ Многопоточный расчёт

Итерационный расчет

Учёт нелинейности ...

Точность

Количество собственных форм

Диапазон искомых собств. значений 

Более Гц

Значение от  до

КЭ-модель

Элементы

☒ Гибридный 1  
☐ Гибридный 2  
☐ Перемещений  
☒ Модификация матриц жесткости для балок-стенок

☒ Осреднение с весами  
☒ Согласованные нагрузки  
☒ Согласованные массы  
☒ Изменение геометрии для эксцентриситетов

Проект

Примечание

Исполнитель

OK

Отменить

Помощь

Параметры сейсмического режима

Требуемая сумма модальных масс [%]  
Минимальный порог [%]

Поступательное воздействие

x	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>
y	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>
z	<input type="text" value="75.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>

☐ Учёт вращательного воздействия

Вращательное воздействие

RX	<input type="text" value="60.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>
RY	<input type="text" value="60.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>
RZ	<input type="text" value="60.00"/>	<input type="text" value="1.00"/>

Уровень основания  м

☒ формирование остаточных псевдоформ  
☒ модифицированная теория

OK

Отменить

Выбор типа решателя

☐ Разреженный  
☒ Фронтальный

OK

Отменить

Настройки ?

Общие

Тип решателя

Нормы РФ

Панели инструментов

Задание и корректировка комбинаций

Комбинации

Массы

Доп. на устойчивость

	НГ-1	НГ-2	НГ-3
K-1	0.1	0.1	0.1

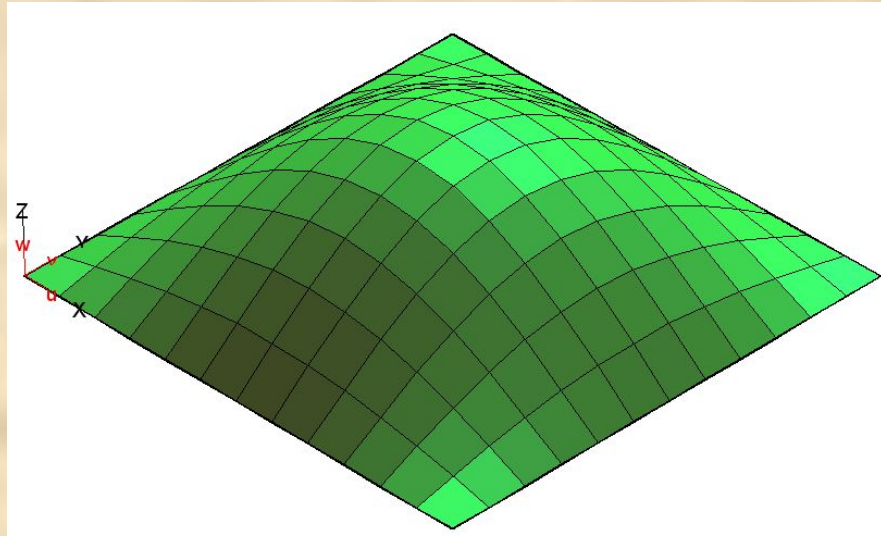


В протоколе указываются те формы колебаний, которые будут учитываться в последующем расчете, а также остаточные псевдоформы, с указанием процента модальных масс.

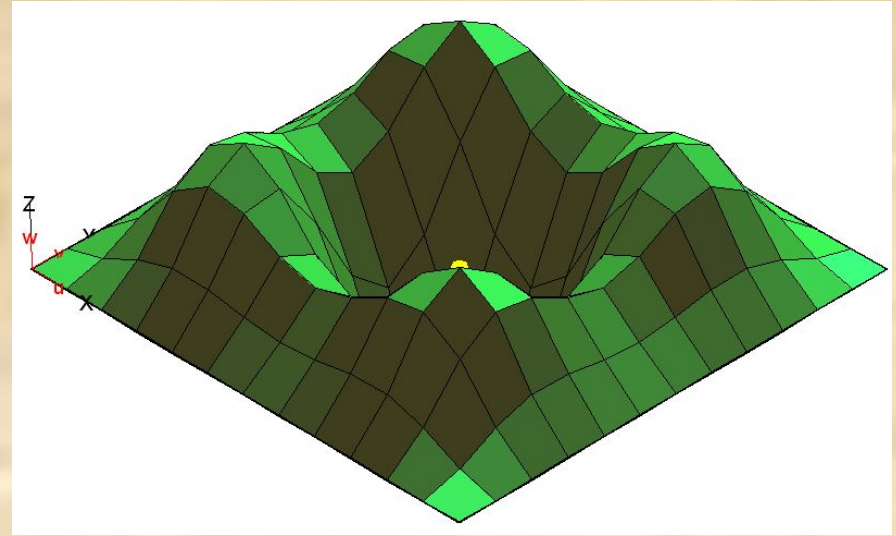
форма	Собственное значение, Гц	Mx, %	My, %	Mz, %	отобрано
1	12.4475	0.00	0.00	65.93	да
2	31.1837	0.00	0.00	0.00	нет
3	31.1837	0.00	0.00	0.00	нет
4	49.3111	0.00	0.00	0.00	нет
5	62.4553	0.00	0.00	14.63	да
6	62.4562	0.00	0.00	0.00	нет
7	79.8816	0.00	0.00	0.00	нет
8	79.8816	0.00	0.00	0.00	нет
9	106.168	0.00	0.00	0.00	нет
10	106.168	0.00	0.00	0.00	нет
Сумма модальных масс, %					
	Кол-во собств. значений	Mx	My	Mz	
Найдено	10	0.00	0.00	80.56	
Отобрано	2	0.00	0.00	80.56	
Исключено	8	0.00	0.00	0.00	
Операция сдвига на 0 Гц.					
Кол-во собств. значений слева от 0 Гц : 0					
форма	Собственное значение, Гц	Mx, %	My, %	Mz, %	Доп. учтено
***	243.002	75.47	0.00	0.00	да
***	243.002	0.00	75.47	0.00	да
***	153.334	0.00	0.00	7.61	да
Сумма модальных масс, %					
	Кол-во собств. значений	Mx	My	Mz	
Найдено	10	0.00	0.00	80.56	
Отобрано	2	0.00	0.00	80.56	
Исключено	8	0.00	0.00	0.00	
Доп. учтено	3	75.47	75.47	7.61	
Всего учтено	5	75.47	75.47	88.17	

### Шаг 3. Выполняем анализ форм колебаний.

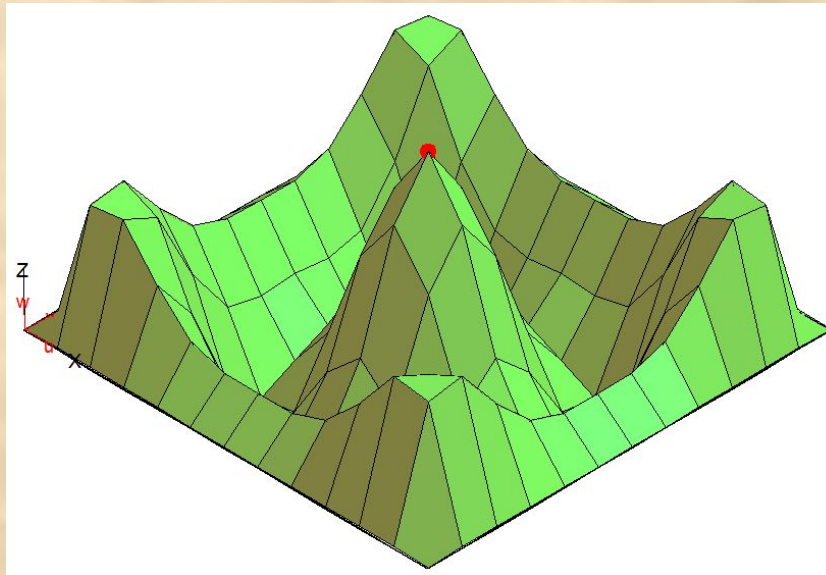
Форма 1



Форма 2



Форма 5



# Шаг 4. Выводим и оцениваем периоды и частоты собственных форм колебаний плиты.

Проекты Растр Вставка Полный Виды uvw-Задать Фрагмент Позиции Геометрия Нагрузки Редактировать Расчет Комбинации Результаты Настройки ?

Таблицы  
Графика  
Тип результатов

форма	W рад/с	f Гц	T с
1	78.21	12.45	0.08
2	392.42	62.46	0.02
3	1526.82	243.00	0.00
4	1526.82	243.00	0.00
5	963.43	153.33	0.01

3/4  
3/3

W X Y Z

Вывести в Word/Viewer

Выбор информации для вывода

☐ Вывести всё

☒ Отмеченное в графическом окне

☐ Выбрать по номеру (узла/элемента)

Введите номера или границы узлов (элементов) для показа через запятую, без пробелов. Например, 1,5-12,17

Вывести в

☒ Viewer ☐ Word ☐ Создать новый документ

OK Отменить Помощь

Назад  
Таблицы  
Графика  
Тип результатов

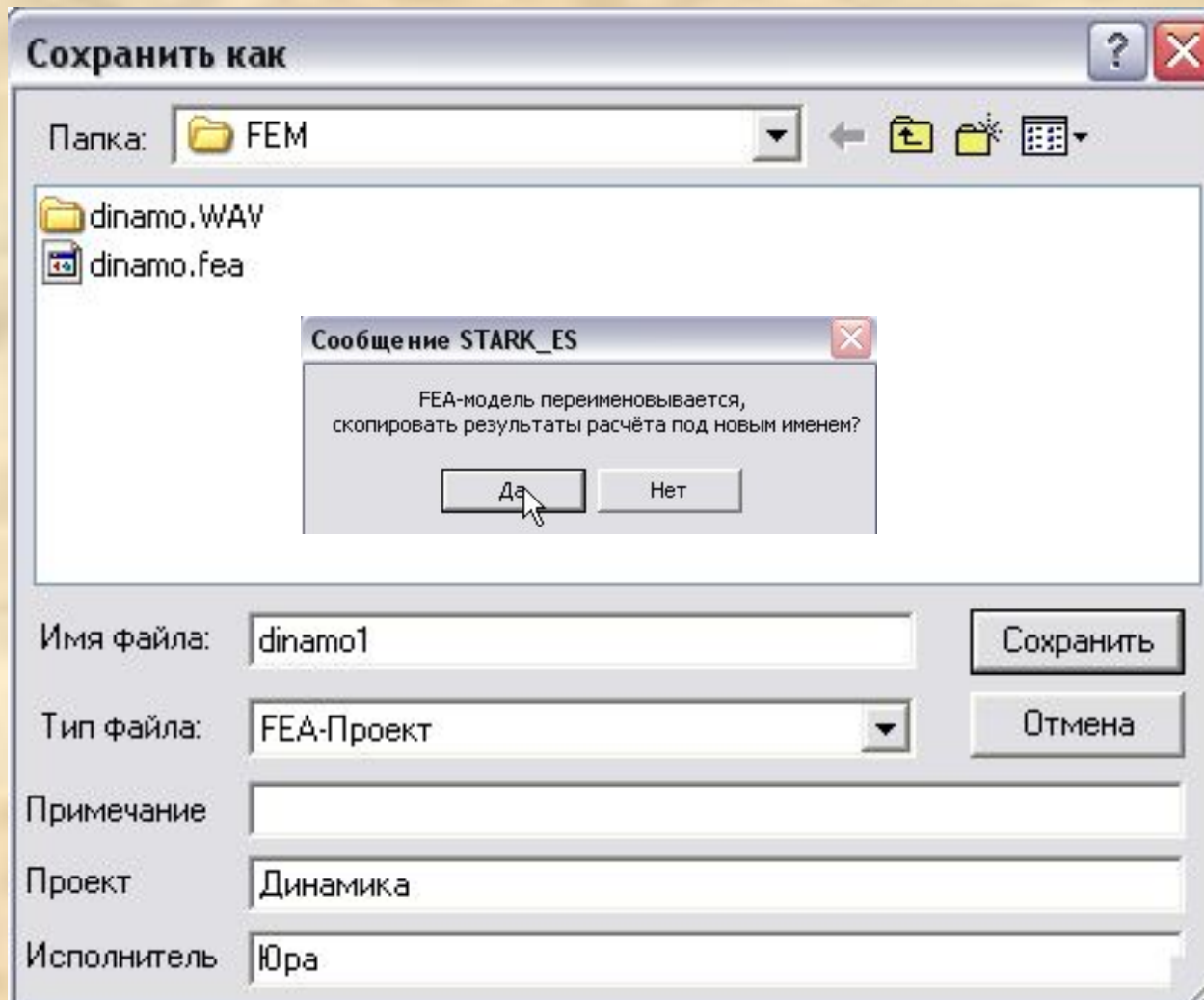
Отметить  
Отменить  
Вывести

Отметьте узлы, которые нужно включить в группу

<X-Y-Z-Координаты>

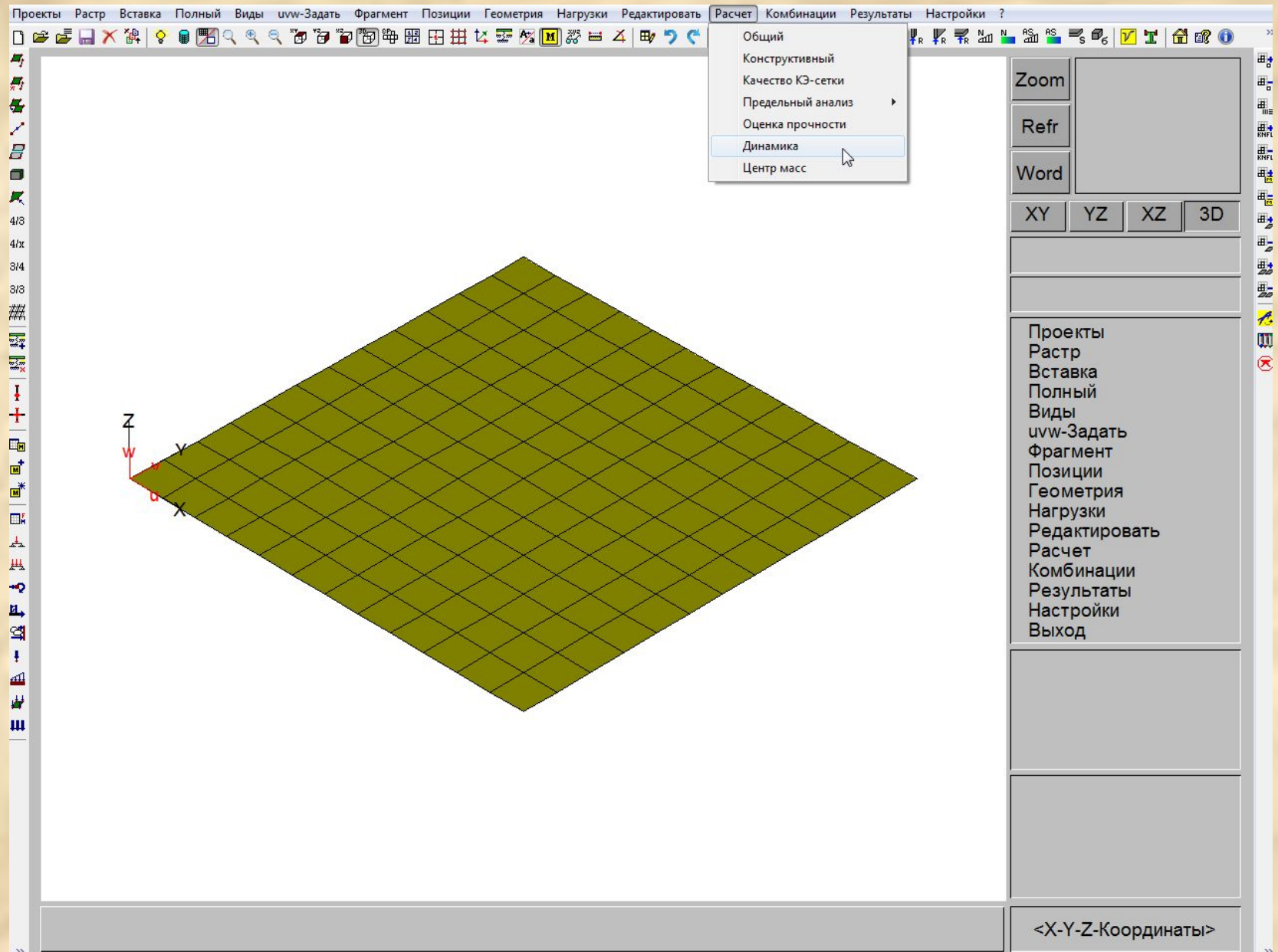


## Шаг 5. Сохраняем расчетную модель под новым именем **dinamo1.fea**.





# Шаг 6. Выполняем расчет на силовое динамическое воздействие.



# Описываем компоненты динамического воздействия (допускается копирование табличных значений)

**Динамическое воздействие (силовое)**

Группы нагрузок

Группы узлов:      Данные по воздействию:

Параметры расчета

Демпфирование

Форма	%
1	5
2	5
3	0
4	0
5	0

Количество учитываемых форм:

Амплитуда:

Интервал интегрирования:

Шаг выдачи (с):

☐ Учет демпферов

**Задать данные по воздействию**

Время воздействия:  с     

Шаг:  с     

T [с]	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz
0	0	0	0	0	0	0
0.05	0	0	0	0	0	0

Px, Py, Pz - [кН]      Mx, My, Mz - [кНм]           

Показать компоненты: ☒ Px    ☐ Py    ☐ Pz  
☐ Mx    ☐ My    ☐ Mz

max=0.000, t=0.050  
min=0.000, t=0.050

# Выбираем узлы, к которым приложено динамическое воздействие

Динамическое воздействие (силовое)

Группы нагрузок

Группы узлов: Данные по воздействию:

Добавить Изменить Удалить

Выбрать Создать

Параметры расчета

Демпфирование

Форма	%
1	5
2	5
3	0
4	0
5	0

Количество учитываемых форм: 5

Амплитуда: 10

Интервал интегрирования: 0.5

Шаг выдачи (с): 0.001

☐ Учет демпферов

Реакция Отменить Помощь

Задание группы элементов

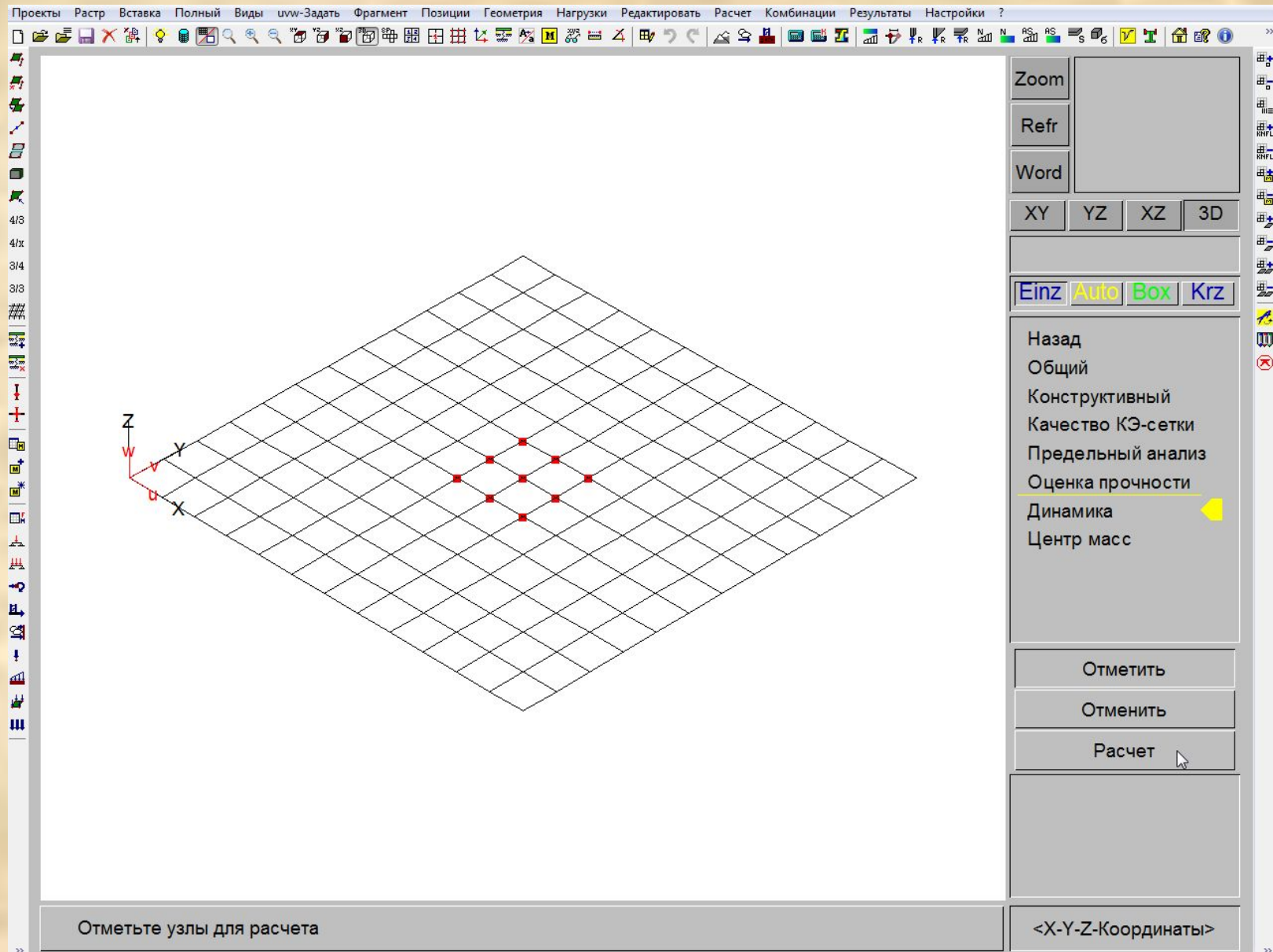
Номера элементов в группе

первый	последний	шаг

OK Отменить Помощь

Выбор в графике Удалить Очистить

# Выбираем узлы, к которым приложено динамическое воздействие





# Задаем данные по динамическому воздействию

Динамическое воздействие (силовое)

Группы нагрузок

Группы узлов: Данные по воздействию:

Группа 1

Файл dn2 не задан

Добавить Изменить Удалить

Выбрать Создать

Параметры расчета

Демпфирование

Форма	%
1	5
2	5
3	0
4	0
5	0

Количество учитываемых форм: 5

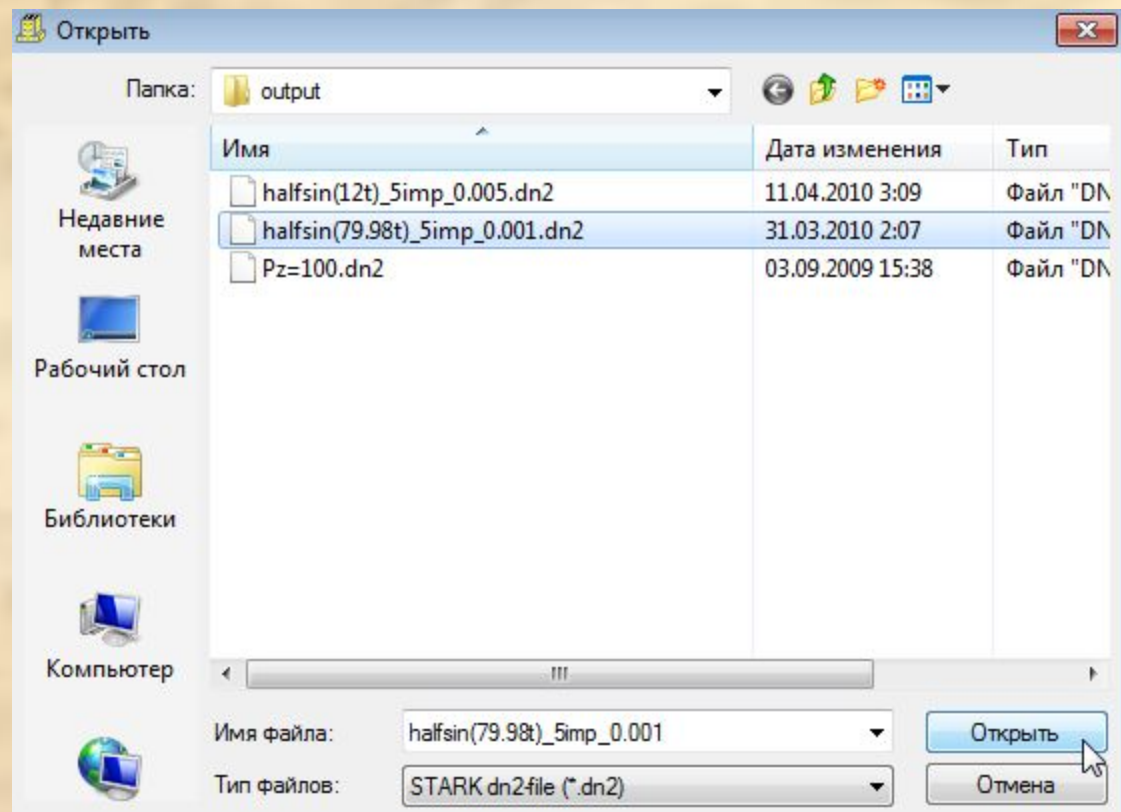
Амплитуда: 10

Интервал интегрирования: 0.5

Шаг выдачи (с): 0.001

☐ Учет демпферов

Реакция Отменить Помощь



# Задаем данные по динамическому воздействию

Динамическое воздействие (силовое)

Группы нагрузок

Группы узлов: Данные по воздействию:

Группа 1

halfsin(79.98t)\_5imp\_0.001.dn2

Добавить Изменить Удалить

Выбрать Создать

Параметры расчета

Демпфирование

Форма	%
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5

Количество учитываемых форм: 5

Амплитуда: 10

Интервал интегрирования: 0.5

Шаг выдачи (с): 0.001

☐ Учет демпферов

Реакция Отменить Помощь

Выбрать данные по воздействию

G:\prj\ДонКурск\STARK\1-2.Seismic\Dynamic\output\halfsin(79.98t)\_5imp

Время воздействия: 0.360 с

Шаг: 0.001 с

Выбрать dn2-файл

T [с]	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz
0.000	0	0	0	0	0	0
0.001	0	0	0.078...	0	0	0
0.002	0	0	0.157...	0	0	0
0.003	0	0	0.2347	0	0	0
0.004	0	0	0.310...	0	0	0
0.005	0	0	0.384...	0	0	0
0.006	0	0	0.456...	0	0	0
0.007	0	0	0.525...	0	0	0
0.008	0	0	0.590...	0	0	0
0.009	0	0	0.652...	0	0	0

Px, Py, Pz - [кН] Mx, My, Mz - [кНм]

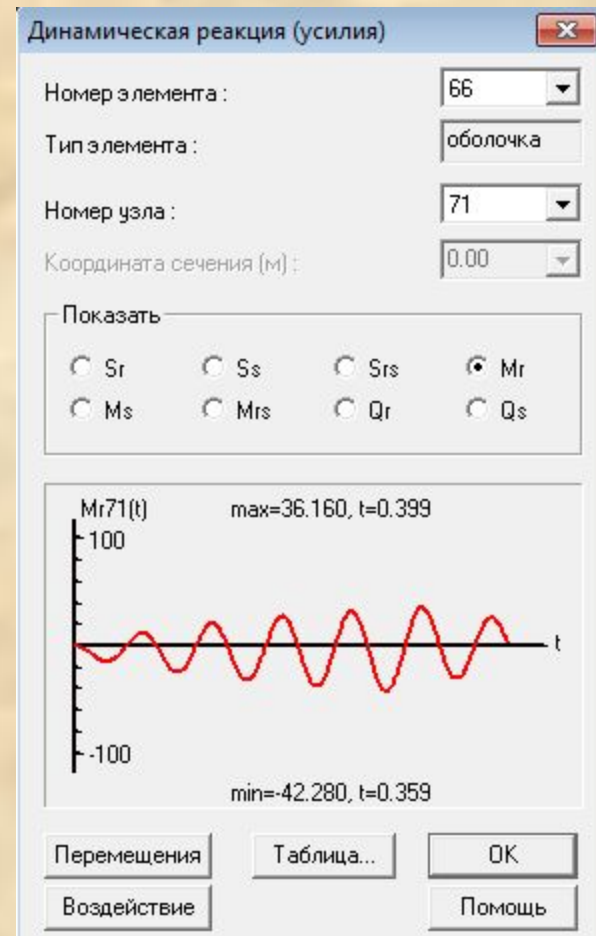
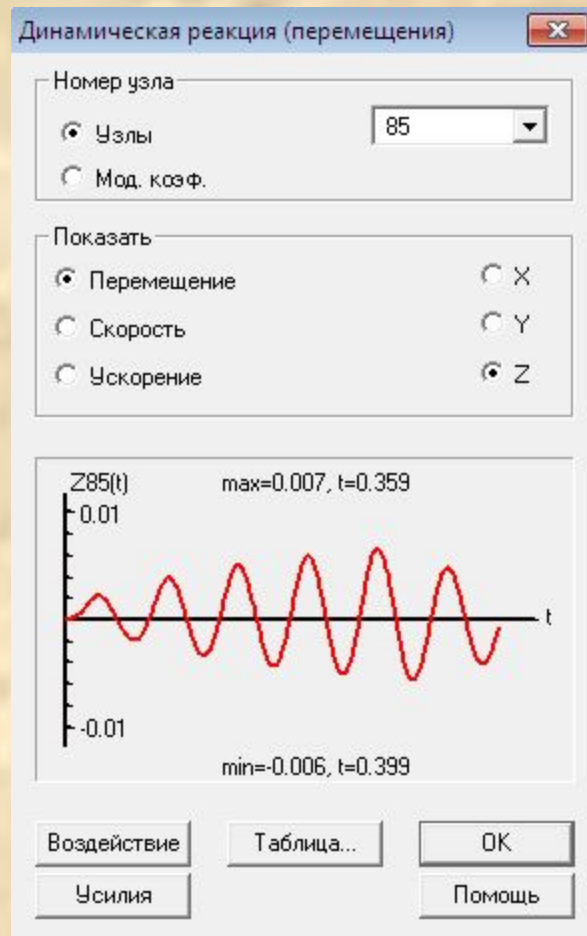
max=1.000, t=0.179

min=0.000, t=0.360

Показать компоненты: ☐ Px ☐ Py ☒ Pz ☐ Mx ☐ My ☐ Mz

OK Отменить Помощь

# Получаем реакцию во временной области (перемещение, скорость, ускорения и усилия)



## Шаг 7. Производим статический расчет модели.

Параметры расчёта

Тип расчета

☒ Статический расчет

☐ Собственные колебания

☐ Сейсмический режим

Параметры ...

☐ Устойчивость

☐ Формирование матриц

Диагностика

☐ Проверка точности решения

☐ Проверка ортогональности

☐ Расширенная диагностика модели

Вывод результатов

☒ Графический интерфейс

☒ Реакции

☒ Усилия в оболочках

☒ Напряжения в объемных элементах

☒ Многопоточный расчёт

Итерационный расчет

Учёт нелинейности ... Нет

Точность

Количество собственных форм

Диапазон искомых собств. значений

Значение от до

КЭ-модель

Элементы

☒ Гибридный 1

☐ Гибридный 2

☐ Перемещений

☒ Модификация матриц жесткости для балок-стенок

☒ Осреднение с весами

☒ Согласованные нагрузки

☐ Согласованные массы

☒ Изменение геометрии для эксцентриситетов

Проект

Примечание

Исполнитель

ОК

Отменить

Помощь

Настройки ?

Общие

Тип решателя

Нормы РФ

Панели инструментов

Выбор типа решателя

☐ Разреженный

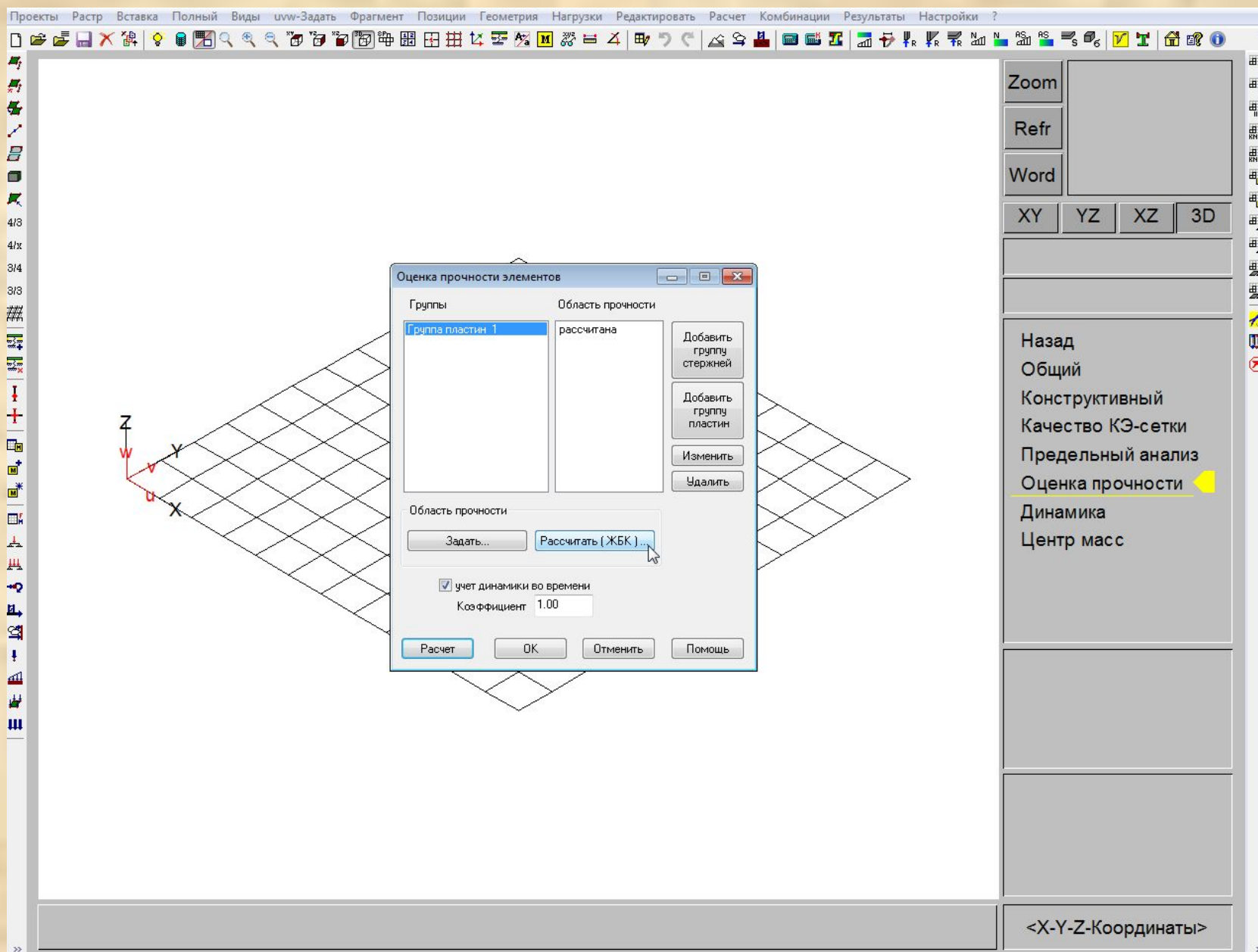
☒ Фронтальный

ОК

Отменить



## Шаг 8. Производим оценку прочности с учетом реакции во временной области.



# Задаем данные для определения области прочности плиты

Задание данных для расчета области прочности пластин

Толщина плиты  см

СП 63.13330.2012

Бетон тяжелый

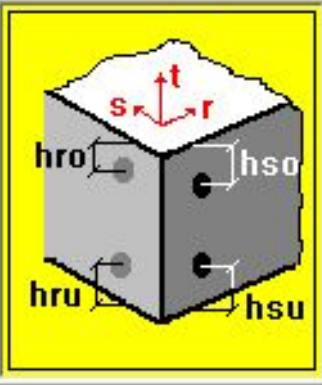
Класс

Gb

Арматура

Класс

Gs



Площадь арматуры:			Защитный слой:		
Asro	<input type="text" value="5.65"/>	см <sup>2</sup> /м	hro	<input type="text" value="2.00"/>	см
Asso	<input type="text" value="5.65"/>	см <sup>2</sup> /м	hso	<input type="text" value="3.00"/>	см
Asru	<input type="text" value="5.65"/>	см <sup>2</sup> /м	hru	<input type="text" value="2.00"/>	см
Assu	<input type="text" value="5.65"/>	см <sup>2</sup> /м	hsu	<input type="text" value="3.00"/>	см

Расчет площади арматуры

Диаметр арматуры  мм

Шаг  мм

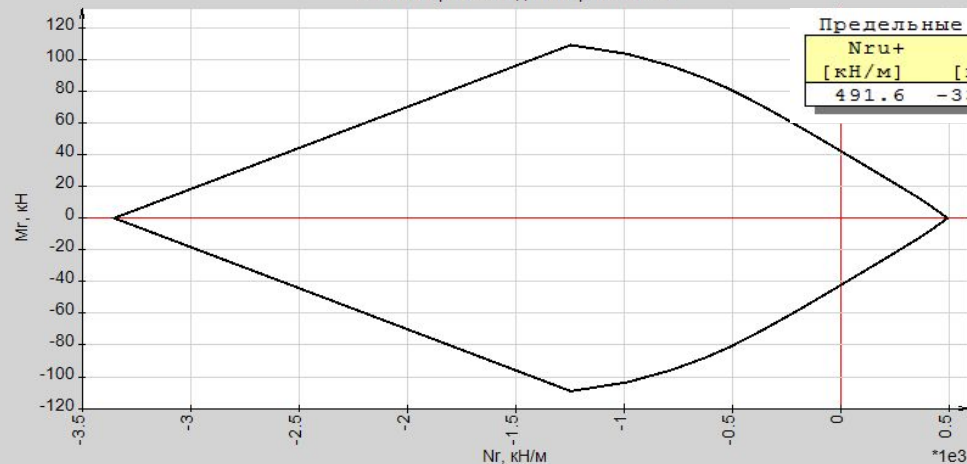
# Анализируем область прочности и получаем предельные значения усилий

SR Расчетная область прочности сечения

Помощь

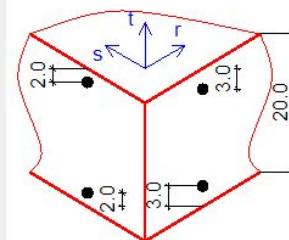
Область прочности для направления R

Геометрия ж/б пластины

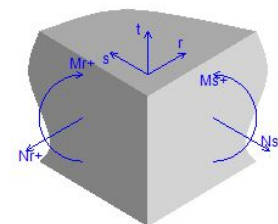


Предельные значения усилий при раздельном действии

Nru+	Nru-	Mru+	Mru-	Nsu+	Nsu-	Msu+	Msu-
[кН/м]	[кН/м]	[кН]	[кН]	[кН/м]	[кН/м]	[кН]	[кН]
491.6	-3352.0	42.1	-42.1	491.6	-3352.0	40.3	-40.3

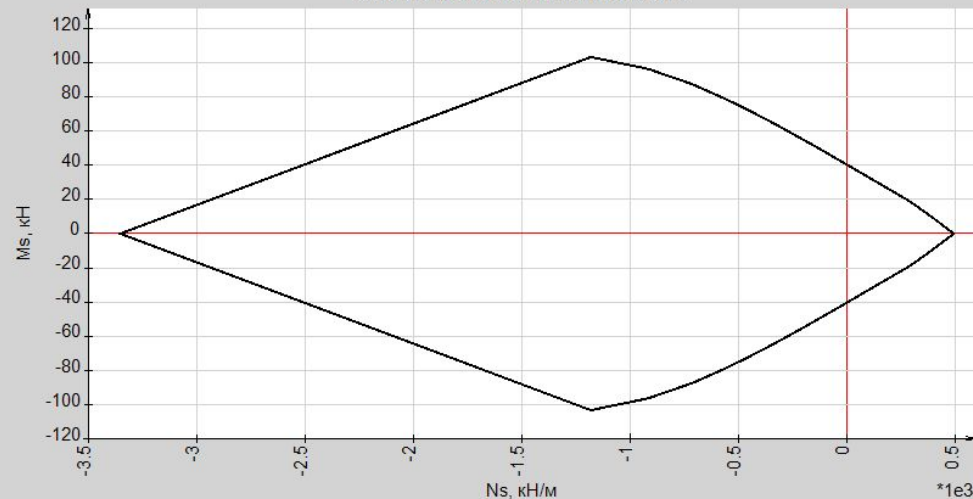


Направление действия положительных усилий



Создать отчет

Область прочности для направления S



# Оцениваем прочность плиты

Результаты расчета

Изображение результатов

- ☒ цветное (6 цветов)
- ☐ цветное (2 цвета)
- ☐ числовое

Элементы для показа

- ☒ Все
- ☐ С недостаточной прочностью

Номер комбинации

1

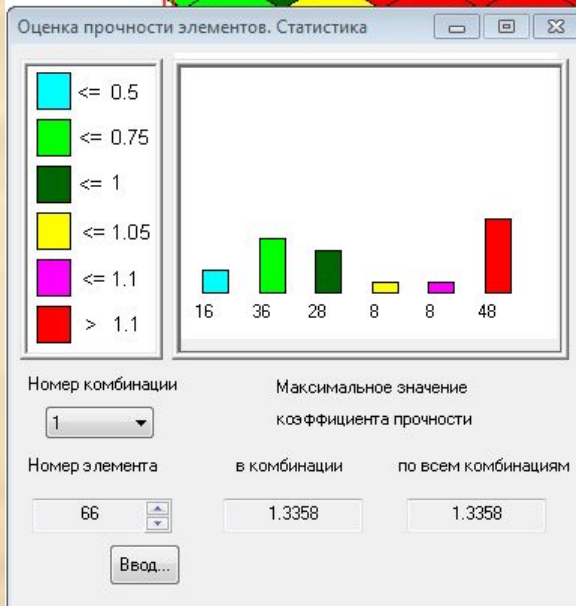
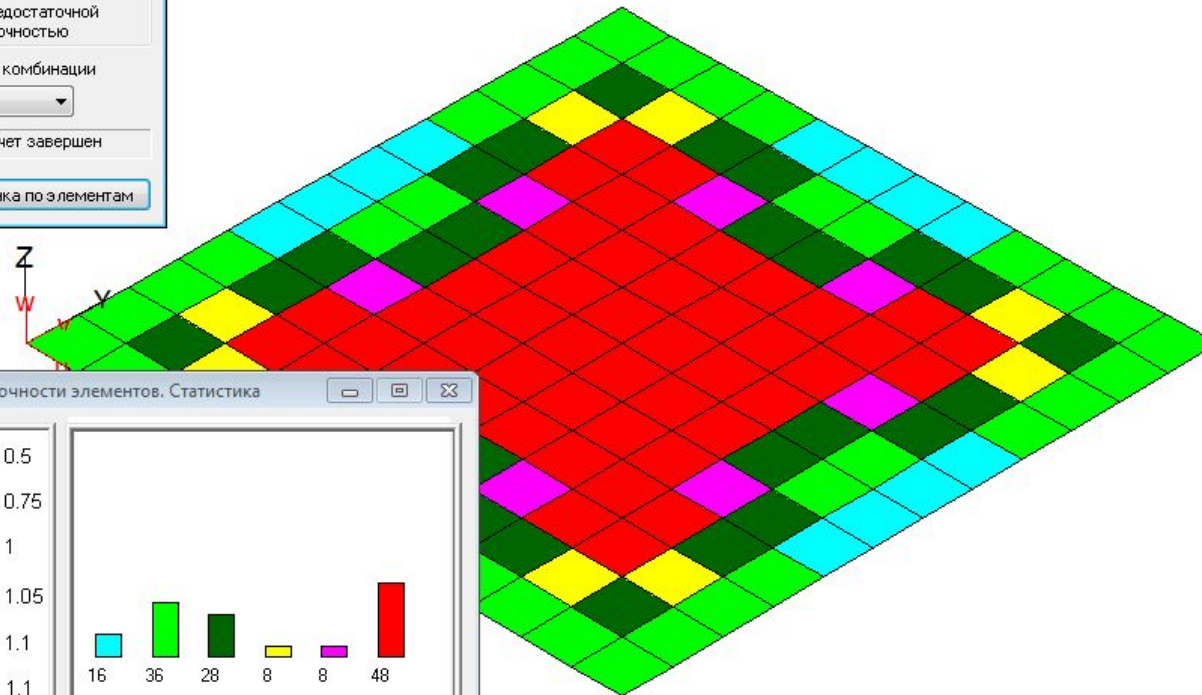
Расчет завершен

Статистика по элементам

Задание и корректировка комбинаций

Комбинации | Массы | Доп. на устойчивость

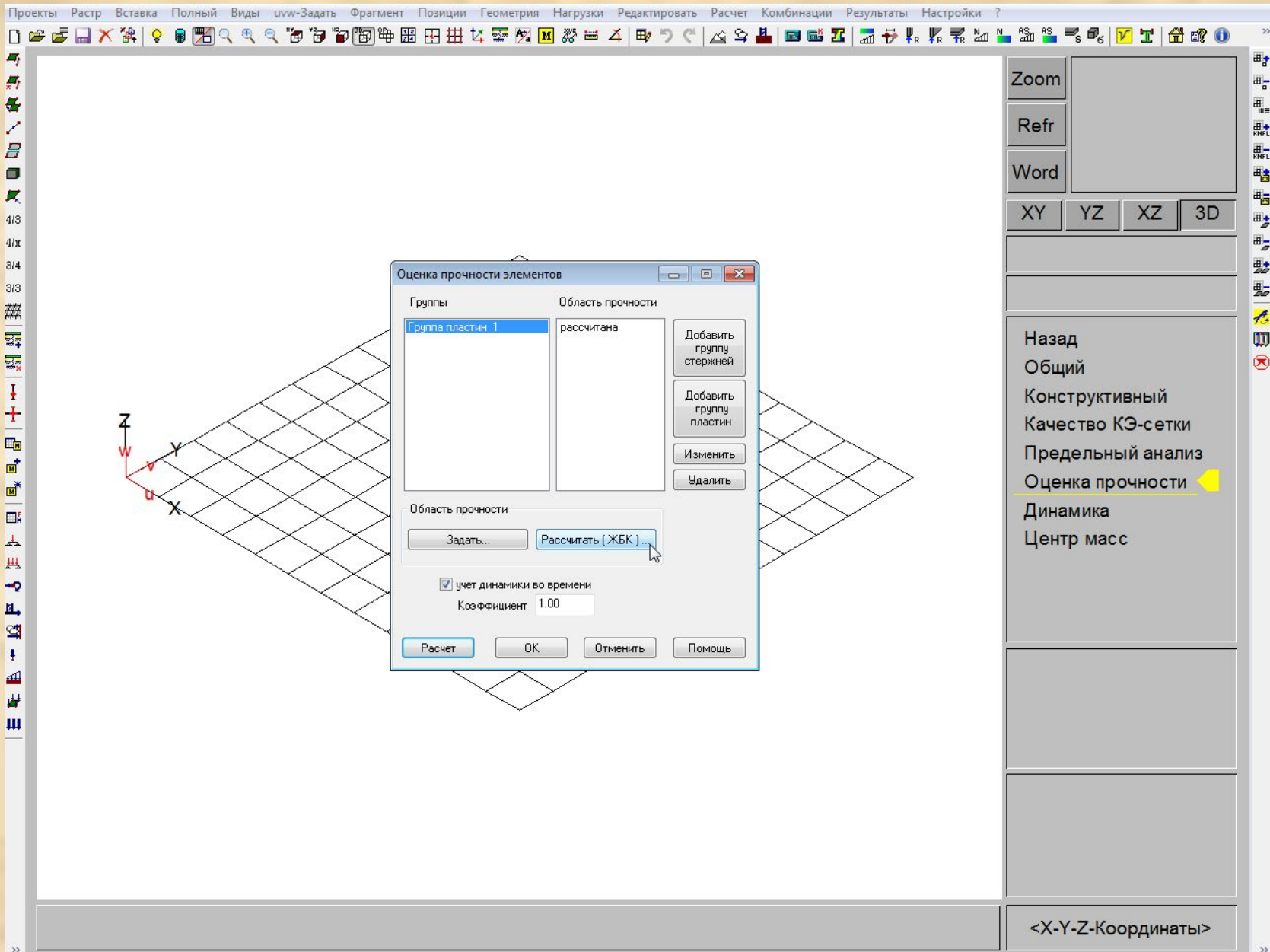
	НГ-1	НГ-2	НГ-3
К-1	1	1	1



Прочность плиты не обеспечена



## Шаг 9. Усиливаем плиту и производим оценку прочности с учетом реакции во временной области.



# Задаем данные для определения области прочности плиты

Задание данных для расчета области прочности пластин

Толщина пластины  см

СП 63.13330.2012

Бетон тяжелый


Класс

Gb

Арматура

Класс

Gs



Площадь арматуры:			Защитный слой:		
Asro	<input type="text" value="11.31"/>	см <sup>2</sup> /м	hro	<input type="text" value="2.00"/>	см
Asso	<input type="text" value="11.31"/>	см <sup>2</sup> /м	hso	<input type="text" value="3.00"/>	см
Asru	<input type="text" value="11.31"/>	см <sup>2</sup> /м	hru	<input type="text" value="2.00"/>	см
Assu	<input type="text" value="11.31"/>	см <sup>2</sup> /м	hsu	<input type="text" value="3.00"/>	см

Расчет площади арматуры

Диаметр арматуры  мм

Шаг  мм

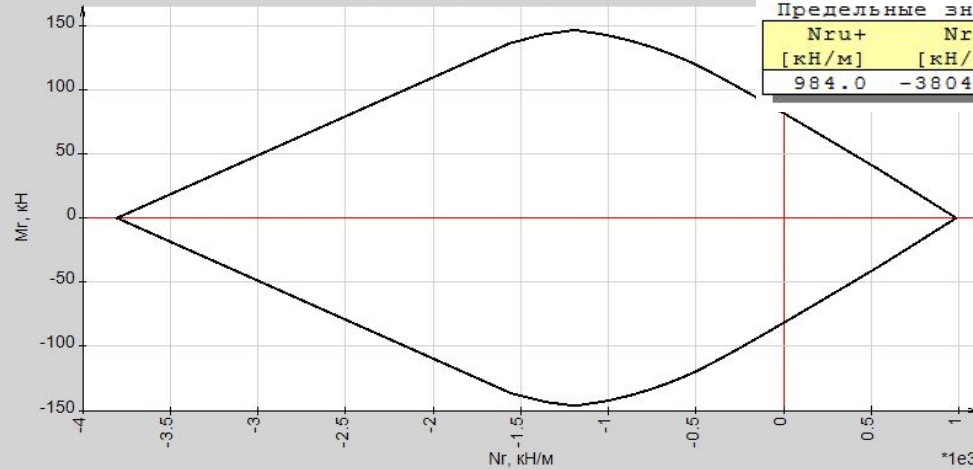
# Анализируем область прочности и получаем предельные значения усилий

SR Расчетная область прочности сечения

Помощь

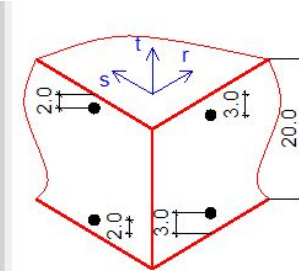
Область прочности для направления R

Геометрия ж/б пластины

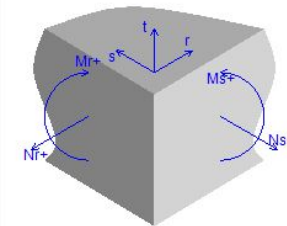
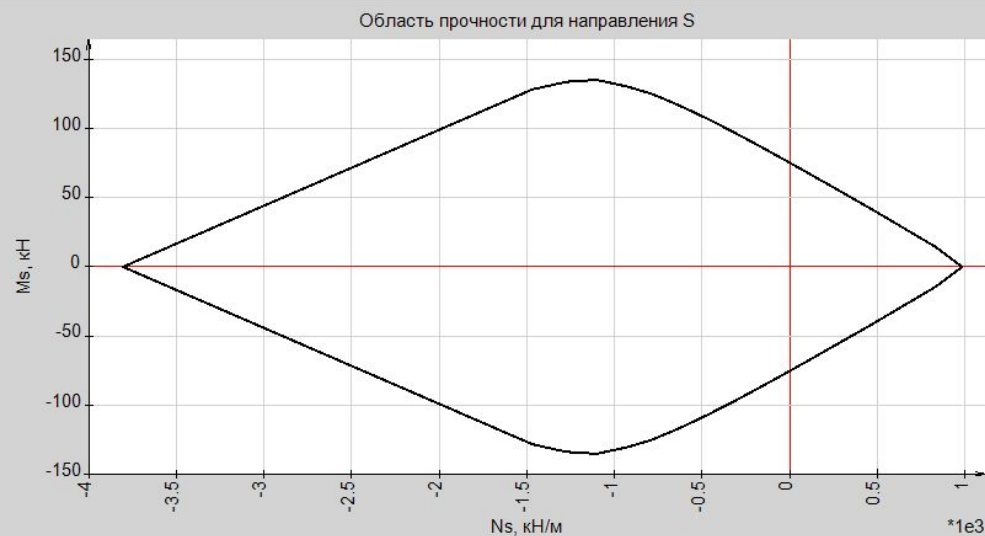


Предельные значения усилий при раздельном действии

Nru+	Nru-	Mru+	Mru-	Nsu+	Nsu-	Msu+	Msu-
[кН/м]	[кН/м]	[кН]	[кН]	[кН/м]	[кН/м]	[кН]	[кН]
984.0	-3804.8	81.6	-81.6	984.0	-3804.8	75.4	-75.4



Направление действия положительных усилий



Создать отчет

# Оцениваем прочность плиты

Результаты расчета

Изображение результатов

- ☒ цветное (6 цветов)
- ☐ цветное (2 цвета)
- ☐ числовое

Элементы для показа

- ☒ Все
- ☐ С недостаточной прочностью

Номер комбинации

1

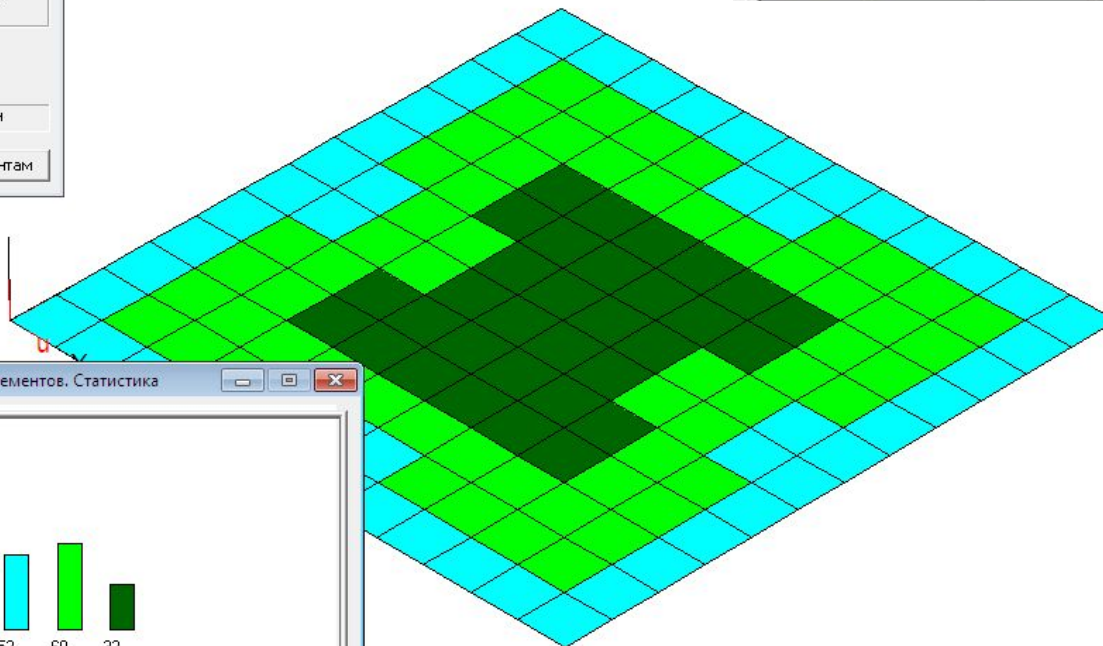
Расчет завершен

Статистика по элементам

Задание и корректировка комбинаций

Комбинации | Массы | Доп. на устойчивость

	НГ-1	НГ-2	НГ-3
К-1	1	1	1



Прочность плиты  
обеспечена

Оценка прочности элементов. Статистика

Цвета соответствуют:

- ☐  $\leq 0.5$
- ☐  $\leq 0.75$
- ☐  $\leq 1$
- ☐  $\leq 1.05$
- ☐  $\leq 1.1$
- ☐  $> 1.1$

График:

Номер комбинации

1

Номер элемента

66

Ввод...

Максимальное значение  
коэффициента прочности

в комбинации

0.8612

по всем комбинациям

0.8612