

Формирование расчетной схемы плоской рамы.

Требуется определить усилия и подобрать арматуру в конструктивных элементах трехпролетной, двухэтажной железобетонной рамы.

Геометрия: пролеты 6 х 6 х 9 метров, высота 1-го этажа – 3,0 метра, 2-го этажа – 4,0 метра.

Шаг рам 6 м.

Материал: бетон класса В20, продольная арматура класса АIII, поперечная класса АI.

Сечения элементов: колонны 40 х 40см., ригели тавровые с полкой внизу (высота ригеля – 55 см., ширина – 45 см., высота полки – 35 см., ширина ребра – 20 см.)
Объемный вес – $1.1 \cdot 2.5 = 2.75$ т/м³

Нагрузки: постоянная (собственный вес конструкций) и вес пола и кровли ($0.1 \cdot 20 \cdot 1.2 \cdot 6 = 14.4$ кН/м); длительная – равномерно распределенная полезная по ригелям первого этажа, величиной $1.2 \cdot 2 \cdot 6 = 14.4$ кН/м, сосредоточенная – 50 КН, приложенная в третьем пролете на расстоянии 0,5 метра от краев ригелей первого и второго этажей; снеговая – равномерно распределенная по ригелям второго этажа, величиной $1.4 \cdot 1 \cdot 6 = 8.4$ кН/м; ветровая – приложена в виде узловых нагрузок(кН):

	На левой колонне ($\kappa = 0.8$)	На правой колонне ($\kappa = 0.6$)
В уровне перекр. 1-го этажа $0.38 \cdot 1.4 \cdot 6 \cdot (1.5+2)$	8.88	6.7
В уровне перекр. 2-го этажа $0.38 \cdot 1.4 \cdot 6 \cdot (2)$	5.11	3.83

Условия опирания: крайние колонны – жесткие, средние колонны – шарнирно неподвижные опоры.


Шарниры: ригели покрытия шарнирно опираются на колонны.

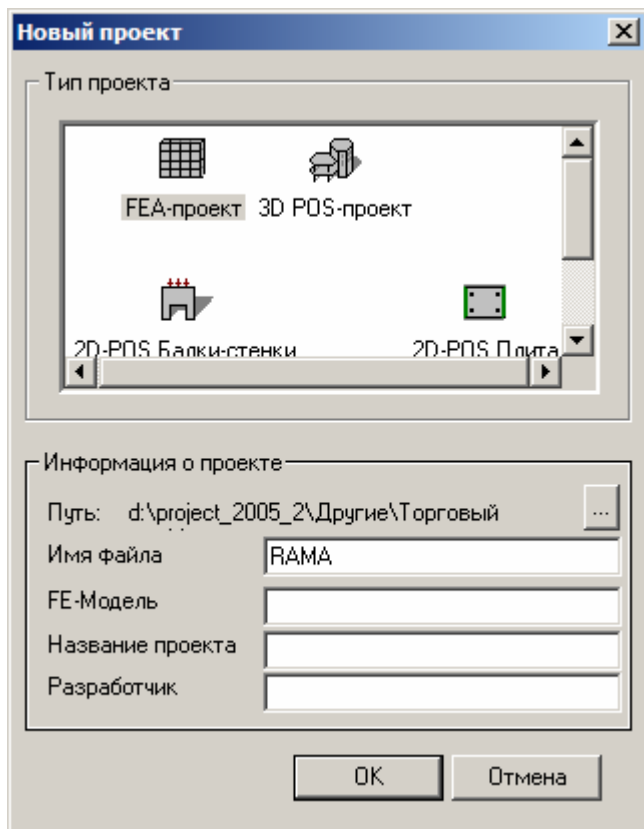
Для формирования расчетной схемы предлагаются четыре возможности:

- автоматическая генерация расчетной схемы рамы;
- покоординатный ввод точек конструкций, ввод координат осуществляется в **окне редактора**;
- использование **dxf-файла** в качестве шаблона для создания расчетной схемы.
- использование раstra.

Для решения данной задачи воспользуемся первой возможностью.

2.1 Ввод геометрии.

Откройте новый проект. Вызов команд может осуществляться как в строке **верхнего меню**, опция «**Проекты**» или кнопка , так и в **окне меню**. В **рабочем окне** появится диалоговое окно «**Новый проект**».



Выберите опцию «**FEA-Проект**», задайте имя файла. При необходимости укажите дополнительную информацию о проекте и разработчике.

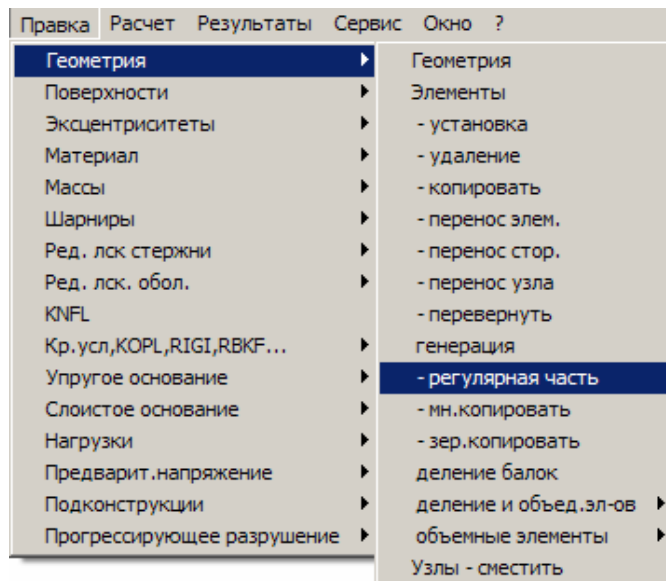
Автоматическая генерация рамы.

В строке верхнего меню выбираем следующие пункты:

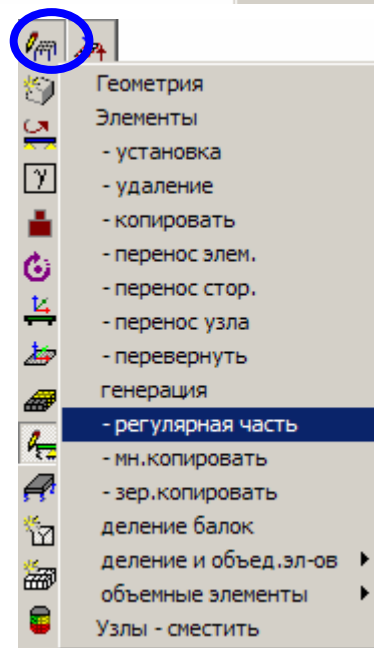
«Правка» -

«Геометрия» -

«- регулярная часть».

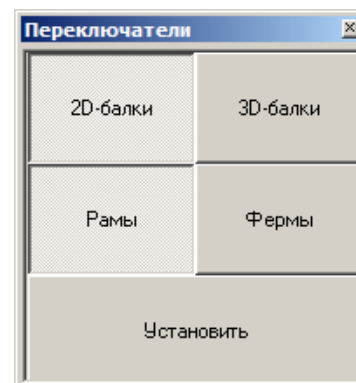


Или в контекстном меню кнопки
Геометрия



В окне выбора появляется планка переключателей.


Левой клавишей мыши **МТ1** активизируются кнопки «2D-балки», «Рамы» и «Установить».

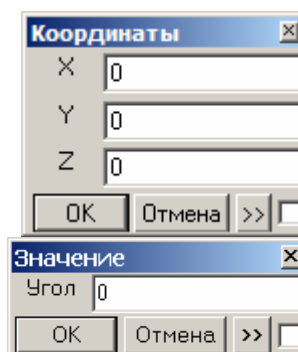


В окне информации появится

Установите точку P1, начальную точку системы.

следующее сообщение:

Ввод координат (могут быть произвольными) точки **P1** производится в **окне редактора** . Затем задайте, при необходимости, угол наклона рамы к оси «X».



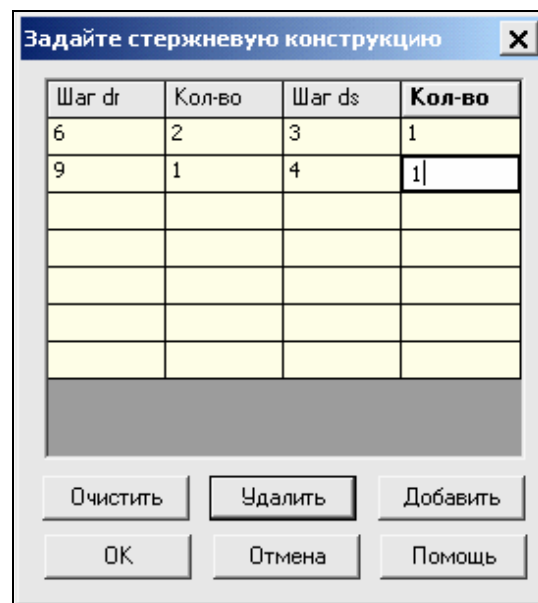
После подтверждения ввода координат точки P1 (клавишей мыши **MT1** или «**Enter**») и угла поворота, в **рабочем окне** появится диалоговое окно «**Задайте стержневую конструкцию**», где:

«**Шаг dr**» - размер пролета в метрах;

«**Шаг ds**» - высота этажа в метрах;

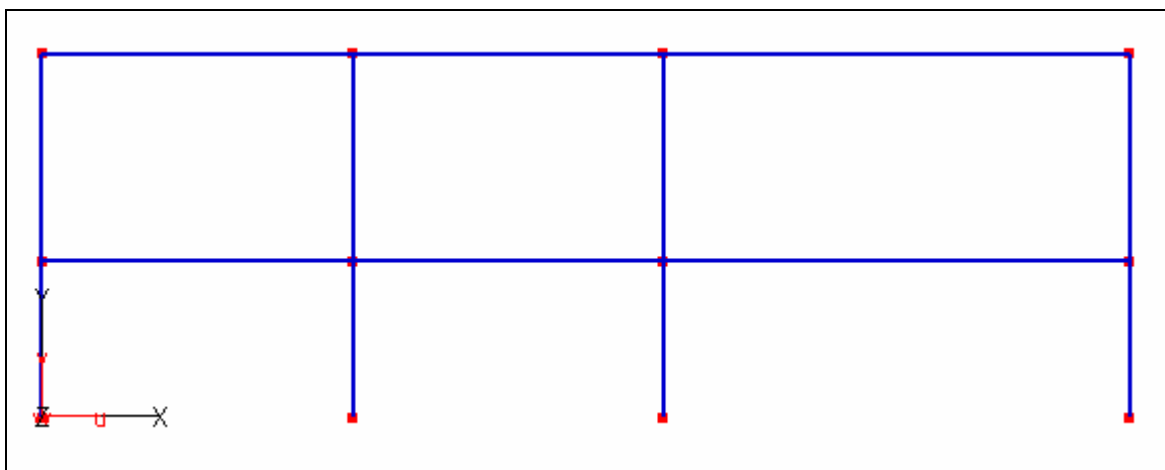
«**Кол-во**» - количество пролетов и этажей.

Вводим необходимые значения.



Шаг dr	Кол-во	Шаг ds	Кол-во
6	2	3	1
9	1	4	1

После нажатия на кнопку «**ОК**», автоматически генерируется рама, схема которой показана на рисунке.



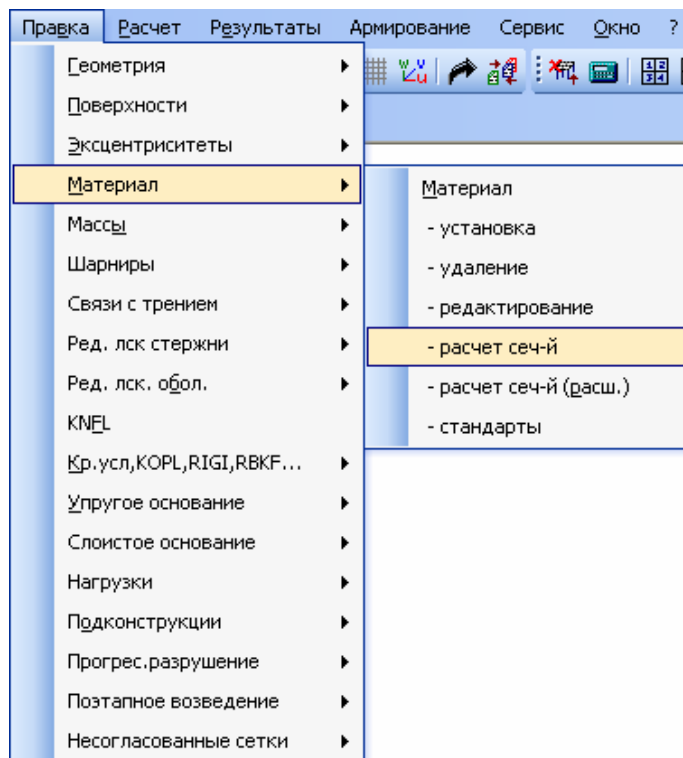
2.2 Ввод материалов.

В строке верхнего меню выбираем пункты:

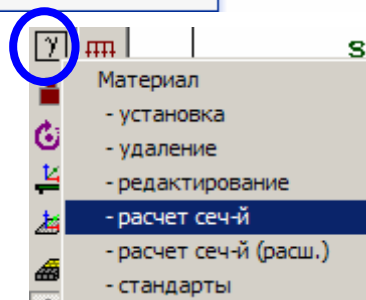
«Правка» -

«Материал» -

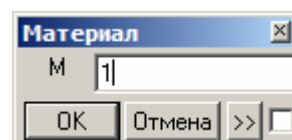
«- расчет сеч-й».



Или в контекстном меню кнопки **Материал**



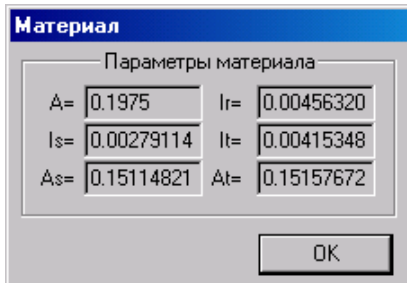
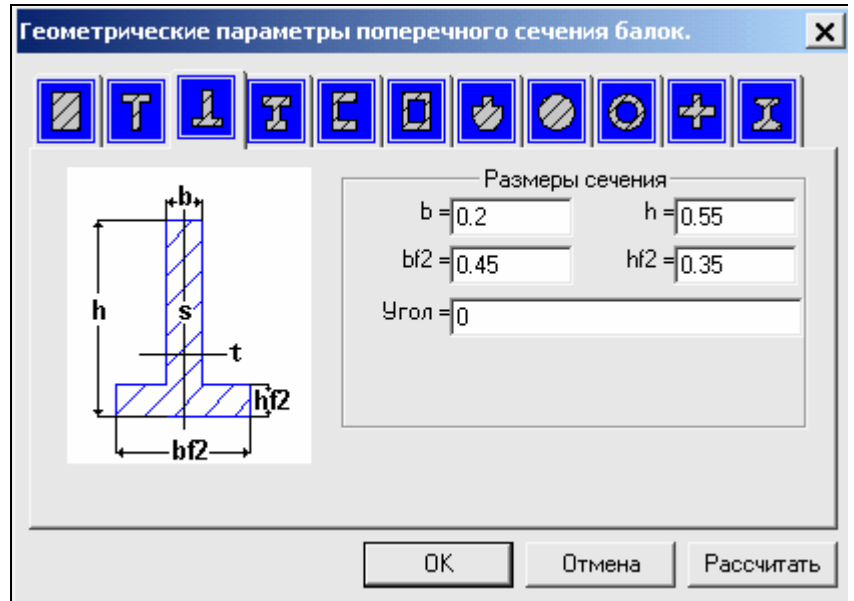
В окне редактора задаем порядковый номер материала, например для колонн «Mat.-Nr = 1», для ригелей «Mat.-Nr = 2». После подтверждения (MT1 или «Enter»), в рабочем окне появится диалоговое окно «Геометрические параметры поперечного сечения балок».



Выбираем сечение элемента, кликнув левой клавишей мыши **MT1** по нужной закладке, для ригеля – тавр с полкой внизу.

Задаем размеры сечения ригеля в метрах. Обратите внимание на соответствие ориентации локальных осей сечения в Вашем проекте и на схеме функции.

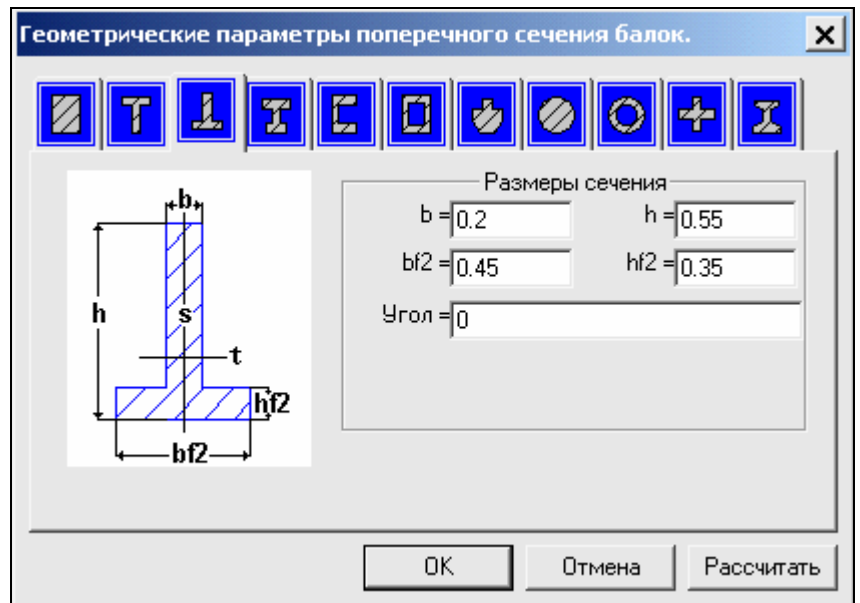
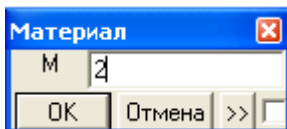
Нажмите кнопку «**Рассчитать**».



В появившемся диалоге выводятся характеристики сечения.

Выход по кнопке «**OK**».

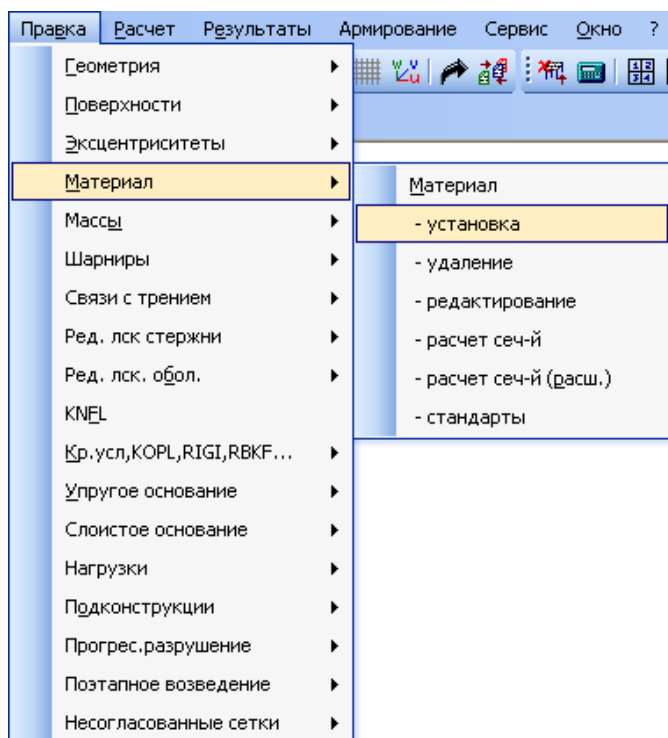
Аналогично поступаем при задании материала колонны, изменяя в **окне редактора** порядковый номер материала, предварительно кликнув в нем левой клавишей мыши **MT1**.



Для расчета поперечных сечений металлических конструкций рекомендуется использовать пункт меню «**расчет сеч-й (расширенный)**».

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Правка» -
 «Материал» -
 «- установка».



Или нажимаем кнопку **Материал** 

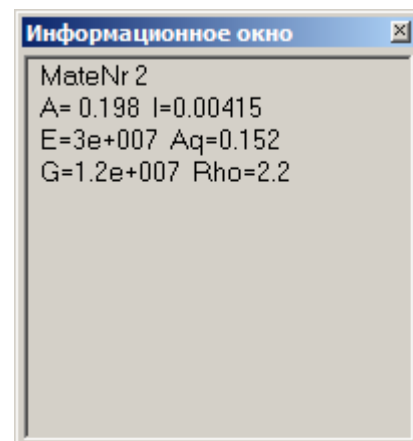
В окне выбора появляется планка переключателей.

Выбираем тип материала (конечного элемента) – «2D-балки»

2D-балки		3D-балки	
Прям.	трос	ТРОС2	
Iso		Ортотроп.	
Ортогр.3D эл.		Слоистый	
Бетон		Арм.слой	
Грунт		Арм.балка	
Прям.н.бетон		Прям.н.сталь	

В информационном окне сначала появляется номер устанавливаемого материала, а затем и информация о нем.

Особое внимание обратите на параметр A_q (сдвиговая площадь). В старых версиях комплекса он может быть неправильным и его лучше обнулить в диалоге «Материалы».

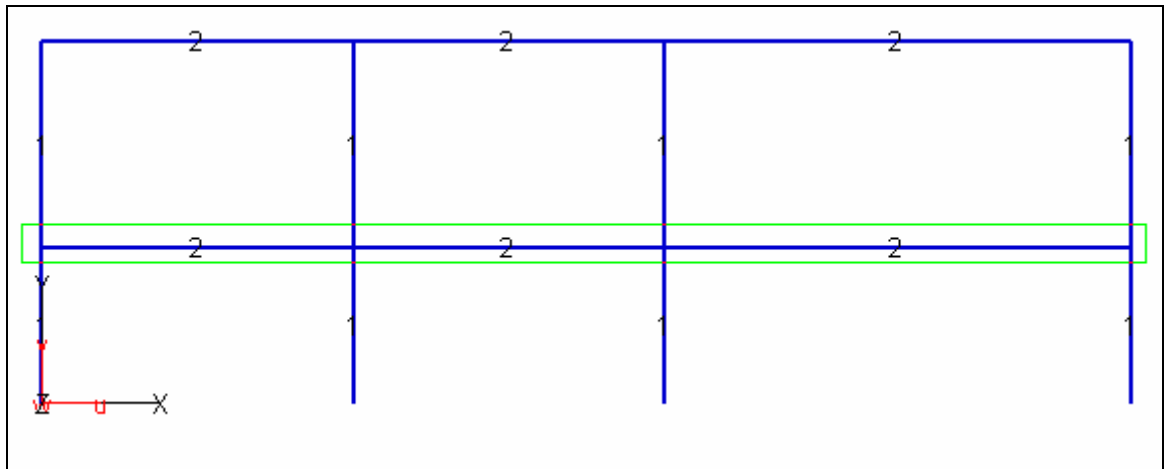


Присвоение того или иного номера материала элементу можно осуществить двумя способами:

1. При помощи переключателя **Einzel** в **вертикальной панели инструментов**, подведя курсор мыши к элементу и однократно нажимая левую клавишу **МТ1**. На элементе высвечивается порядковый номер материала.

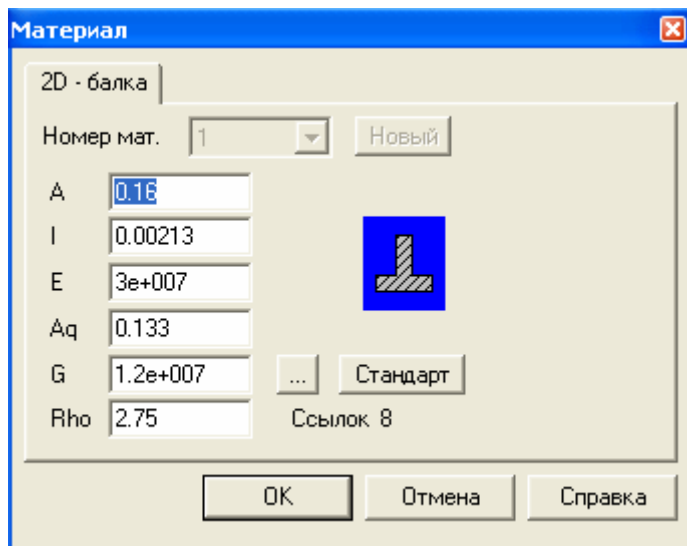
При помощи переключателя **Box** в **вертикальной панели инструментов**, выделяя рамкой группу элементов, которым хотим присвоить данный номер материала. На элементах высвечивается порядковый номер материала.


Вид расчетной схемы с заданными материалами показан на рисунке.

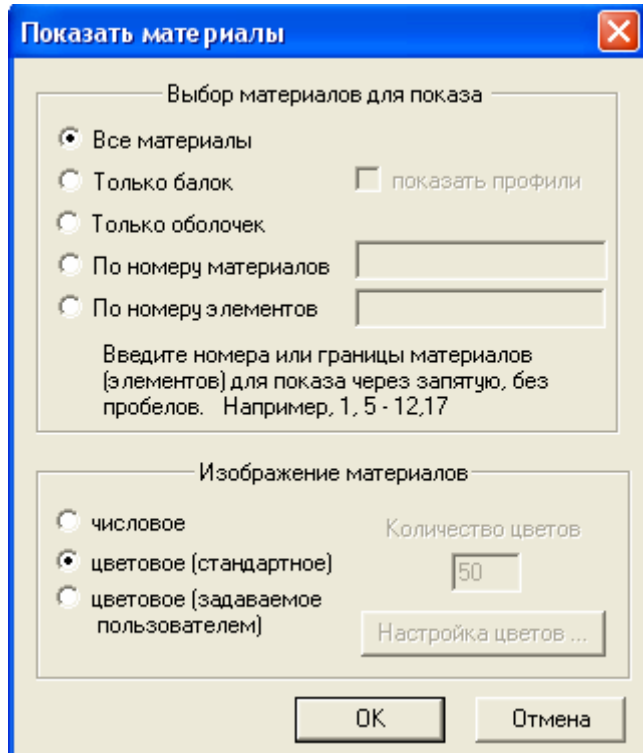


Чтобы изменить порядковый номер вводимого материала, необходимо в **информационном окне** однократно кликнуть левой клавишей мыши **МТ1** и ввести новый номер материала.

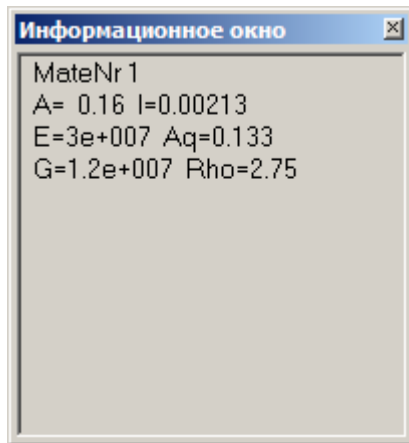
В случае необходимости изменить те или иные параметры материалов, можно воспользоваться пунктом меню «Редактировать». Или, необходимо в **информационном окне** однократно кликнуть правой клавишей мыши **МТ2**.



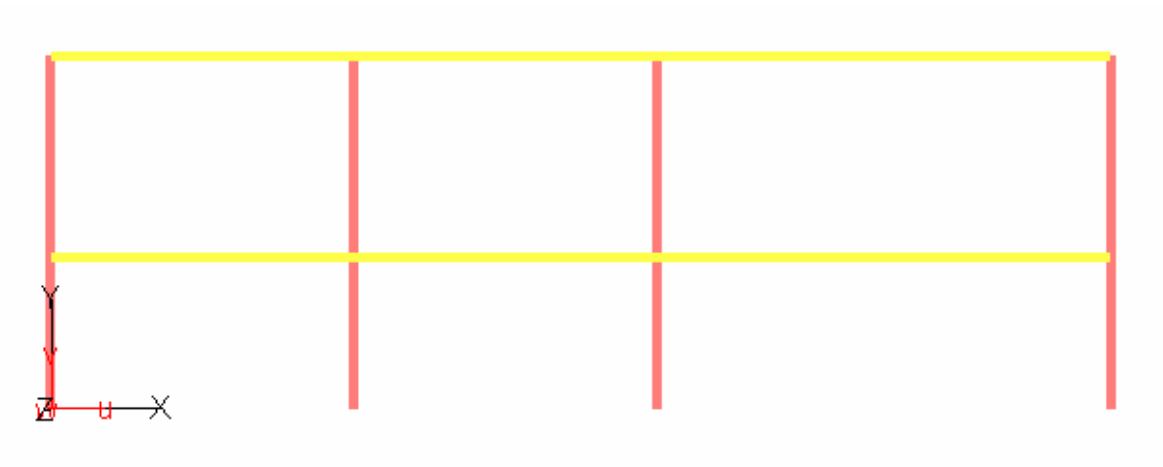
Просмотр заданных материалов (цветовое или числовое) можно осуществить, выбрав в верхней строке меню иконку 



При этом кнопка с иконкой  должна быть отжата.



При задании номера материала колоннам, в окне редактирования должны высвечиваться следующие характеристики.

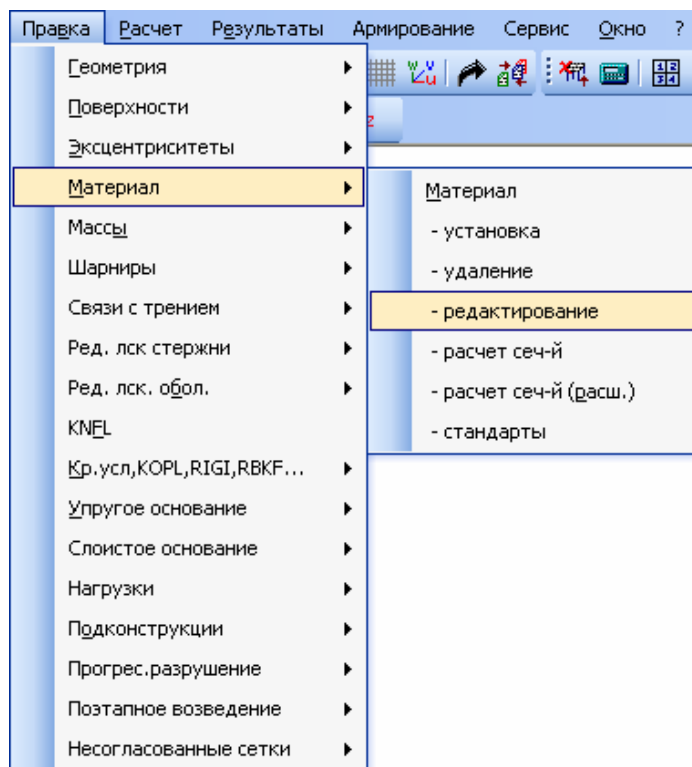


Изменить свойства материалов можно при помощи пункта меню «**Редактировать**». В строке верхнего меню выбираем пункты:

«**Правка**» -

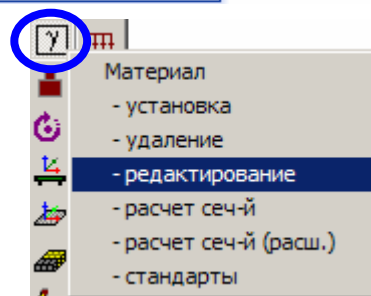
«**Материал**» -

«- редактирование»




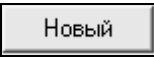
Или в контекстном меню кнопки

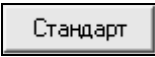
Материал




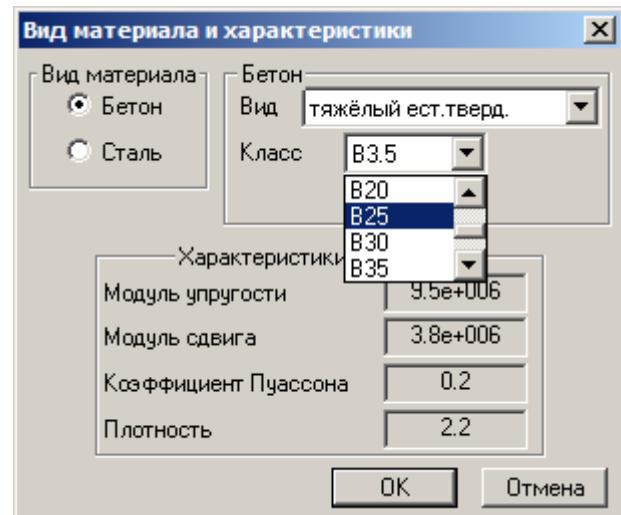
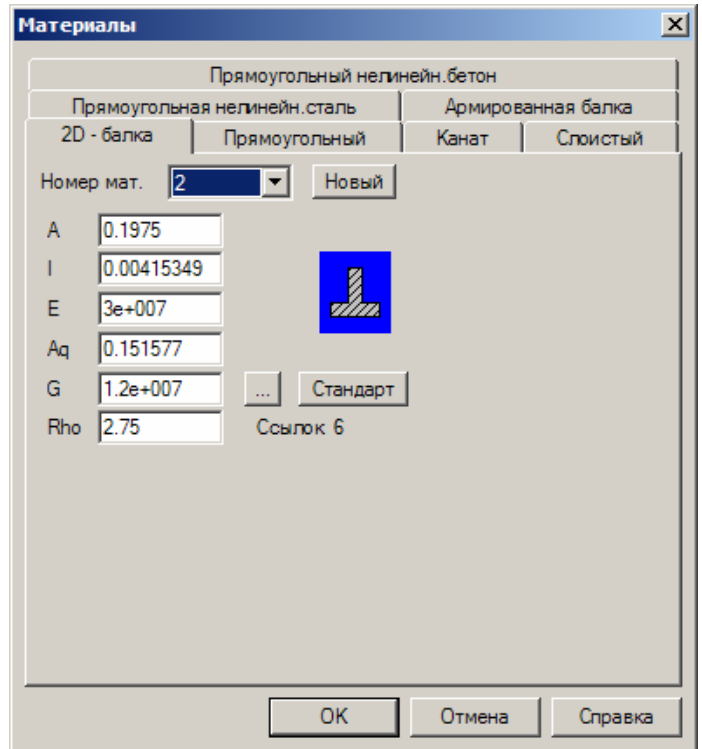
В **рабочем окне** появится диалоговое окно «**Материалы**», в котором можно внести те или иные изменения.

После подтверждения «ОК», проект надо сохранить .

Клавиша  предназначена для задания нового материала.

С помощью клавиши  значениям характеристик соответствующего материала присваиваются некоторые стандартные величины.

С помощью кнопки  можно вызвать справочную информацию по характеристикам материала (модуль упругости, плотность, модуль сдвига, коэффициент Пуассона) для бетона и стали.



Характеристики материалов по сечению 1 должны быть следующими.

Материалы

Прямоугольный нелинейн.бетон

Прямоугольная нелинейн.сталь | Слоистый

2D - балка | Прямоугольный | Трос | ТРОС2

Номер мат. 1 [Новый]

A 0.16

I 0.00213333

E 3e+007

Aq 0.133333

G 1.2e+007 [Стандарт]

Rho 2.75 Ссылка 8

OK Отмена Справка

2.3 Установка краевых (граничных) условий.

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Правка» -

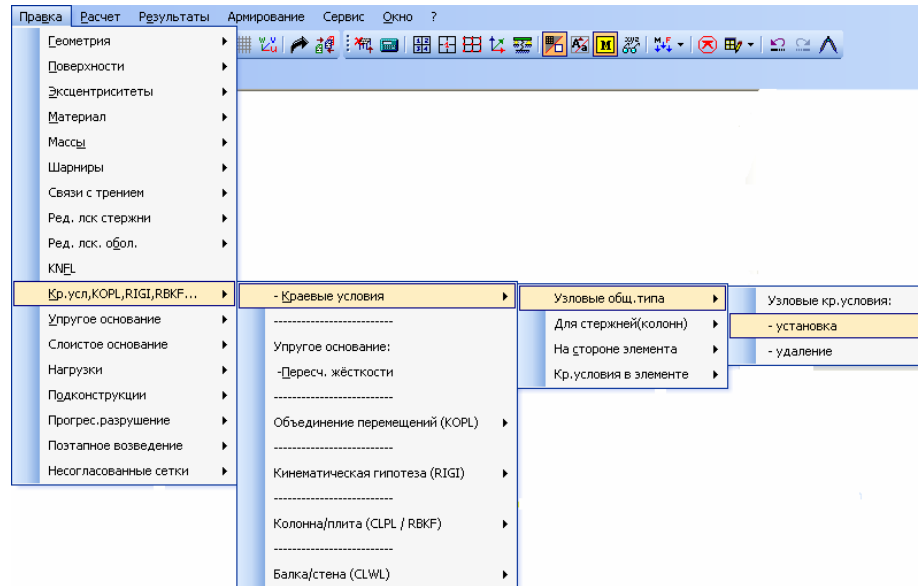
«Кр.условия,КОPL,R
IGI»


«- Краевые условия»

-

«- Узловые общего
типа» -

« - установка».



Или в контекстном
меню кнопки
Установка краевых
условий... 

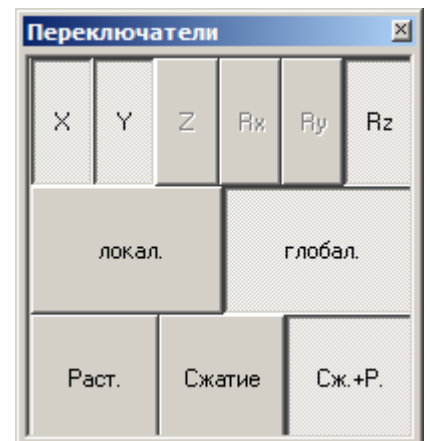
Узловые кр.условия:
- установка
- удаление

Появляется планка переключателей.

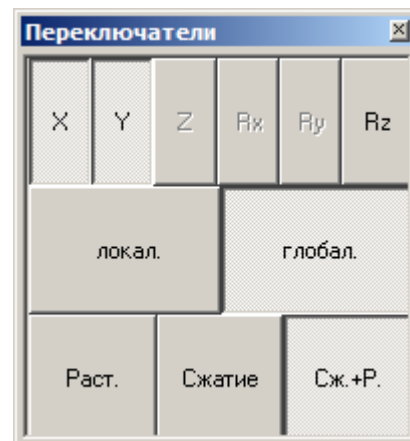
Выбирается система координат, в которой будут задаваться краевые условия – «локальная» или «глобальная». Задается тип краевых условий: - работающие только в одном направлении (на растяжение или на сжатие) или в обоих направлениях (на растяжение и на сжатие).

Отмечаются степени свободы, на которые накладываются ограничения. («X» и «Y» - поступательные, «Rz» - вращательная).

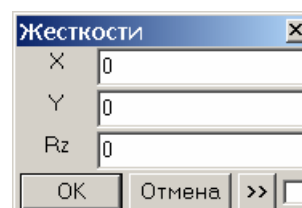
Для крайних колонн активизированы все кнопки «X»,«Y» и «Rz», что означает жесткое опирание.



Для средних колонн активизированы кнопки «X» и «Y», что означает шарнирно неподвижные опоры.



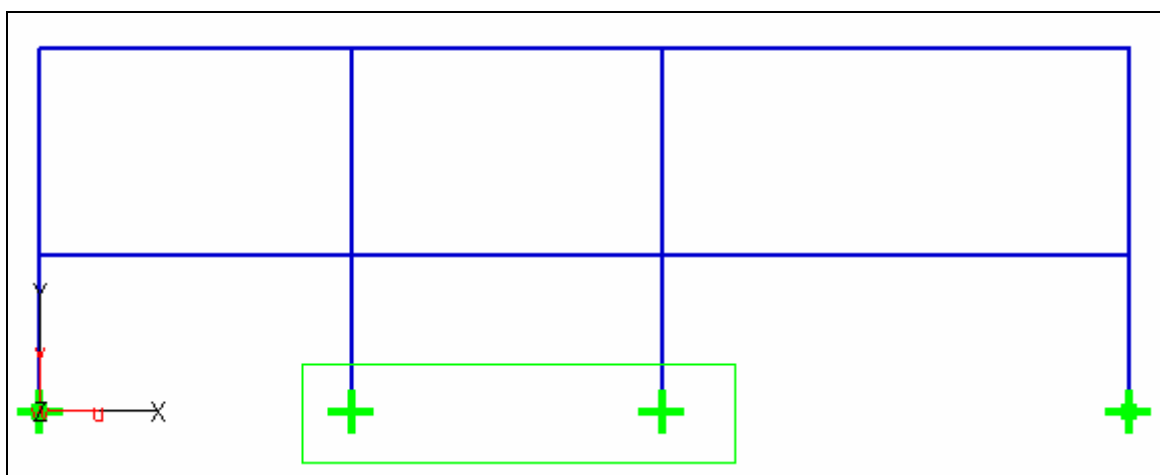
В окне редактора можно ввести жесткости краевых условий. Значение жесткости «0» соответствует абсолютно жесткой связи.




Ввод краевых условий в узле можно осуществить двумя способами:

1. При помощи переключателя **EinZ** в горизонтальной панели инструментов, подведя курсор мыши к узлу и однократно нажимая левую клавишу **MT1**. В узле высвечивается соответствующий символ краевых условий.
2. При помощи переключателя **Box** в горизонтальной панели инструментов, выделяя рамкой группу узлов, которым хотим присвоить данные краевые условия. На элементах высвечиваются соответствующие символы краевых условий.

Вид расчетной схемы с заданными краевыми условиями на крайних колоннах показан на рисунке.



Просмотр заданных краевых условий можно осуществить, нажав в горизонтальной панели инструментов кнопку .

2.4 Установка шарниров.

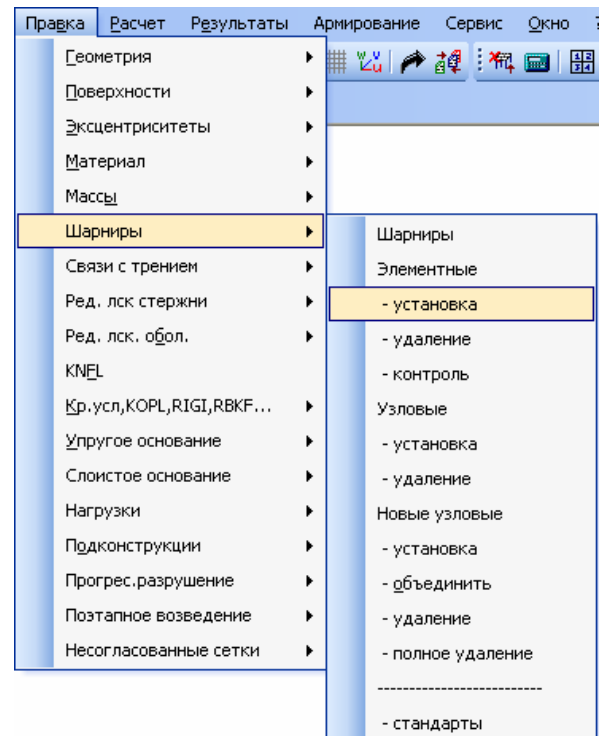
В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Правка» -

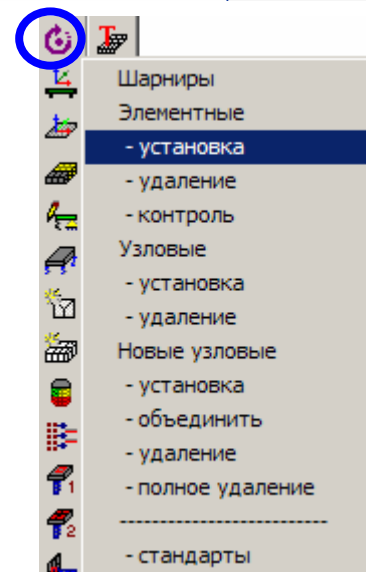
«Шарниры» -

«Элементные» -

«- установка».



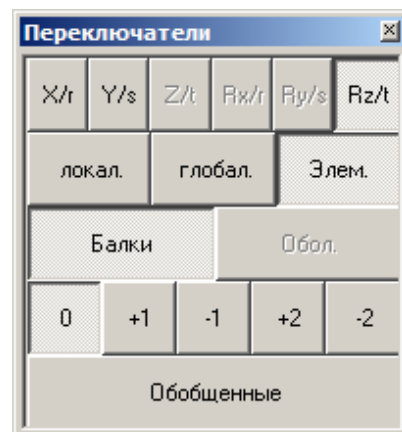
Или в контекстном меню кнопки **Шарниры**



В окне выбора появляется планка переключателей.

Выбирается система координат, в которой будут задаваться шарниры – «локальная», «глобальная» или «элементная».

Отмечаются степени свободы, по которым не будут передаваться усилия. («X/r» и «Y/s» - поступательные, «Rz/t» - вращательная).

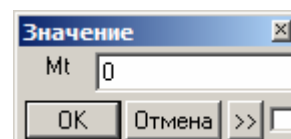


Задается тип шарнира: шарниры типа «0» – это обычные шарниры. Шарниры типа +1, -1, +2, -2 являются односторонними.

Обобщенные шарниры – шарниры с заданной зависимостью между усилием и относительным перемещением.

В нашем примере задается шарнир, исключаящий передачу моментов.

При необходимости, в окне редактора, можно ввести жесткости шарниров по той или иной степени свободы.

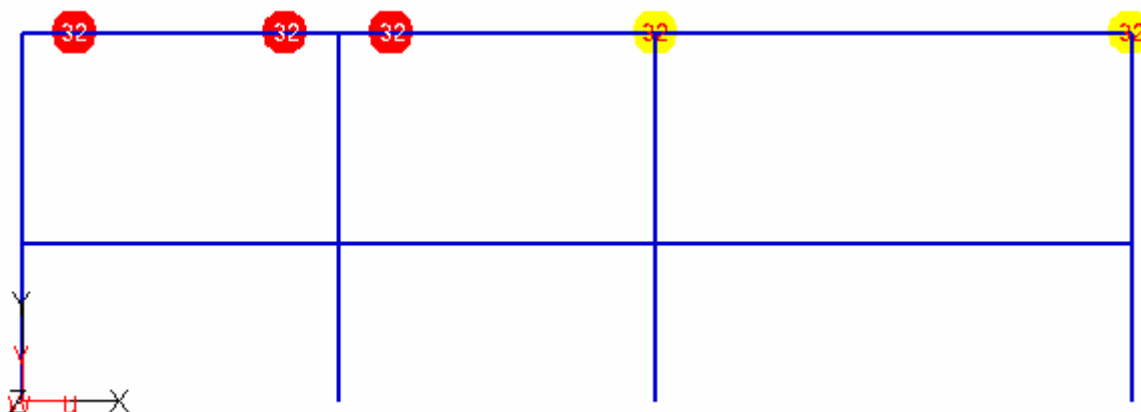


Ввод шарниров в элементе можно осуществить двумя способами:

1. При помощи переключателя **Ein** в вертикальной панели инструментов, подведя курсор мыши к краю элемента и однократно нажимая левую клавишу **MT1**. На элементе высвечивается соответствующий символ шарнира.
2. При помощи переключателя **Box** в вертикальной панели инструментов, выделяя рамкой группу элементов, которым хотим присвоить данные шарниры. На элементах высвечиваются соответствующие символы шарниров.

В рабочем окне степени свободы шарниров изображаются при помощи кодирования числами.

Вид расчетной схемы с заданными шарнирами показан на рисунке.



Шарниры могут быть как элементные, так и узловые. Элементные шарниры изображаются на краю элемента красным маркером, узловые – в узле маркерами желтого цвета.

- Шарниры
- Элементные
 - установка
 - удаление
 - контроль
- Узловые
 - **установка**
 - удаление
- Новые узловые
 - установка
 - объединить
 - удаление
 - полное удаление
-
- стандарты

X	Y	Z	R _x	R _y	R _z
локал.		глобал.		Элем.	
Балки			Обол.		
0	+1	-1	+2	-2	

2.5 Ввод нагрузок.

Ввод сосредоточенных нагрузок на элементы.

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Правка» -

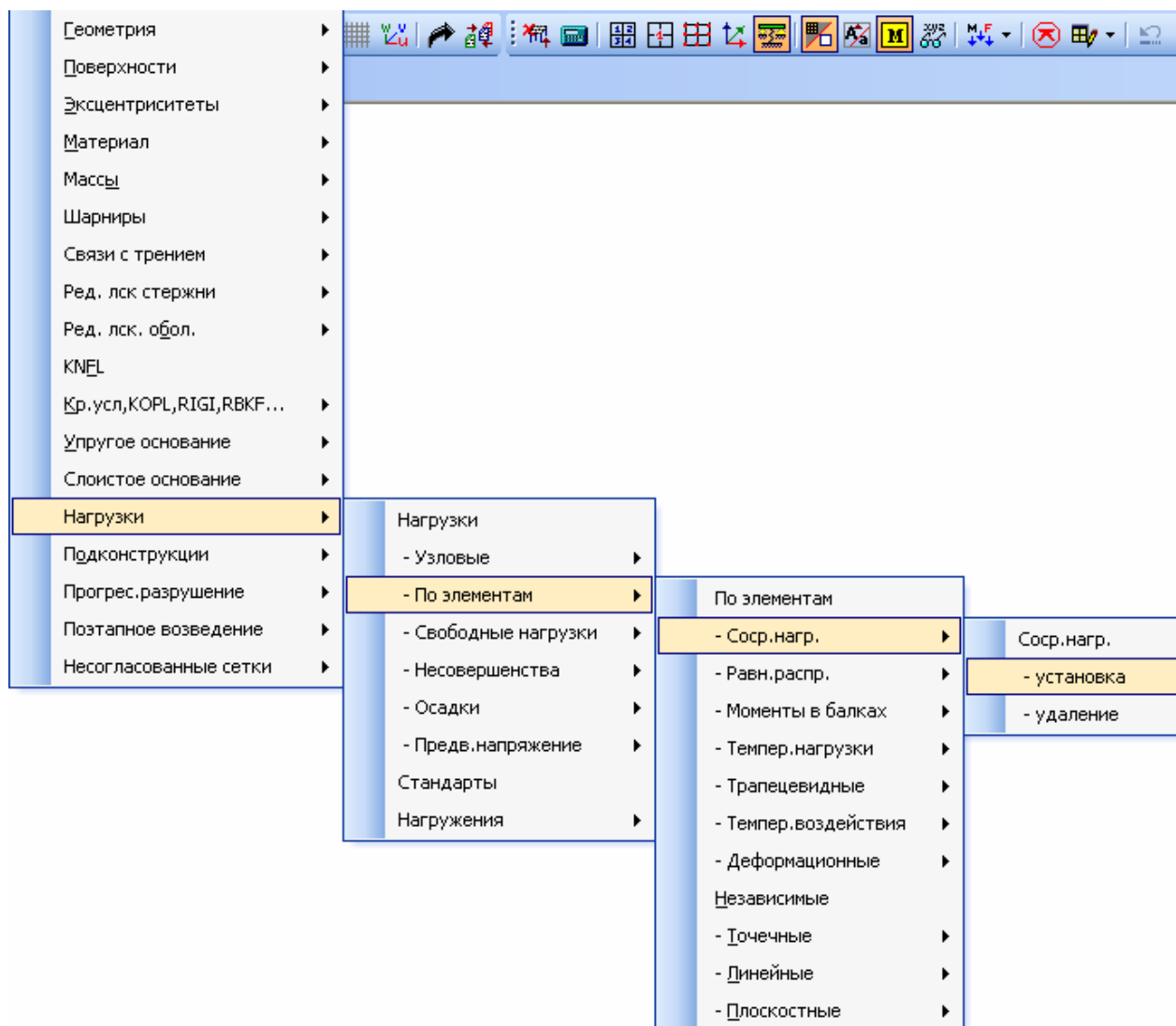
«Нагрузки» -

«- По элементам»

-

«- Соср. нагр.» -

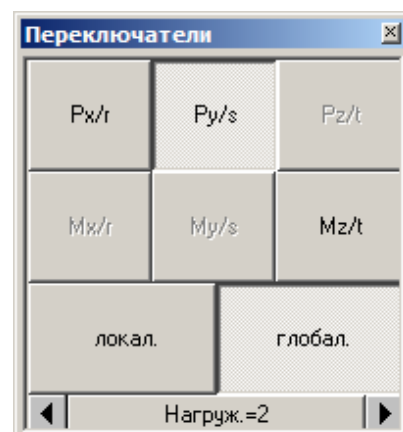
«- установка»



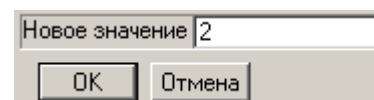
Также может быть использована кнопка Сосредоточенные силы и моменты на балку 

Появляется планка переключателей.

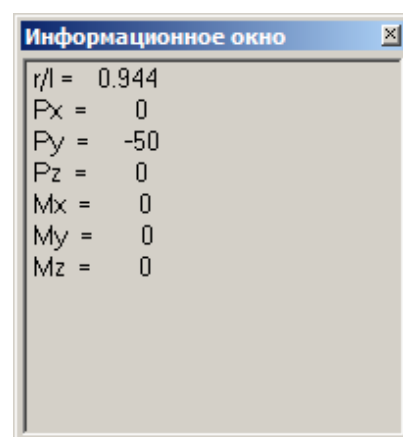
Выбирается вид нагрузки – сосредоточенная сила «**Py/s**» и система координат - «**глобал.**».



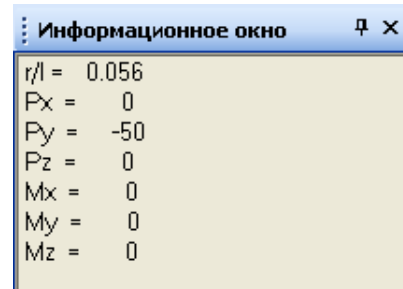
Задается порядковый номер нагружения. Для задания номера нагружения необходимо, кликнув левой клавишей мыши **MT1** по переключателю «**Нагруж. =** », в **окне редактора** ввести номер нагружения.



Далее в **окне редактора**, предварительно кликнув по нему левой клавишей мыши **MT1**, вводим значения сосредоточенных нагрузок, и «**r/l**» - отношение расстояния от начала элемента до точки приложения нагрузки к длине элемента, которое должно располагаться в пределах между нулем и единицей.



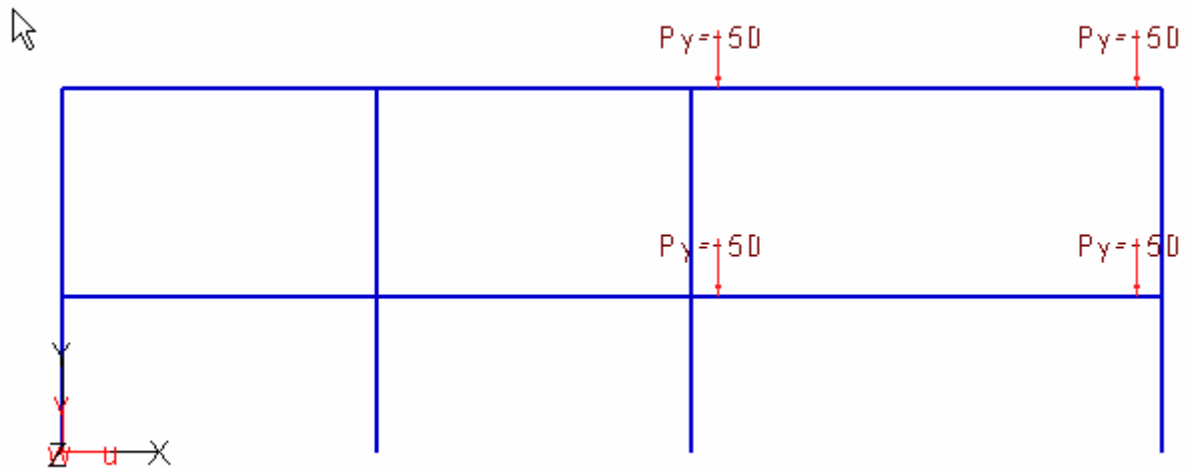
Для сосредоточенных сил расположенных слева «**r/l = 0,5 / 9 = 0,056**», для сил расположенных справа «**r/l = 8,5 / 9 = 0, 944**»,



Ввод сосредоточенных нагрузок можно осуществить двумя способами:

1. При помощи переключателя **Einz** в **горизонтальной панели инструментов**, подведя курсор мыши к элементу и однократно нажимая левую клавишу **MT1**. На элементе высвечивается соответствующий символ нагрузки.
2. При помощи переключателя **Box** в **горизонтальной панели инструментов**, выделяя рамкой группу элементов, на которые хотим установить сосредоточенные нагрузки. На элементах высвечиваются соответствующие символы нагрузки.

Вид расчетной схемы с заданными сосредоточенными силами показан на рисунке.



Ввод равномерно распределенных нагрузок на элементы:

Ввод сосредоточенных нагрузок на элементы.

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Правка» -

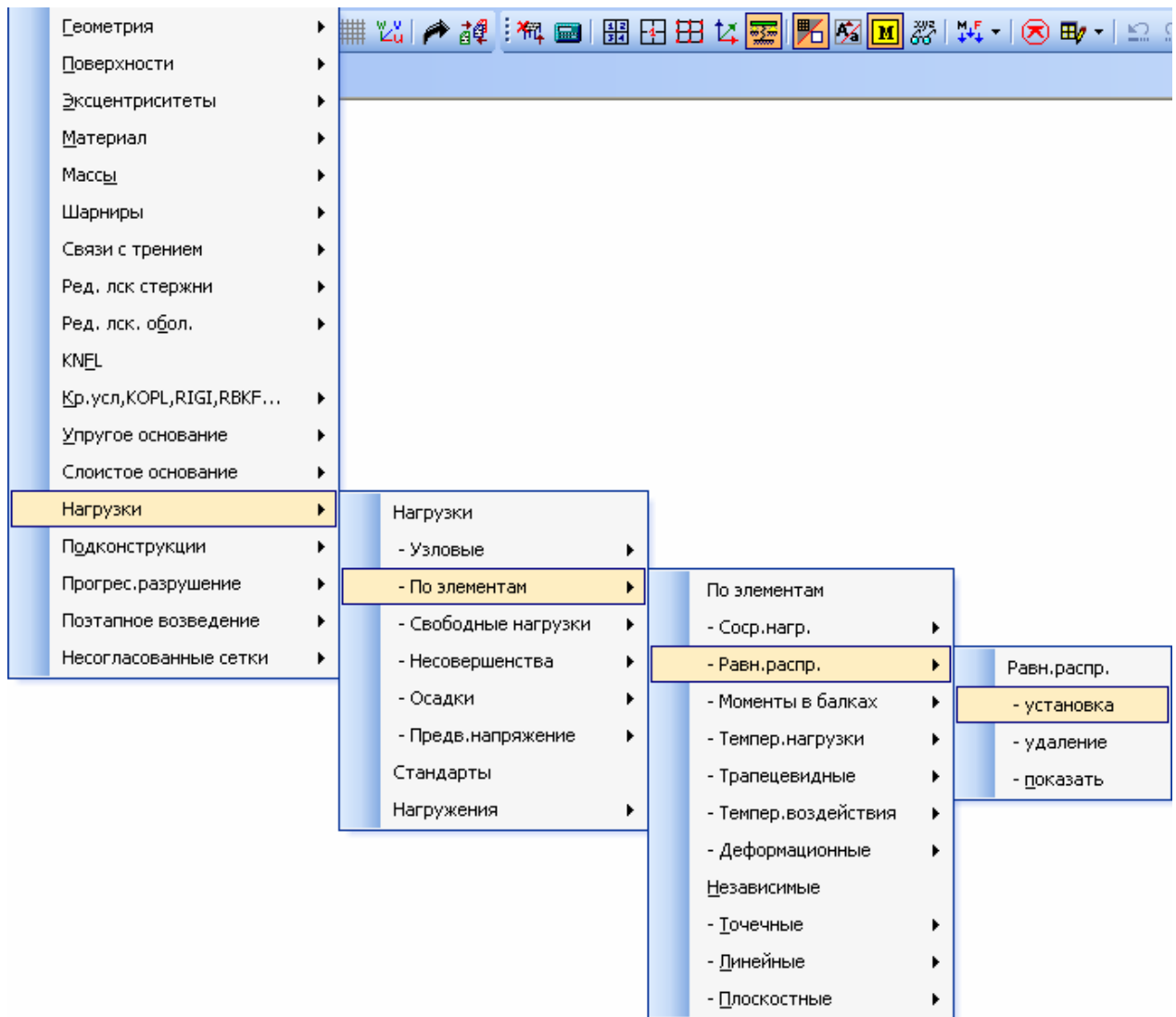
«Нагрузки» -

«- По элементам»

-

«- Равн.распр. » -

«- установка»



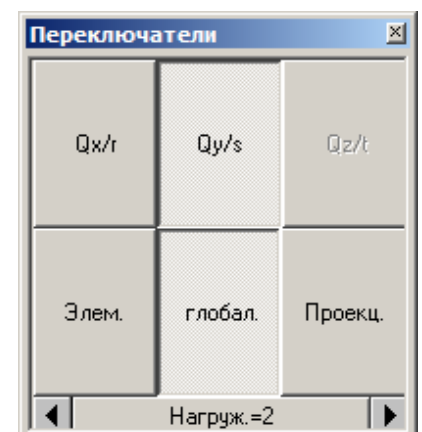
Также может быть использована кнопка Равномерно распределенные нагрузки 

Появляется планка переключателей.

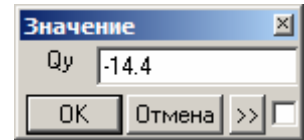
Задаем вид нагрузки « Q_y/s ».

Выбираем систему координат – «глобал.».

Задается порядковый номер нагружения (см. выше).

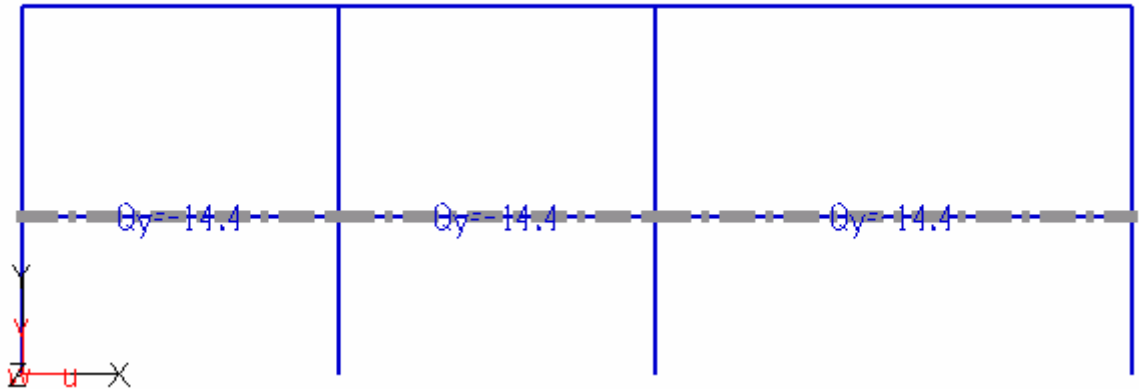


В окне редактора , предварительно кликнув по нему левой клавишей мыши **МТ1**, вводим значения равномерно распределенных нагрузок.

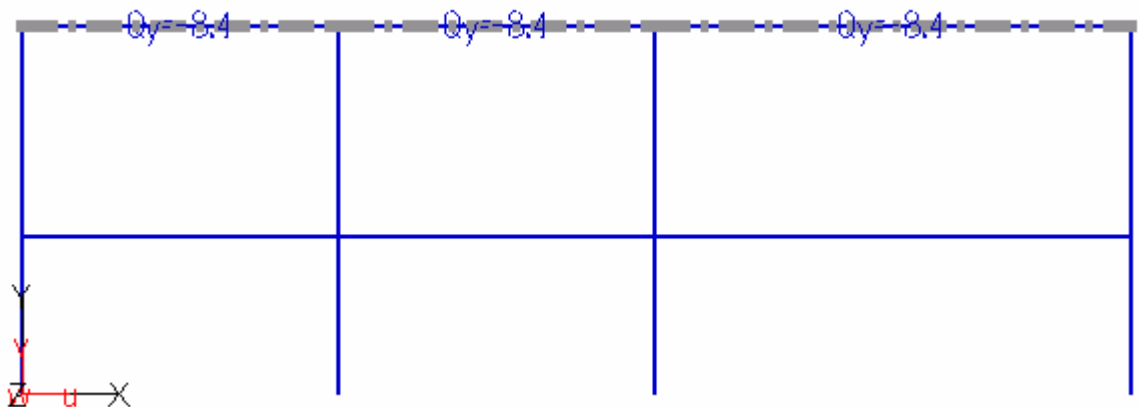
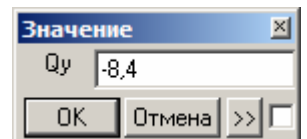
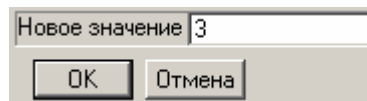


Ввод равномерно распределенных нагрузок осуществляется аналогично вводу сосредоточенных.

Вид расчетной схемы с заданными равномерно распределенными нагрузками показан на рисунке.



Аналогично поступаем с вводом снеговой нагрузки, отнеся ее в третье нагружение.



Установка узловых нагрузок.

Ветровую нагрузку представляем в виде сосредоточенных сил, приложенных в узлах левой колонны выделенное в отдельное нагружение.

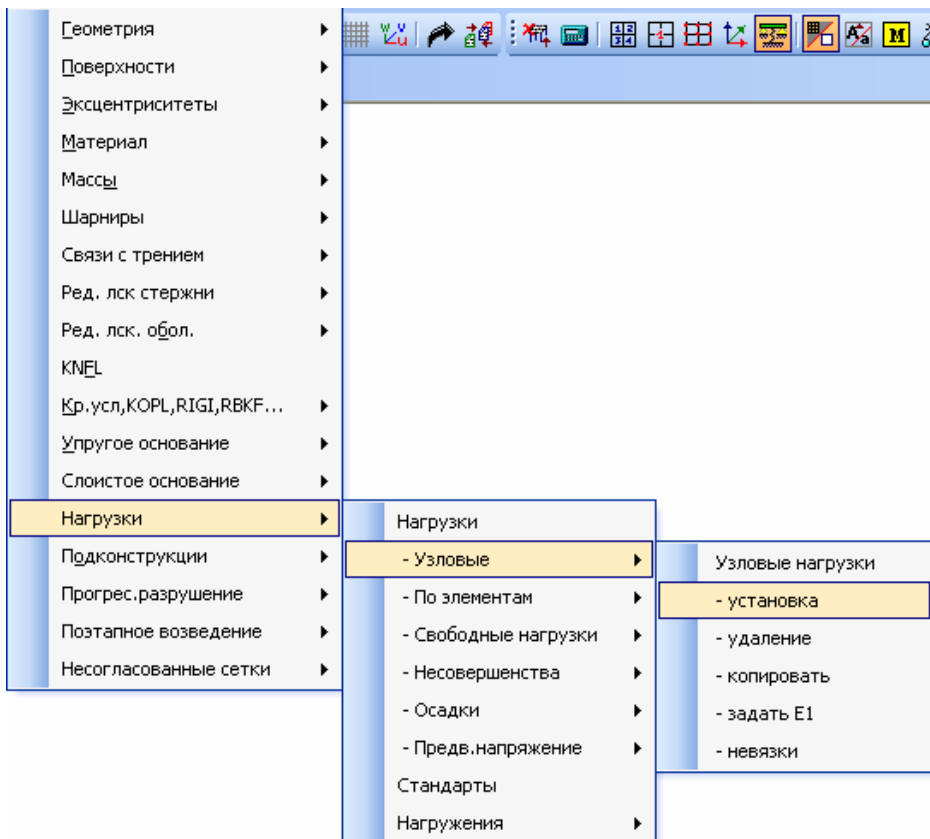
В верхней строке меню (3) выбираем пункты:

«Правка» -

«Нагрузки» -

«Узловые» -

«- установка»



Также может быть использована кнопка Узловые нагрузки 

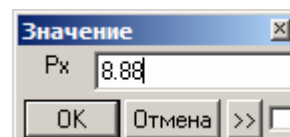
Появляется планка переключателей.

Выбирается вид нагрузки – сосредоточенные силы «Рх».

Для задания номера нагружения необходимо, кликнув левой клавишей мыши **МТ1** по переключателю «Нагруж. = », в **окне редактора** ввести номер нагружения «4».



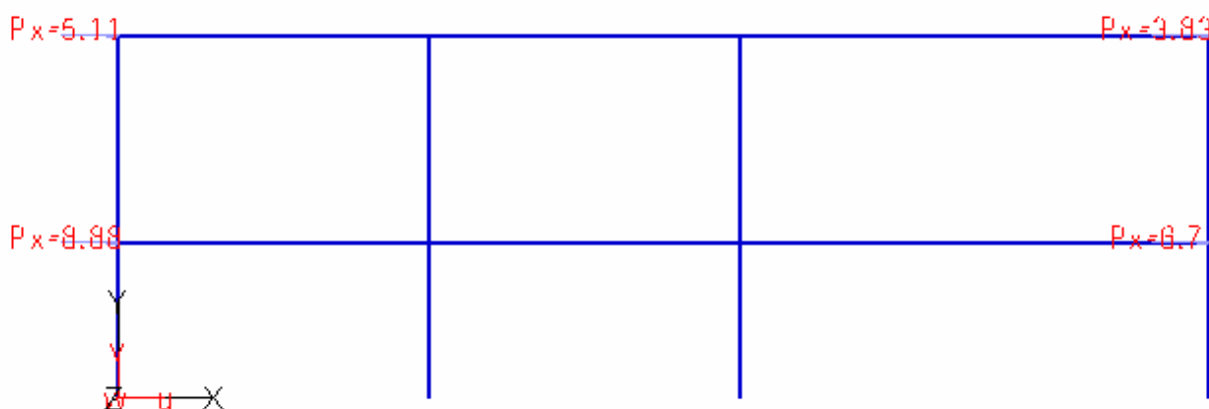
В **окне редактора** , предварительно кликнув по нему левой клавишей мыши **МТ1**, вводим значения узловых нагрузок.



Ввод узловых нагрузок можно осуществить двумя способами:

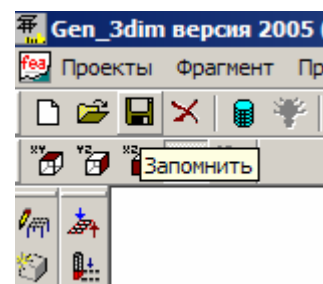
1. При помощи переключателя **Einz** в **горизонтальной панели инструментов**, подводя курсор мыши к узлу элемента и однократно нажимая левую клавишу **MT1**. В узле высвечивается соответствующий символ нагрузки.
2. При помощи переключателя **Box** в **горизонтальной панели инструментов**, выделяя рамкой группу узлов, в которых хотим установить узловую нагрузку. В узлах высвечиваются соответствующие символы нагрузки.

Вид расчетной схемы с заданными узловыми нагрузками показан на рисунке.



2.6 Статический расчет.

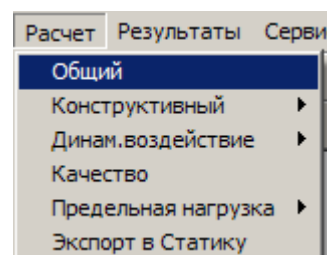
Перед выполнением статического расчета необходимо запомнить данный проект, выбрав соответствующую иконку в строке верхнем меню.



В верхней строке меню выбираем пункты:

«**Расчет**» -

«**Общий**».



Также общий расчет может быть запущен нажатием соответствующей кнопки



В **рабочем окне** появляется диалоговое окно «**Выбор типа расчета**»:

Выбор типа расчета

Вид расчета

- Статический расчет
- Устойчивость
- Собственные колебания
- Спектральный сдвиг
- "Деформированные" колебания
- "Нелинейная" устойчивость
- "Нелинейный" спектральный сдвиг

Прогрессирующее разрушение

определять

Итерации

Нагрузки от разрушенных элементов (0 - снимать, 1 - оставлять)

Постепенное возведение

Опции

- Теория II порядка
 - Утрицательные диагональные элементы
- Трос
- Односторонние опоры
- Односторонние шарниры
- Оптимизация
- Закрепление узлов
- Превышение итераций
- Прерывание итераций

Итерации

Точность

Подконструкции

Точность

Временные файлы

Вывод результатов

- Усилия
- Реакции
- Невязки
- Промежуточные результаты для постепенного возведения

Решение задачи теплопроводности

- Только расчет
- Теплопроводность
- Теплопроводность+расчет

Файл

FE-Модель

Описание

Разработчик

Приводим его виду указанному в предыдущем рисунке и нажатием кнопки «OK» запускаем статический расчет.

По окончании расчета **mb-Viewer** выводит протокол статического расчета.
nb

Документ Комментарии Переход Вид Сервис Помощь

76%

Обозн. проекта **MicroFe 2008**
 FE-модель **gamma** Дата **18.08.08**
 Обозн. модели

ПРОТОКОЛ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (MicroFe 2008-1032008/1032008)

--Характеристики системы

Элементы	Узлы	Уравнения	Жесткости	Требуемая память
14	15	35	402	3216 byte

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ:

Опции для расчета	Актуально
Оптимизация узлов	Да
Проверка требуемого места на диске	Да
Прерывание для подвижных систем	Да
Согласованные нагрузки	Да

Нагруженный : 4

--Место в памяти

Рабочая память	Требуется	Доступно
Маленький решатель	4769 byte	да

Место на диске

Требуется	Доступно	Дисковод: \Путь
Результаты	13 Kbyte	120 Gbyte "d:\mb2008\ts\bin"

--Обработка структуры : 0 сек

--Решение статической задачи

Время счета 1 сек

--Нагрузка / Опорные реакции

Н/Н	Rx / Ax		Py / Ay		Pz / Az	
	[Kn]		[Kn]		[Kn]	
1	0.00	-0.00	-351.31	351.31	0.00	0.00
2	0.00	-0.00	-502.40	502.40	0.00	0.00
3	0.00	0.00	-176.40	176.40	0.00	0.00
4	24.52	-24.52	0.00	0.00	0.00	0.00
Сумма	24.52	-24.52	-1030.11	1030.11	0.00	0.00

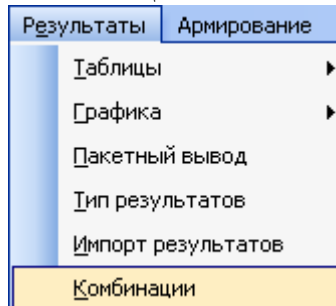
--формирование результатов : 0 сек

--Статический анализ завершен
 Расчетное время : 1 сек

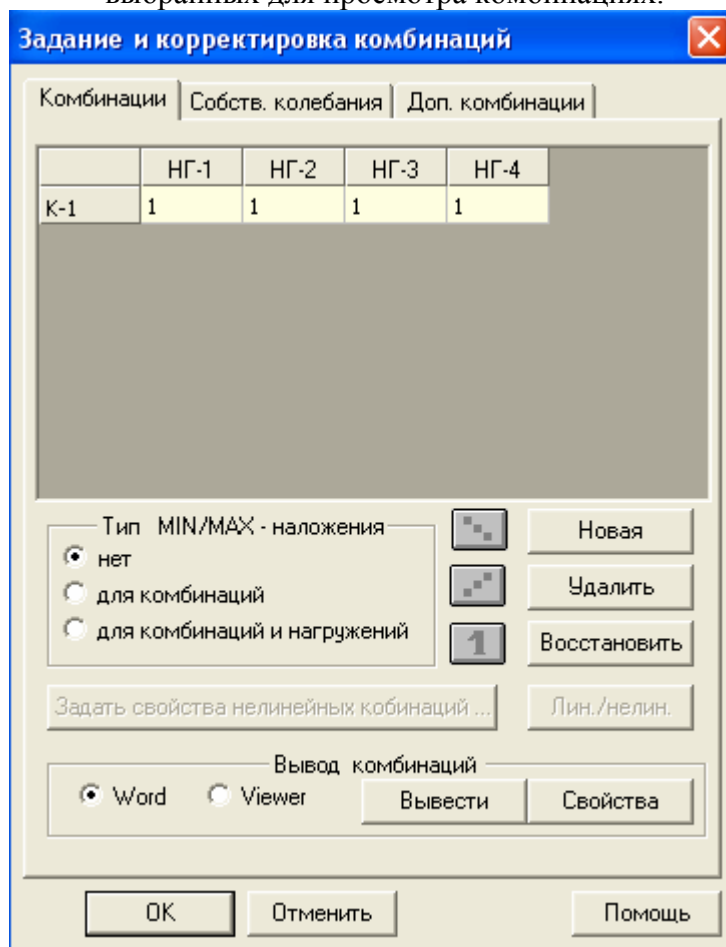
*** Расчет успешно завершен ***

2.7. Вывод результатов.

В строке верхнего меню выбираем пункт **“Результаты - Комбинации”**



и вызываем диалог в котором устанавливаем нужные коэффициенты в выбранных для просмотра комбинациях.



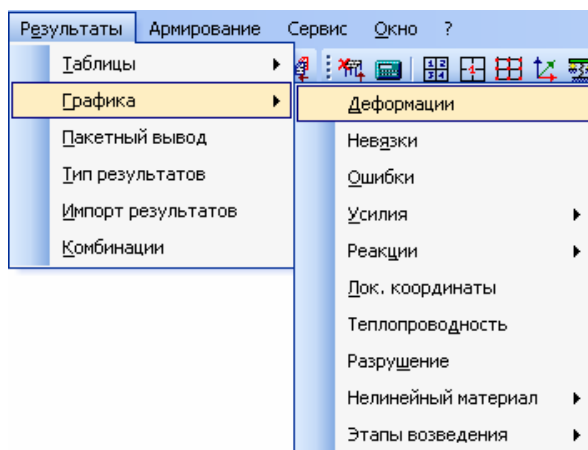
Вывод деформаций:

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Результаты» -

«Графика» -

«Деформации».



Для быстрого доступа можно использовать кнопку

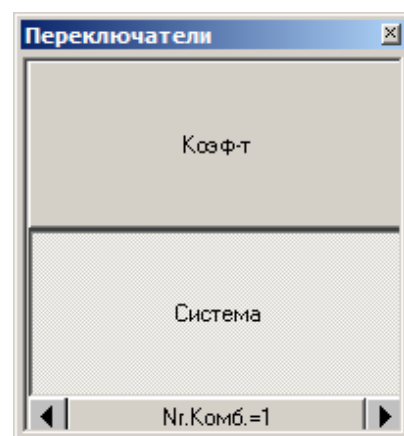
показа деформаций 

Появляются планка переключателей:

«Кэф-т» - позволяет ввести коэффициент масштабирования изображения (в данном случае 500).

«Система» - отключение/включение изображения недеформированной системы.

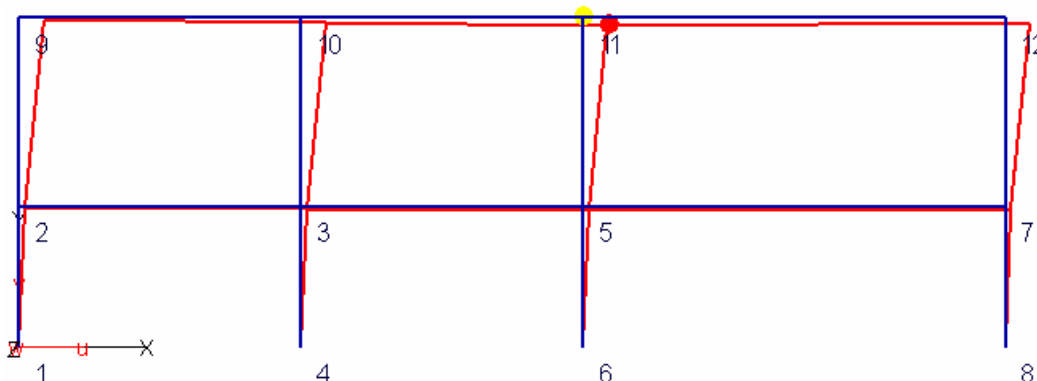
«Nr.Комб.=1» - ввод номера комбинации нагрузжений.



В строке информации выводятся номер узла системы с максимальным значением деформации.

Max.деформация = 1.09616 mm в узле = 11

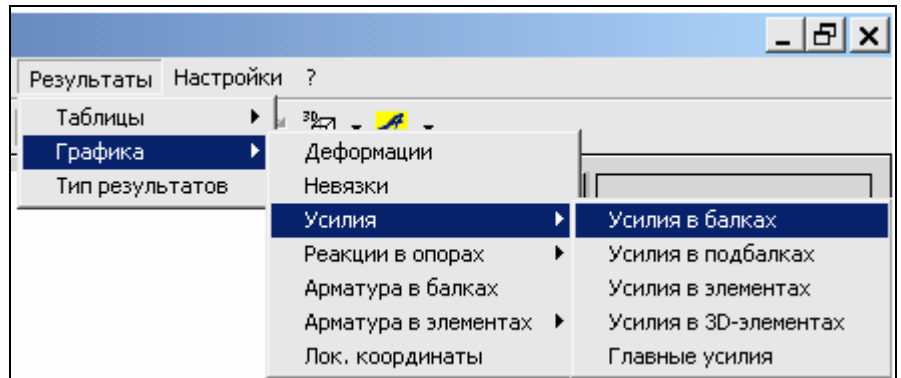
Подводя курсор мыши к какому-либо элементу или выделив группу элементов при помощи опции «Вох», и нажав **MT1** можно получить значения перемещений для этого элемента или группы выбранных элементов. Вид деформированной расчетной схемы представлен на рисунке.



Вывод внутренних усилий: *пв*

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Результаты» -
«Графика» -
«Усилия» -
«Усилия в балках».

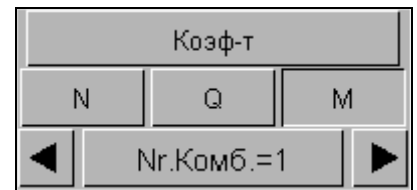


В окне выбора появляются планка переключателей:

«Кэф-т» - позволяет ввести коэффициент масштабирования изображения на экране.

«N», «Q», «M» - вывод эпюр внутренних усилий (продольная и поперечная силы и изгибающий момент).

«Nr.Комб.=1» - ввод номера комбинации нагружений.

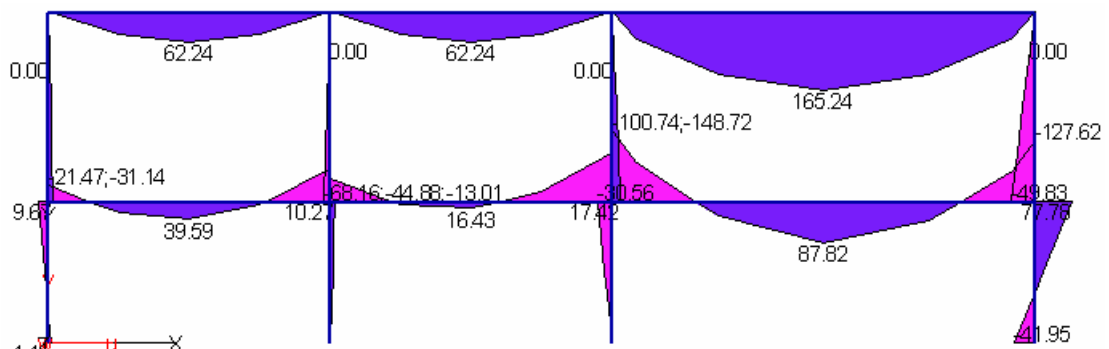


В окне информации выводятся номер элементов системы с максимальным и минимальным значениями внутренних усилий.

Max M=165.241 кНм (Elem N 13), Min M=-148.723 кНм (Elem N 6)

Подведя курсор мыши к какому-либо элементу или выделив группу элементов при помощи опции «Вох», и нажав **MT1** можно получить максимальные и минимальные значения усилий для этого элемента или группы выбранных элементов.

Вид эпюры моментов показан на рисунке.



2.8 Конструктивный расчет (определение арматуры).

2.8.1 Определение РСУ (расчетных сочетаний усилий):

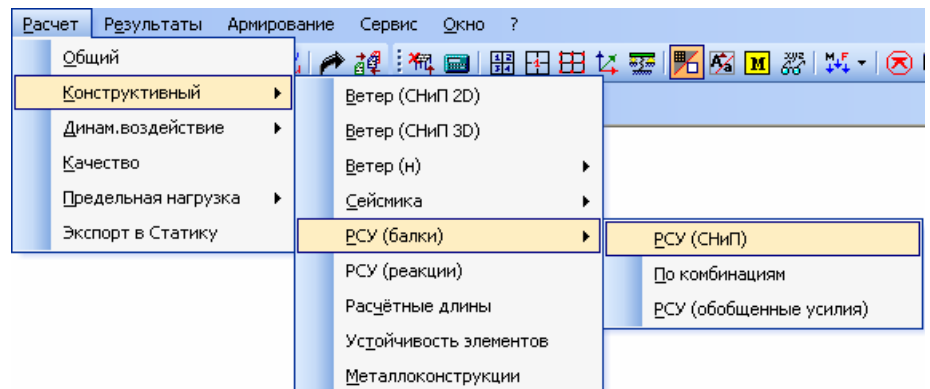
Перед определением арматуры в балках, необходимо определить расчетные сочетания усилий.

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Расчет» -

«Конструктивный» -

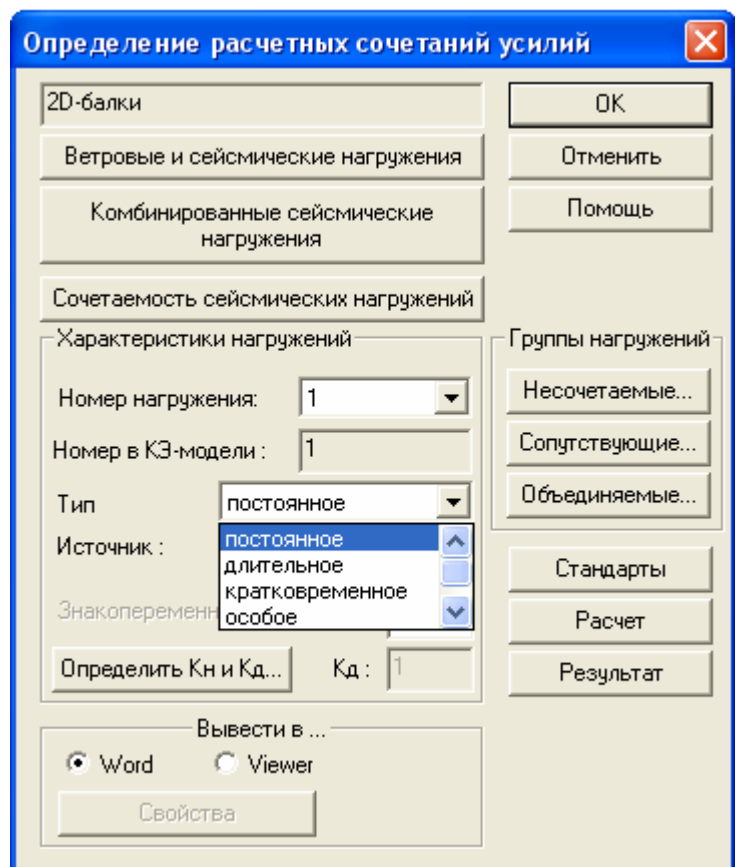
«PCУ (балки)»



В рабочем окне появляется диалоговое окно «**Определение расчетных сочетаний усилий**»

Для каждого нагружения необходимо задать исходные данные (тип нагружения, источник и коэффициенты надежности по нагрузке и длительности действия):

1-ое нагружение – всегда постоянное, подразумевается собственный вес конструкций, определяется автоматичес-ки, если задана плотность материала.



2-е нагружение определяем как длительное со своим коэффициентом по надежности по нагрузке.

Определение расчетных сочетаний усилий

2D-балки

Ветровые и сейсмические нагружения

Комбинированные сейсмические нагружения

Сочетаемость сейсмических нагружений

Характеристики нагружений

Номер нагружения: 2

Номер в КЭ-модели: 2

Тип: длительное

Источник: длительное

Знакопеременн: длительное

Определить Кн и Кд... Кд: 1

Вывести в ...

Word Viewer

Свойства

ОК

Отменить

Помощь

Группы нагружений

Несочетаемые...

Сопутствующие...

Объединяемые...

Стандарты

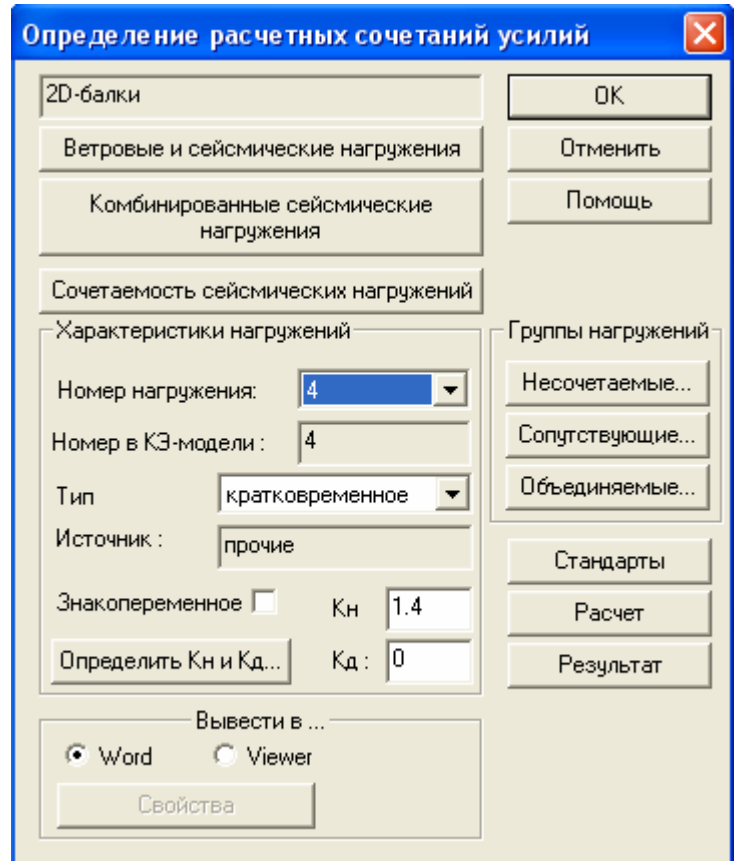
Расчет


Результат

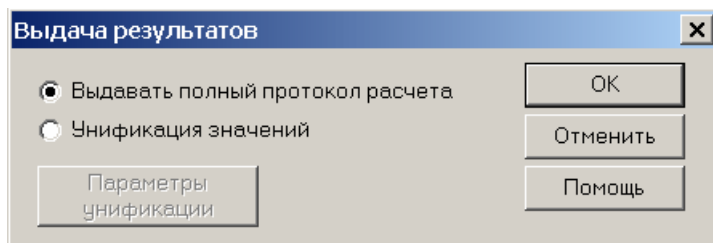
3-е нагружение определяем как кратковременное снеговое со своим коэффициентом надежности по нагрузке и длительности действия. Чтобы определить нагрузку как снеговую, нужно нажать «Определить Кн и Кд...», затем выбрать закладку «Прочие нагрузки» и нажав **МТ1**, выбрать «Снеговые нагрузки».

Вид нагрузки	Кн	Кд
Снеговые нагрузки	1.43	0.5
Снеговые нагрузки на покрытия зданий в районах со среднемесячной температурой воздуха в январе выше минус 5 °С	1.43	0
Ветровые нагрузки	1.4	0
Гололёдные нагрузки	1.3	0


4-е ветровое нагружение определяем как кратковременное прочее со своим коэффициентом надежности по нагрузке и длительности действия.

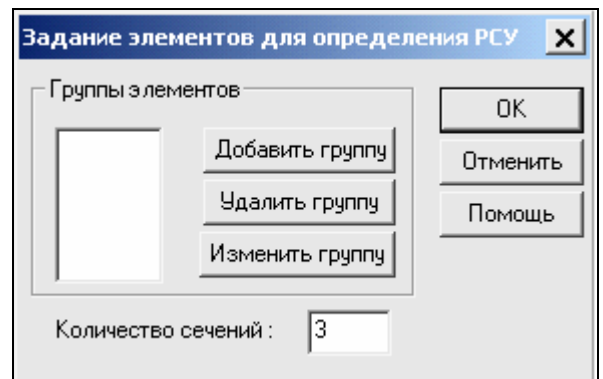


После нажатия кнопки , появляется диалоговое окно «**Выдача результатов**». В нём ставим галку на пункт «**Унификация значений**», далее жмём «**ОК**».



«Количество сечений» - задается количество сечений в элементе, в которых будут определяться расчетные сочетания усилий.

Переключатель  позволяет задать группу элементов, для которых будут определяться РСУ и вызывает следующее диалоговое окно «**Редактирование группы элементов ...**».



При помощи переключателя **Выбор в графике** в **рабочем окне** осуществляется выбор элементов, для которых определяется РСУ.

Выбор элементов можно осуществлять при помощи переключателей **EinZ** или **Box**.

В качестве примера рассмотрим элемент №6 – ригель.

Редактирование группы элементов и коэффициентов сочетаний X

Номера элементов в группе

первый	последний	шаг
6	6	1

Выбор в графике

Очистить

Удалить

Коэффициенты сочетаний

Нагрузки: По умолчанию

	Kfc1	Kfc2	Kfc3	Kfc4	Kfc5
1					
2					
3					
4					
полные	1	1	1	1	0.9
длительные	1	1	1	1	0.9

Данные для расчета сейсм. усилий по нормам Узбекистана

Идеально упругая система (коэф. редукции $\gamma = 1$)

Предельная относительная неупругая деформация μ_i : ...

Продолжить Отменить Помощь

Для подтверждения выбора элементов в группе, нажимаем кнопку **Продолжить**.

Появляется диалоговое окно **«Задание элементов для определения РСУ»**, далее меняем количество сечений на 3 и нажимаем **«ОК»**.

В результате получаем таблицу с расчетными сочетаниями усилий (см. далее).

Задание элементов для определения РСУ X

Группы элементов

1

Добавить группу

Удалить группу

Изменить группу

ОК

Отменить

Помощь

Количество сечений :

Определение расчетных сочетаний усилий по СНиП 2.01.07-85 (пример)

Определение расчетных сочетаний усилий по СНиП 2.01.07-85
 Проект газа

Типы комбинаций нагрузжений : основные комбинации

Число элементов для которых определяется РСУ: 1

Тип элемента: 2D-балка

Выбор по: наилучшим сочетаниям,
 по расчетным значениям усилий,
 по полным значениям усилий,
 по группе усилий N_r , M_t , M_s

Число нагрузжений: 4

Нагружение 1 (Nfea 1): постоянное, $K_n = 1.10$, $K_d = 1.00$

Нагружение 2 (Nfea 2): длительное, $K_n = 1.10$, $K_d = 1.00$

Нагружение 3 (Nfea 3): кратковременное, $K_n = 1.43$, $K_d = 0.50$

Нагружение 4 (Nfea 4): кратковременное, $K_n = 1.40$, $K_d = 0.00$

Примечание. Порядок следования типов сочетаний:

- 1) расчетные полные,
- 2) расчетные длительные,
- 3) нормативные полные,
- 4) нормативные длительные.

Элемент N 6

Длина элемента = 9 м

Количество сечений: 5

Количество допустимых комбинаций нагрузжений: 8

Сечение N 1

Координата сечения 0 м

Число РСУ по основным комбинациям 4

Расчетные сочетания усилий

N соч.	Усилие		Момент M_t , кНм
	N_r , кН	Q_s , кН	
1	NN нагрузжений: 1 2		
	Коеф. соч. :	1.00	1.00
		-20.04	144.31
		-20.04	144.31
2	NN нагрузжений: 1		
	Коеф. соч. :	1.00	
		-4.74	25.67
		-4.74	25.67
3	NN нагрузжений: 1 4		
	Коеф. соч. :	1.00	1.00
		-5.42	22.98
		-4.74	25.67
4	NN нагрузжений: 1 2		
	Коеф. соч. :	1.00	0.95
	NN нагрузжений: 3 4		
	Коеф. соч. :	0.90	0.90
		-19.92	135.93
		-19.29	138.36

Сечение N 2

Координата сечения 4.5 м

Число РСУ по основным комбинациям 4

Расчетные сочетания усилий			
N	Усилие	Усилие	Момент
соч.	Nr, кН	Qs, кН	Mt, кНм
1			
	NN нагружений: 1 4		
	Коеф. соч.	: 1.00	1.00
	-5.42	-1.47	21.29
	-4.74	1.23	23.09
2			
	NN нагружений: 1		
	Коеф. соч.	: 1.00	
	-4.74	1.23	23.09
	-4.74	1.23	23.09
3			
	NN нагружений: 1 2		
	Коеф. соч.	: 1.00	1.00
	-20.04	5.07	89.61
	-20.04	5.07	89.61
4			
	NN нагружений: 1 2		
	Коеф. соч.	: 1.00	0.95
	NN нагружений: 3 4		
	Коеф. соч.	: 0.90	0.90
	-19.92	2.43	84.67
	-19.29	4.86	86.29

Сечение N 3
 Координата сечения 9 м
 Число РСУ по основным комбинациям 7

Расчетные сочетания усилий				Расчетные сочетания усилий			
N	Усилие	Усилие	Момент	N	Усилие	Усилие	Момент
соч.	Nr, кН	Qs, кН	Mt, кНм	соч.	Nr, кН	Qs, кН	Mt, кНм
1				6			
	NN нагружений: 1 2				NN нагружений: 1 2		
	Коеф. соч.	: 1.00	0.95		Коеф. соч.	: 1.00	0.95
	NN нагружений: 3 4				NN нагружений: 3		
	Коеф. соч.	: 0.90	0.90		Коеф. соч.	: 0.90	
	-19.92	-131.08	-121.85		-19.31	-128.65	-109.33
	-19.29	-128.64	-109.28		-19.29	-128.64	-109.28
2				7			
	NN нагружений: 1 2				NN нагружений: 1 2		
	Коеф. соч.	: 1.00	0.95		Коеф. соч.	: 1.00	1.00
	NN нагружений: 4				-20.04 -134.17 -113.57		
	Коеф. соч.	: 0.90			-20.04 -134.17 -113.57		
	-19.89	-131.05	-121.74				
	-19.27	-128.62	-109.21				
3							
	NN нагружений: 1 4						
	Коеф. соч.	: 1.00	1.00				
	-5.42	-25.91	-40.29				
	-4.74	-23.21	-26.38				
4							
	NN нагружений: 1						
	Коеф. соч.	: 1.00					
	-4.74	-23.21	-26.38				
	-4.74	-23.21	-26.38				
5							
	NN нагружений: 1 3						
	Коеф. соч.	: 1.00	1.00				
	-4.77	-23.24	-26.51				
	-4.75	-23.23	-26.44				

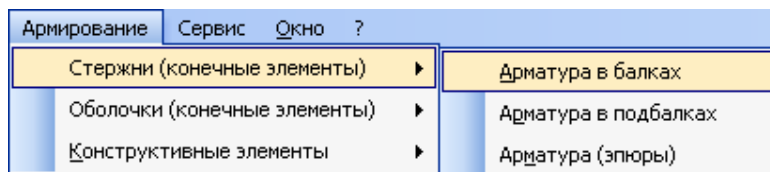
2.8.3 Определение арматуры.

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Армирование» -

«Стержни (конечные элементы)» -

«Арматура в балках».



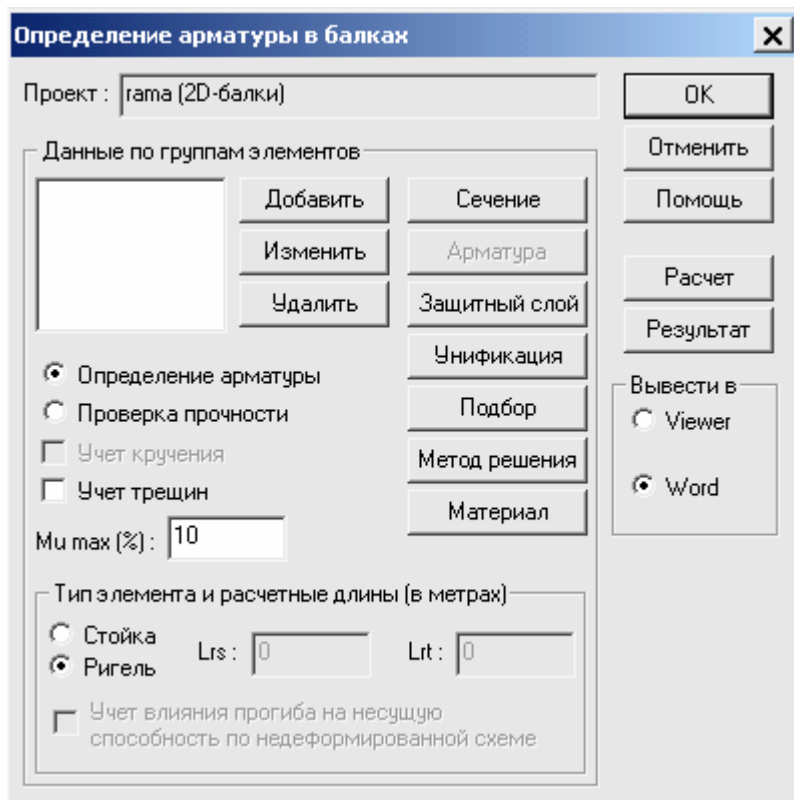
В рабочем окне диалоговое окно «Определение арматуры в балках».

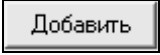
Определяем тип задачи:

прямая – опция «Определение арматуры»,

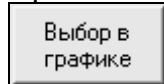
обратная – опция «Проверка прочности».

Решаем прямую задачу – на примере определения арматуры в ригеле (элемент №6).



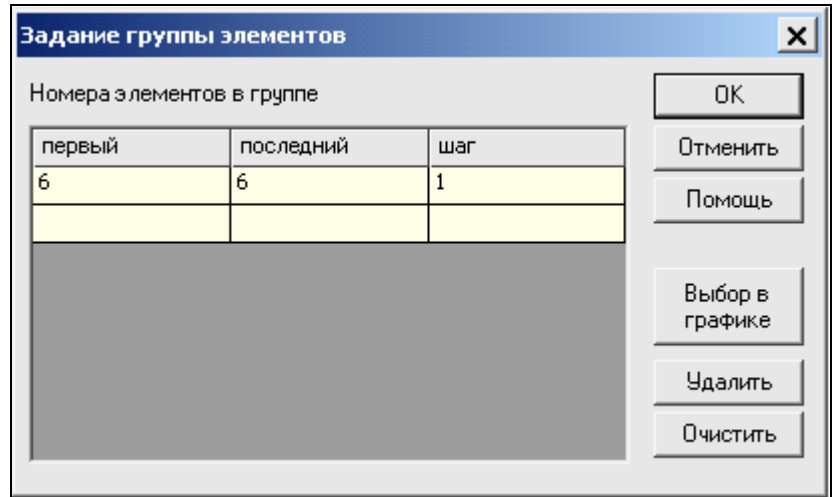
Переключатель  позволяет задать группу элементов, для которых будет определяться арматура, и вызывает следующее диалоговое окно «Задание группы элементов».

При помощи переключателя



в **рабочем окне** осуществляется выбор элементов, для которых определяется арматура.

Выбор элементов можно осуществлять при помощи переключателей **Einz** или

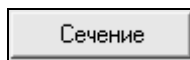


Указывается – проводить расчет с учетом трещинообразования или нет.

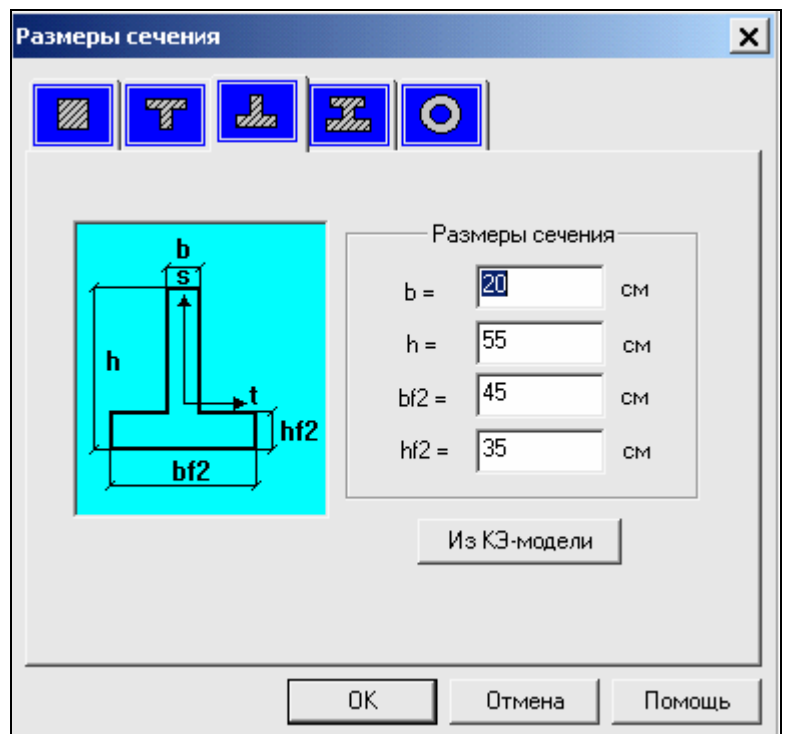
Задается максимальный процент армирования.

Выбирается тип элемента – стойка (колонна) или ригель, в случае расчета стойки задается расчетная длина элемента.

Переключатель



вызывает диалоговое окно «**Размеры сечения**», где выбирается тип сечения и задаются его размеры.

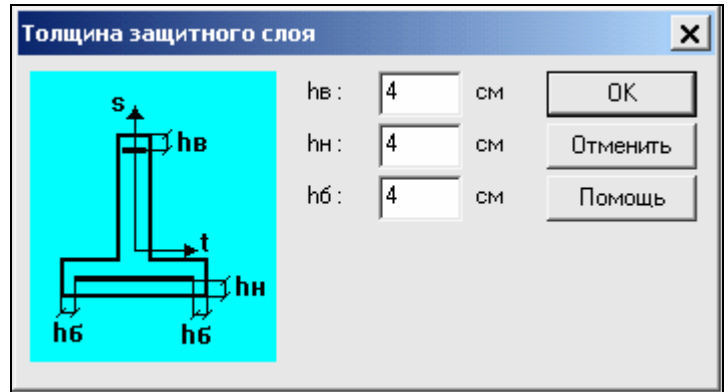


Переключатель

Защитный слой

вызывает диалоговое окно «Толщина защитного слоя», где задаются соответствующие величины.

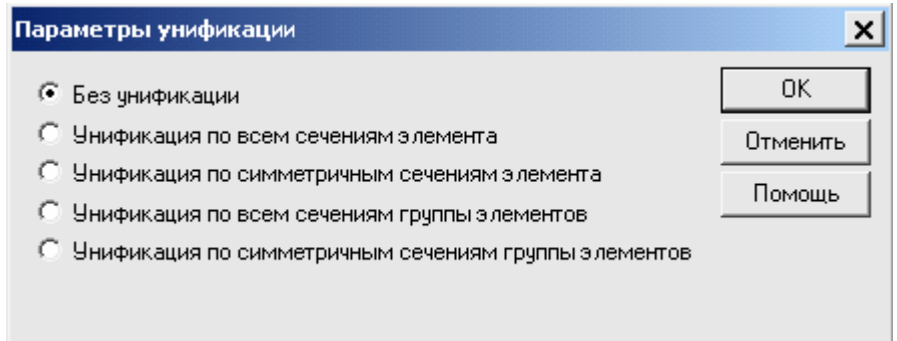
Под толщиной защитного слоя понимают расстояние от наружной грани элемента до центра тяжести арматуры.



Переключатель

Унификация

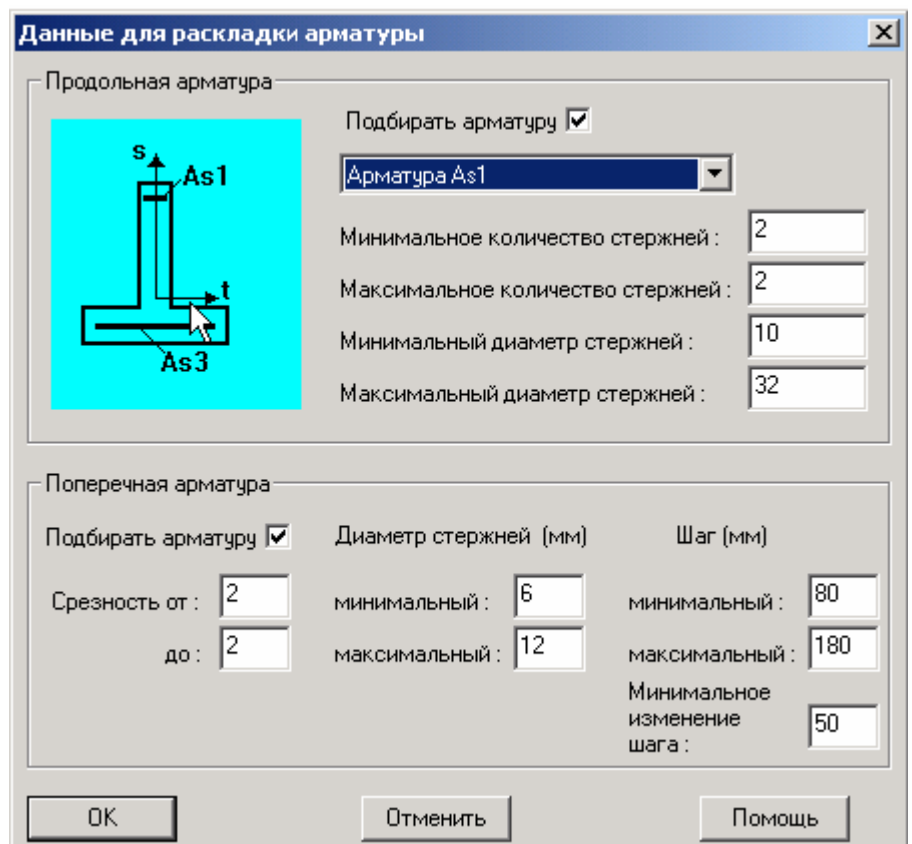
вызывает соответствующее диалоговое окно, где выбираются параметры унификации.

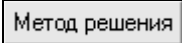


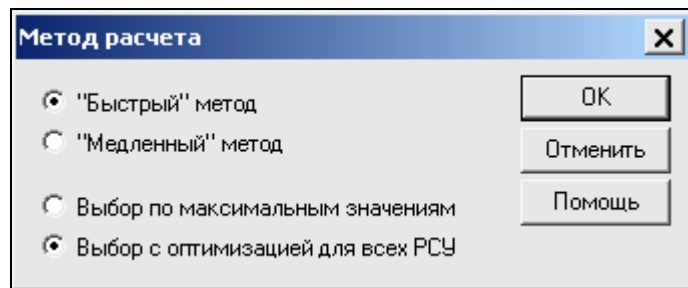
Переключатель

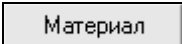
Подбор

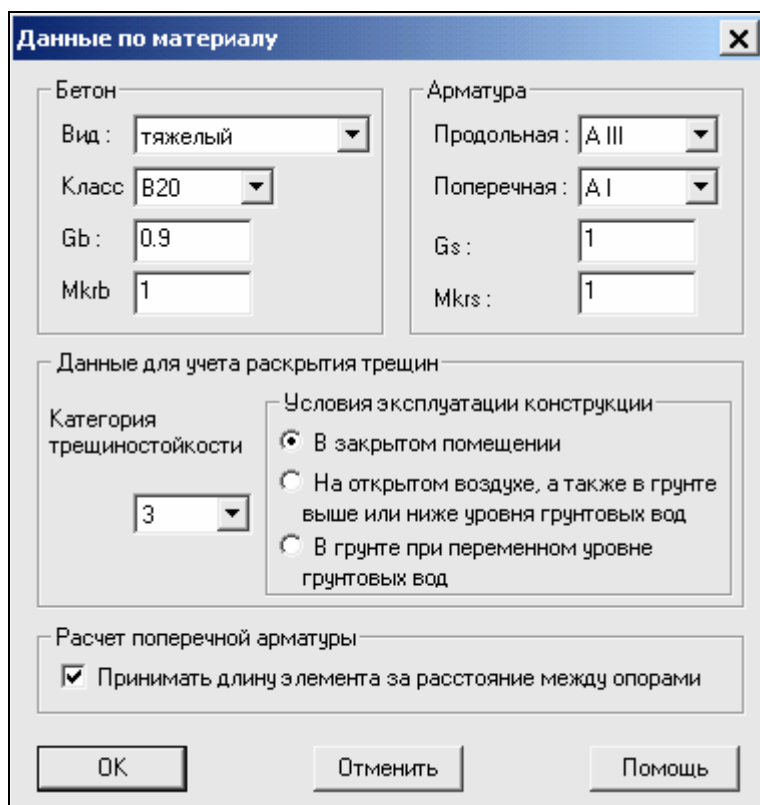
вызывает диалоговое окно «Данные для раскладки арматуры», где задаются соответствующие параметры.

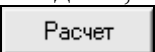


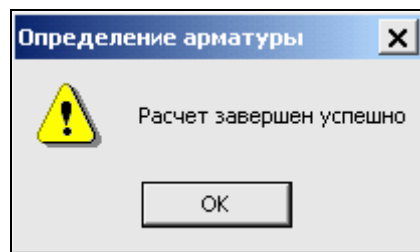
Переключатель  позволяет выбрать метод подбора арматуры.



Переключатель  вызывает диалоговое окно в котором задаются данные по материалам.



После задания всех исходных даны, в диалоговом окне «**Определение арматуры в балках**» надо нажать кнопку . После окончания расчета появится сообщение:



Вывести результаты расчета можно в графической или табличной формах во mb-Viewer или Microsoft Word.

2.8.4 Результаты расчета армирования.

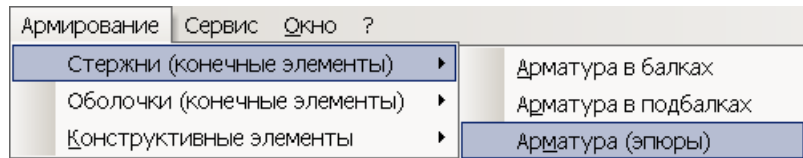
Результаты армирования в графической форме

В строке верхнего меню выбираем пункты:

«Результаты» -

«Графика» -

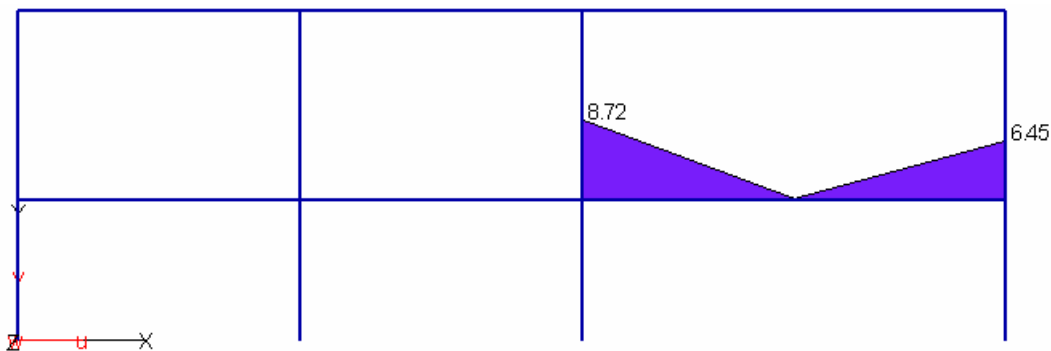
«Арматура в балках».



В рабочем окне появятся эпюра распределения арматуры в тех элементах, в которых она была определена.

Кэф-т		
Система		
Asb	Asn	Asw

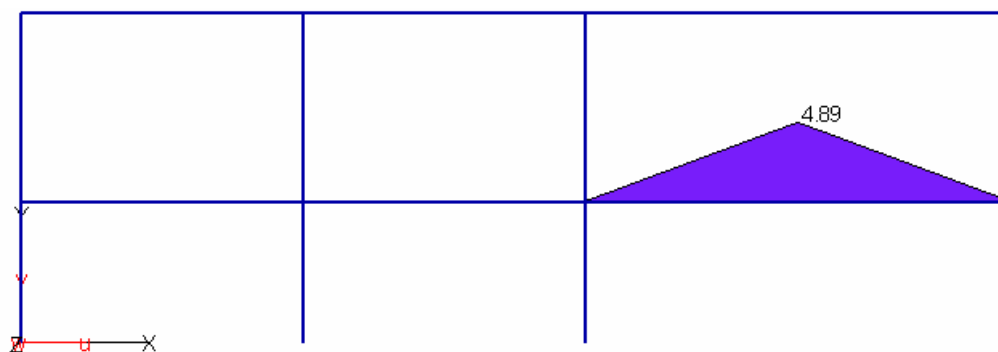
Эпюры распределения верхней арматуры в ригеле.



Min $As' = 0 \text{ cm}^2$, элем. N 6. Max $As' = 8.53227 \text{ cm}^2$, элем. N 6.

Кэф-т		
Система		
Asb	Asn	Asw

Эпюры распределения нижней арматуры в ригеле.



Результаты армирования в табличной форме (пример).

ПРОЕКТ: Расчет железобетонных сечений по СНиП 2.03.01-84

ЭЛЕМЕНТ N 6 (ригель)

Тип сечения тавр полкой вниз

Параметры сечения: b = 20.0 см

h = 55.0 см

b_{fu} = 45.0 см

h_{fu} = 35.0 см

Толщина защитного слоя h_o = 4.0 см

Толщина защитного слоя h_u = 4.0 см

Класс бетона В20

Вид бетона тяжелый

Коэфф. усл. работы бетона G_{b2} = 0.9

Класс нижней арматуры АIII

Класс верхней арматуры АIII

Коэфф. усл. работы стали G_{s2} = 1.0

Признак подбора арматуры = 4

Признак унификации = 0

Сечение N 1

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДЬ АРМАТУРЫ

Nr	As (см ²)	As1 (см ²)
	0.00	15.34

ВЫБРАННАЯ ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА Коэф. арм.

Н и ж н я я	В е р х н я я	Mu(%)
Номер кол-во диаметр As	Номер кол-во диаметр As1	
ряда стержн (мм) (см ²)	ряда стержн (мм) (см ²)	
	1 2 32 16.1	
	16.1	0.81

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА

Теоретическая интенсивность поперечной арматуры: 8.54 [см²/м]

диаметр (мм)	шаг (мм)	число стержней
10	180	2

Сечение N 2

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДЬ АРМАТУРЫ

№	As (см ²)	As1(см ²)
	9.41	0.00

ВЫБРАННАЯ ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА Коэф. арм.

Н и ж н я я	В е р х н я я	Mu(%)
Номер кол-во диаметр As ряда стержн (мм) (см ²)	Номер кол-во диаметр As1 ряда стержн (мм) (см ²)	
1 5 16 10.1		
10.1		0.51

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА

Теоретическая интенсивность поперечной арматуры: 0.00 [см²/м]

диаметр (мм)	шаг (мм)	число стержней
6	180	2

Сечение N 3

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДЬ АРМАТУРЫ

№	As (см ²)	As1(см ²)
	0.00	10.58

ВЫБРАННАЯ ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА Коэф. арм.

Н и ж н я я	В е р х н я я	Mu(%)
Номер кол-во диаметр As ряда стержн (мм) (см ²)	Номер кол-во диаметр As1 ряда стержн (мм) (см ²)	
	1 2 28 12.3	
	12.3	0.62

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА

Теоретическая интенсивность поперечной арматуры: 6.74 [см²/м]

диаметр (мм)	шаг (мм)	число стержней
10	180	2

Определение расчетных сочетаний усилий по СНиП 2.01.07-85
Проект гама

Типы комбинаций нагрузений : основные комбинации
Число элементов для которых определяется РСУ: 1
Тип элемента: 2D-балка
Выбор по: наилучшим сочетаниям,
по расчетным значениям усилий,
по полным значениям усилий,
по группе усилий Nr, Mt, Ms
Число нагрузений: 4

Нагружение 1 (N_{fea 1}): постоянное, Кн = 1.10, Кд = 1.00
 Нагружение 2 (N_{fea 2}): длительное, Кн = 1.43, Кд = 1.00
 Нагружение 3 (N_{fea 3}): кратковременное, Кн = 1.43, Кд = 0.50
 Нагружение 4 (N_{fea 4}): кратковременное, Кн = 1.40, Кд = 0.00

Примечание. Порядок следования типов сочетаний:

- 1) расчетные полные,
- 2) расчетные длительные,
- 3) нормативные полные,
- 4) нормативные длительные.

Элемент N 6
 Длина элемента = 9 м
 Количество сечений: 3
 Количество допустимых комбинаций нагружений: 8

Сечение N 1
 Координата сечения 0 м
 Число РСУ по основным комбинациям 4

Расчетные сочетания усилий			
N	Усилие	Усилие	Момент
соч.	N _r , кН	Q _s , кН	M _t , кНм
1			
NN нагружений:		1	2
Козф. соч. :		1.00	1.00
	-20.04	144.31	-159.19
	-20.04	144.31	-159.19
2			
NN нагружений:		1	
Козф. соч. :		1.00	
	-4.74	25.67	-37.43
	-4.74	25.67	-37.43
3			
NN нагружений:		1	4
Козф. соч. :		1.00	1.00
	-5.42	22.98	-27.10
	-4.74	25.67	-37.43
4			
NN нагружений:		1	2
Козф. соч. :		1.00	0.95
NN нагружений:		3	4
Козф. соч. :		0.90	0.90
	-19.92	135.93	-143.68
	-19.29	138.36	-153.03

Сечение N 2
 Координата сечения 4.5 м
 Число РСУ по основным комбинациям 4

Расчетные сочетания усилий			
N	Усилие	Усилие	Момент
соч.	N _r , кН	Q _s , кН	M _t , кНм
1			
NN нагружений:		1	4
Козф. соч. :		1.00	1.00
	-5.42	-1.47	21.29
	-4.74	1.23	23.09
2			
NN нагружений:		1	
Козф. соч. :		1.00	

-4.74	1.23	23.09
-4.74	1.23	23.09
3		
NN нагружений:	1	2
Козф. соч. :	1.00	1.00
-20.04	5.07	89.61
-20.04	5.07	89.61
4		
NN нагружений:	1	2
Козф. соч. :	1.00	0.95
NN нагружений:	3	4
Козф. соч. :	0.90	0.90
-19.92	2.43	84.67
-19.29	4.86	86.29

Сечение N 3
Координата сечения 9 м
Число РСУ по основным комбинациям 7

Расчетные сочетания усилий			
N	Усилие	Усилие	Момент
соч.	N _г , кН	Q _s , кН	M _t , кНм
1			
NN нагружений:		1	2
Козф. соч. :		1.00	0.95
NN нагружений:		3	4
Козф. соч. :		0.90	0.90
-19.92	-131.08		-121.85
-19.29	-128.64		-109.28
2			
NN нагружений:		1	2
Козф. соч. :		1.00	0.95
NN нагружений:		4	
Козф. соч. :		0.90	
-19.89	-131.05		-121.74
-19.27	-128.62		-109.21
3			
NN нагружений:		1	4
Козф. соч. :		1.00	1.00
-5.42	-25.91		-40.29
-4.74	-23.21		-26.38
4			
NN нагружений:		1	
Козф. соч. :		1.00	
-4.74	-23.21		-26.38
-4.74	-23.21		-26.38
5			
NN нагружений:		1	3
Козф. соч. :		1.00	1.00
-4.77	-23.24		-26.51
-4.75	-23.23		-26.44
6			
NN нагружений:		1	2
Козф. соч. :		1.00	0.95
NN нагружений:		3	
Козф. соч. :		0.90	
-19.31	-128.65		-109.33

ряда стержн (мм) (см2)	ряда стержн (мм) (см2)	
	1 4 18 10.2	
	10.2	0.52

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА

Теоретическая интенсивность поперечной арматуры: 5.91 [см2/м]

диаметр	шаг	число стержней
(мм)	(мм)	
10	180	2

Сечение N 2

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ:

Nr	N (kN)	Mx (kN·m)	Qy (kN)
1п	-5.42	21.29	-1.47
1д	-4.74	23.09	1.23
2п	-4.74	23.09	1.23
2д	-4.74	23.09	1.23
3п	-20.04	89.61	5.07
3д	-20.04	89.61	5.07
4п	-19.92	84.67	2.43
4д	-19.29	86.29	4.86

п - постоянные

д - длительные

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДЬ АРМАТУРЫ

Nr	As (см2)	As1 (см2)
1п	1.07	0.00
1д	1.18	0.00
2п	1.18	0.00
2д	1.18	0.00
3п	4.81	0.00
3д	4.89	0.00
4п	4.51	0.00
4д	4.69	0.00
	4.89	0.00

ВЫБРАННАЯ ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА

Коеф. арм.

Н и ж н я я	В е р х н я я	Mu (%)
Номер кол-во диаметр As	Номер кол-во диаметр As1	
ряда стержн (мм) (см2)	ряда стержн (мм) (см2)	
1 3 16 6.0		
6.0		0.31

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА

Теоретическая интенсивность поперечной арматуры: 0.00 [см2/м]

диаметр	шаг	число стержней
(мм)	(мм)	
6	180	2

Сечение N 3

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ УСИЛИЙ:

№г	N (kN)	Mx (kN·m)	Qy (kN)
1п	-19.92	-121.85	-131.08
1д	-19.29	-109.28	-128.64
2п	-19.89	-121.74	-131.05
2д	-19.27	-109.21	-128.62
3п	-5.42	-40.29	-25.91
3д	-4.74	-26.38	-23.21
4п	-4.74	-26.38	-23.21
4д	-4.74	-26.38	-23.21
5п	-4.77	-26.51	-23.24
5д	-4.75	-26.44	-23.23
6п	-19.31	-109.33	-128.65
6д	-19.29	-109.28	-128.64
7п	-20.04	-113.57	-134.17
7д	-20.04	-113.57	-134.17

п - постоянные

д - длительные

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДЬ АРМАТУРЫ

№г	As (см2)	As1 (см2)
1п	0.00	6.45
1д	0.00	5.79
2п	0.00	6.44
2д	0.00	5.78
3п	0.00	2.09
3д	0.00	1.35
4п	0.00	1.35
4д	0.00	1.35
5п	0.00	1.35
5д	0.00	1.35
6п	0.00	5.74
6д	0.00	5.79
7п	0.00	5.97
7д	0.00	6.02
	0.00	6.45

ВЫБРАННАЯ ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА

Коэф. арм.

Н и ж н я я	В е р х н я я	Mu (%)
Номер кол-во диаметр As	Номер кол-во диаметр As1	
ряда стержн (мм) (см2)	ряда стержн (мм) (см2)	
	1 4 16 8.0	
	8.0	0.41

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА

Теоретическая интенсивность поперечной арматуры: 5.91 [см2/м]

диаметр (мм)	шаг (мм)	число стержней
10	180	2