

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 22.01.2021 15:57:47
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О. Г. Локтионова
« 15 » 12 2017 г.



ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Методические указания по выполнению практической работы по
курсу «Основы эргономики и дизайна бытовых мехатронных
приборов» для студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и
робототехника»

Курск 2017

УДК 62.231

Составители Л.Ю. Ворочаева, Е.Н. Политов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.Я. Мищенко*

Проведение прочностных расчетов при проектировании: методические указания по выполнению практической работы по курсу «Основы эргономики и дизайна бытовых мехатронных приборов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Л.Ю. Ворочаева, Е.Н. Политов. Курск, 2017. 28 с.

Методические указания содержат сведения по построению трехмерной модели балки и выполнению расчетов на прочность. Приведены варианты задания, пример проектирования балки и создания основных конструктивных элементов.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим объединением (УМО).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. 1,4. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 30 экз. Заказ. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

| | |
|------------------------------------|----|
| Задание | 4 |
| Ход выполнения работы | 5 |
| Контрольные вопросы | 28 |
| Рекомендательный список литературы | 28 |

Методические указания направлены на формирование следующих компетенций:

ПК-7 – готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок.

Задание

Построить трехмерную модель балки, показанной на рис. 1, по численным значениям параметров, приведенным в табл.1. Провести расчет балки на прочность.

Выполнить отчет о проведении работы, описать последовательность действий и используемые для построения детали команды.

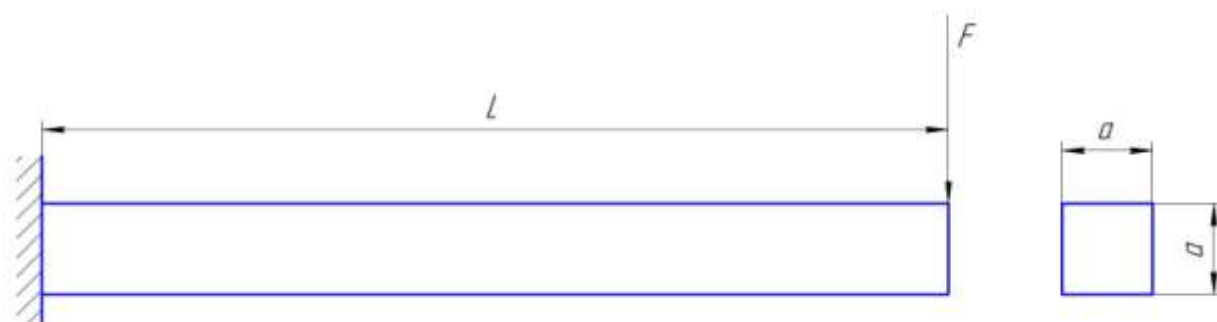


Рис. 1 Геометрические размеры балки

Табл. 1 - Параметры балки

| № | a , мм | L , мм | F , Н |
|----|----------|----------|---------|
| 1 | 80 | 1000 | 10000 |
| 2 | 90 | 500 | 9000 |
| 3 | 60 | 600 | 11000 |
| 4 | 100 | 650 | 10500 |
| 5 | 120 | 700 | 12000 |
| 6 | 110 | 580 | 12500 |
| 7 | 150 | 950 | 11500 |
| 8 | 180 | 1500 | 13000 |
| 9 | 140 | 1200 | 13500 |
| 10 | 115 | 1300 | 14000 |
| 11 | 90 | 840 | 14500 |

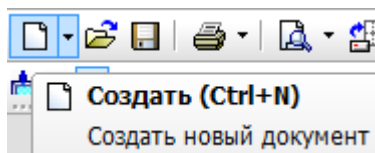
| | | | |
|----|-----|------|-------|
| 12 | 70 | 1200 | 15000 |
| 13 | 85 | 750 | 9500 |
| 14 | 64 | 860 | 10000 |
| 15 | 80 | 1400 | 10500 |
| 16 | 90 | 640 | 11000 |
| 17 | 120 | 850 | 8500 |
| 18 | 100 | 980 | 9000 |
| 19 | 130 | 750 | 10000 |
| 20 | 140 | 960 | 12000 |
| 21 | 160 | 850 | 14000 |
| 22 | 50 | 1000 | 13500 |
| 23 | 40 | 780 | 12500 |
| 24 | 60 | 940 | 14000 |

Ход выполнения работы

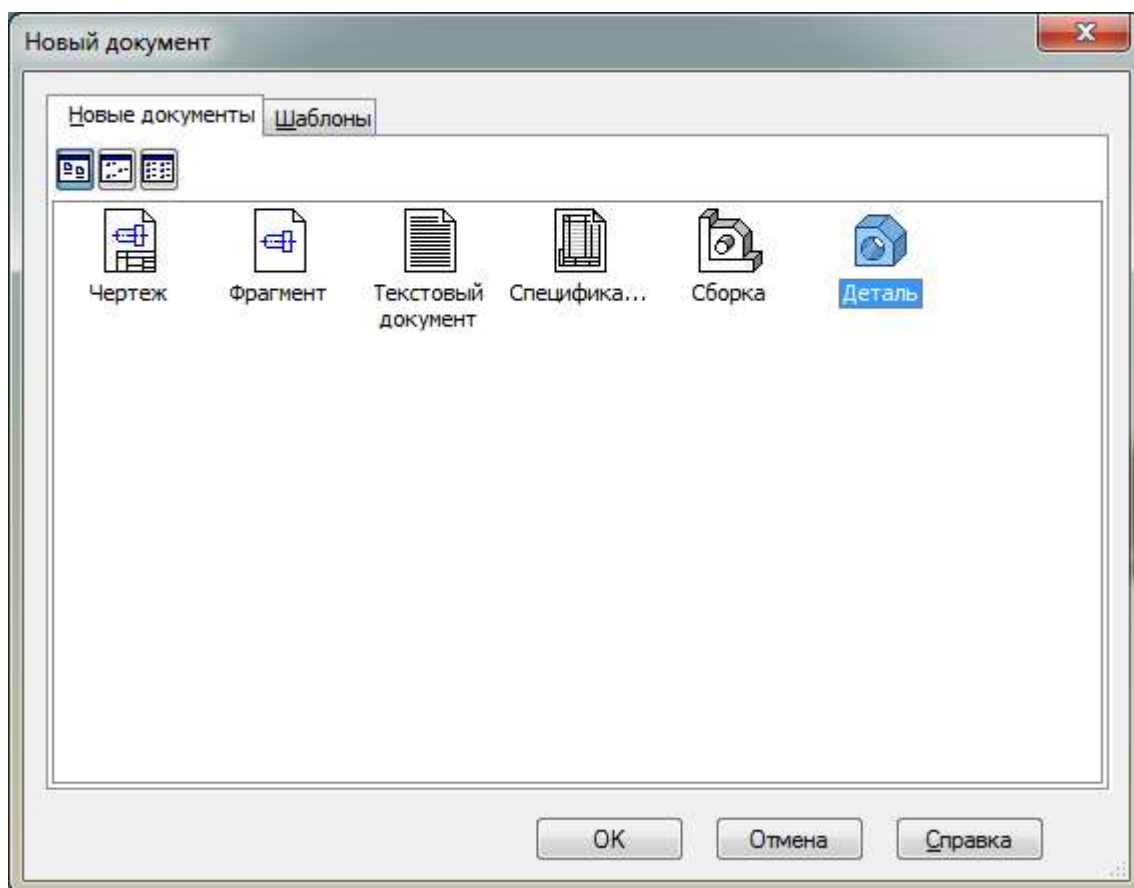
Рассмотрим пример построения трехмерной модели балки со следующими геометрическими размерами.

| а, мм | L, мм | F, Н |
|-------|-------|-------|
| 100 | 1000 | 10000 |

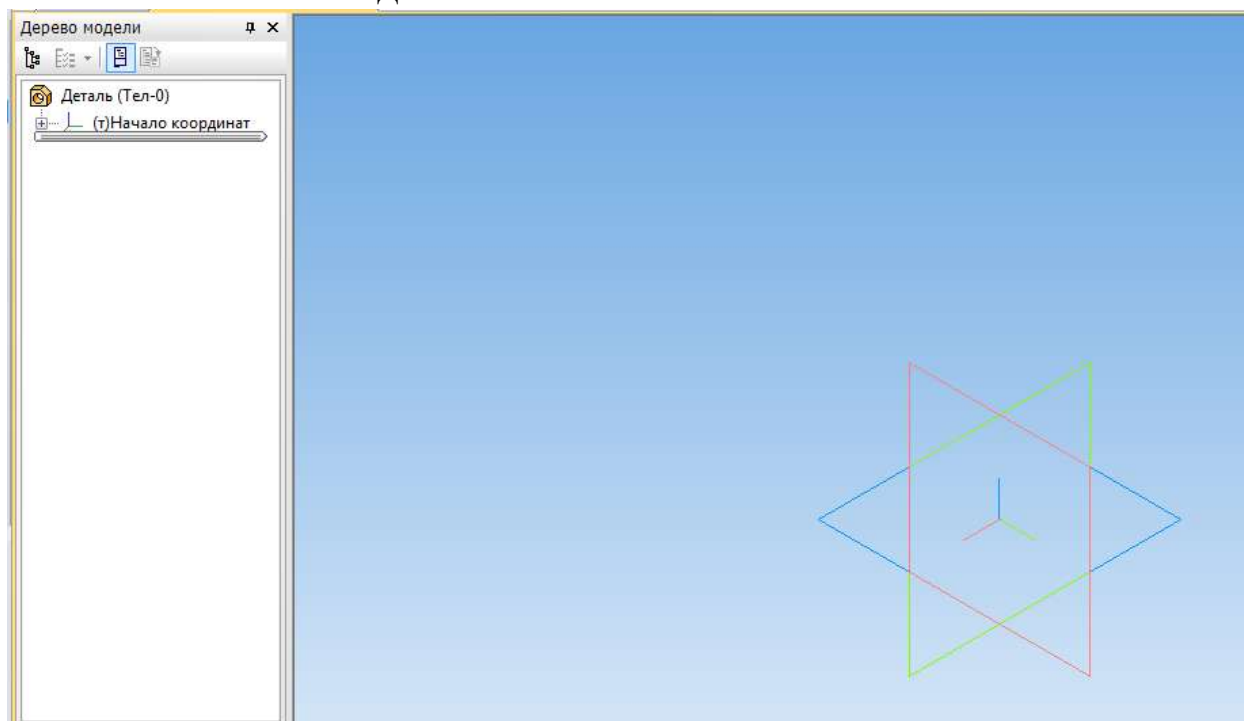
Для создания файла детали нажмите *Создать* на *Панели инструментов*.



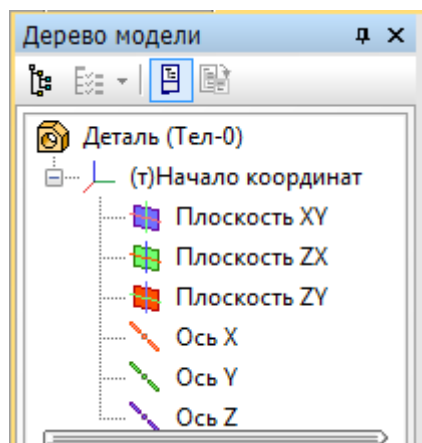
В появившемся окне выберите *Деталь*. Нажмите *ОК*.



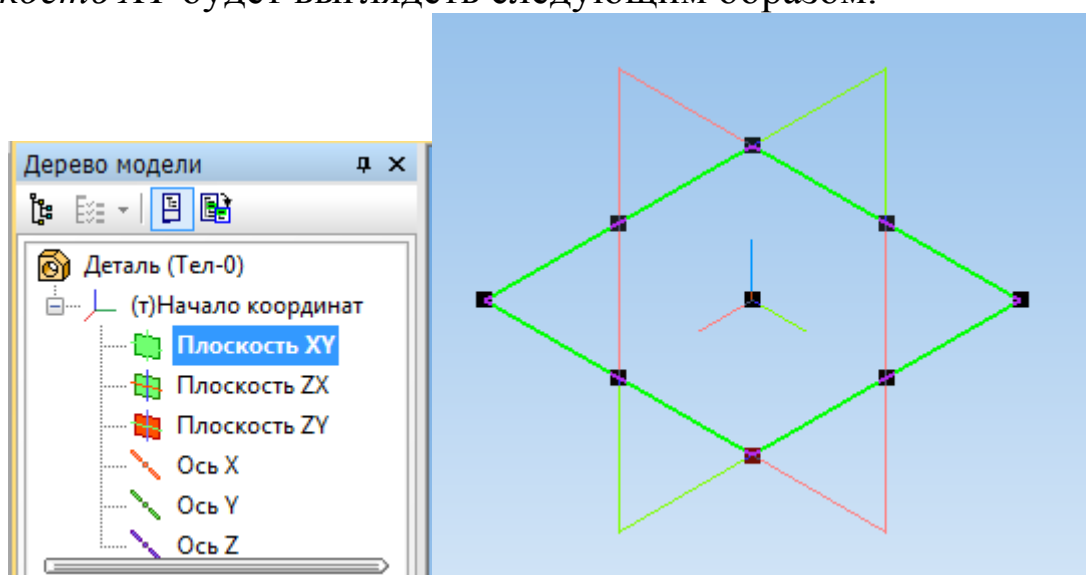
Появляется окно детали.





Выберите плоскость, в которой будем выполнять эскиз. Для этого в *Дерево модели* раскройте список *Начало координат*

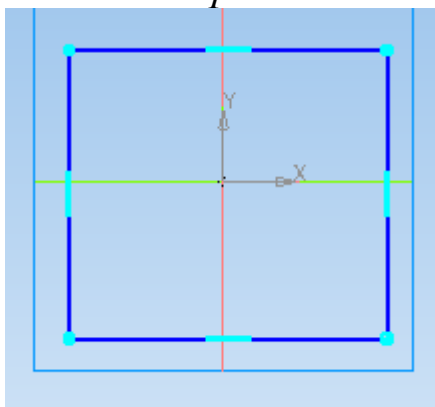



и выберите *Плоскость XY*, нажав по ней левой клавишей мыши. *Плоскость XY* будет выглядеть следующим образом.





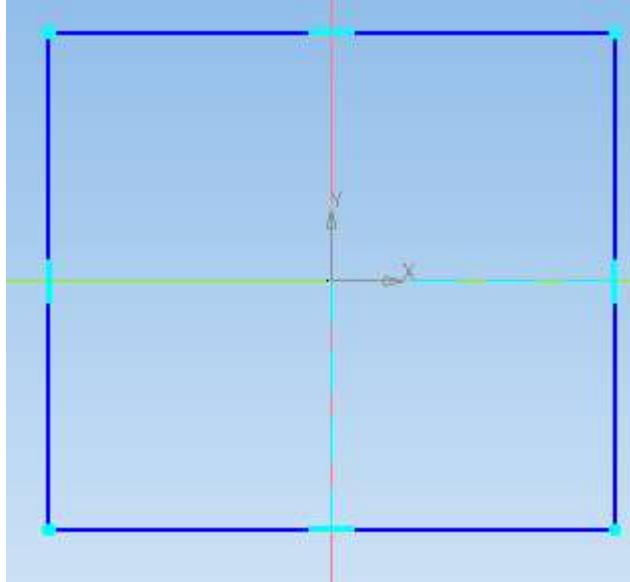
На верхней панели выберите *Эскиз* .



Постройте прямоугольник так, чтобы начало координат располагалось внутри прямоугольника, используя вкладку *Прямоугольник*  панели *Геометрия* .

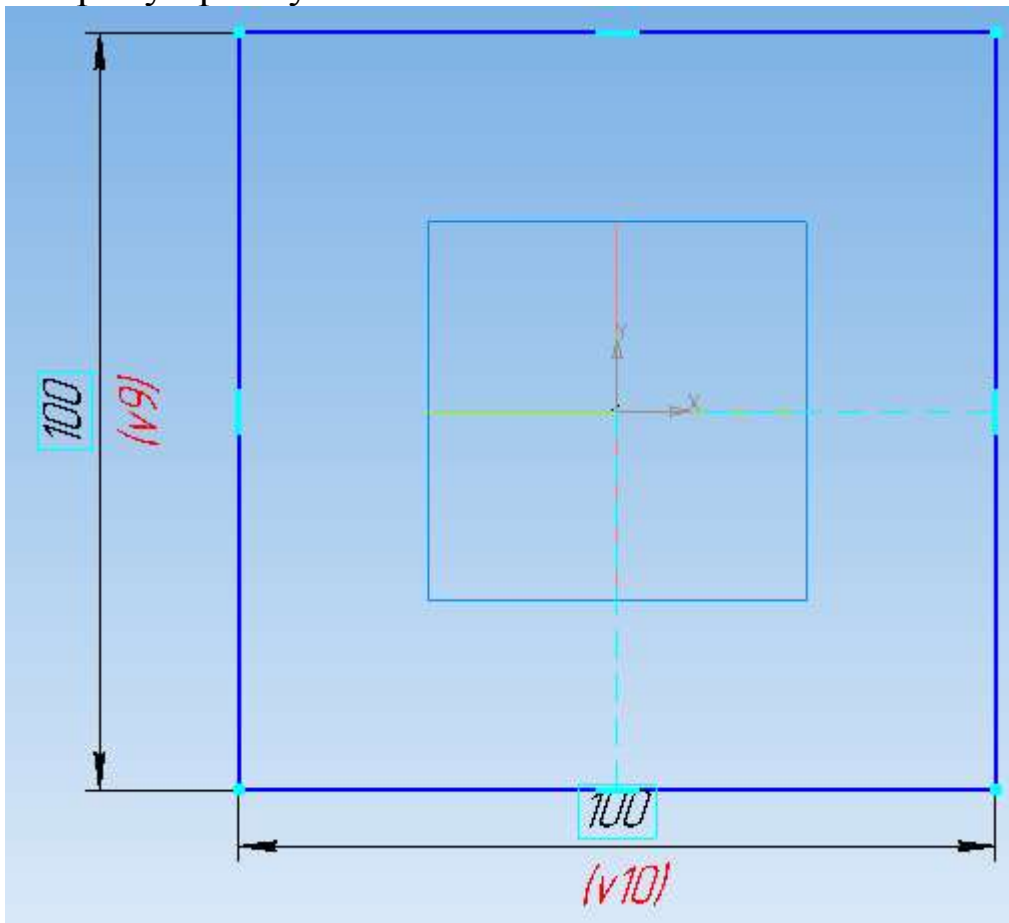




Используя команды *Выровнять точки по горизонтали*  для начала координат и середины вертикальной стороны прямоугольника

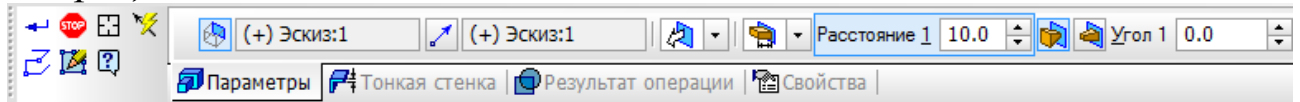
и *Выровнять точки по вертикали*  для начала координат и середины горизонтальной стороны прямоугольника (панель *Параметризация* ) , расположите прямоугольник симметрично относительно начала координат.



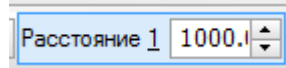
Выберите *Линейный размер*  панели *Размеры*  и укажите длину и ширину прямоугольника 100 мм и 100 мм соответственно.



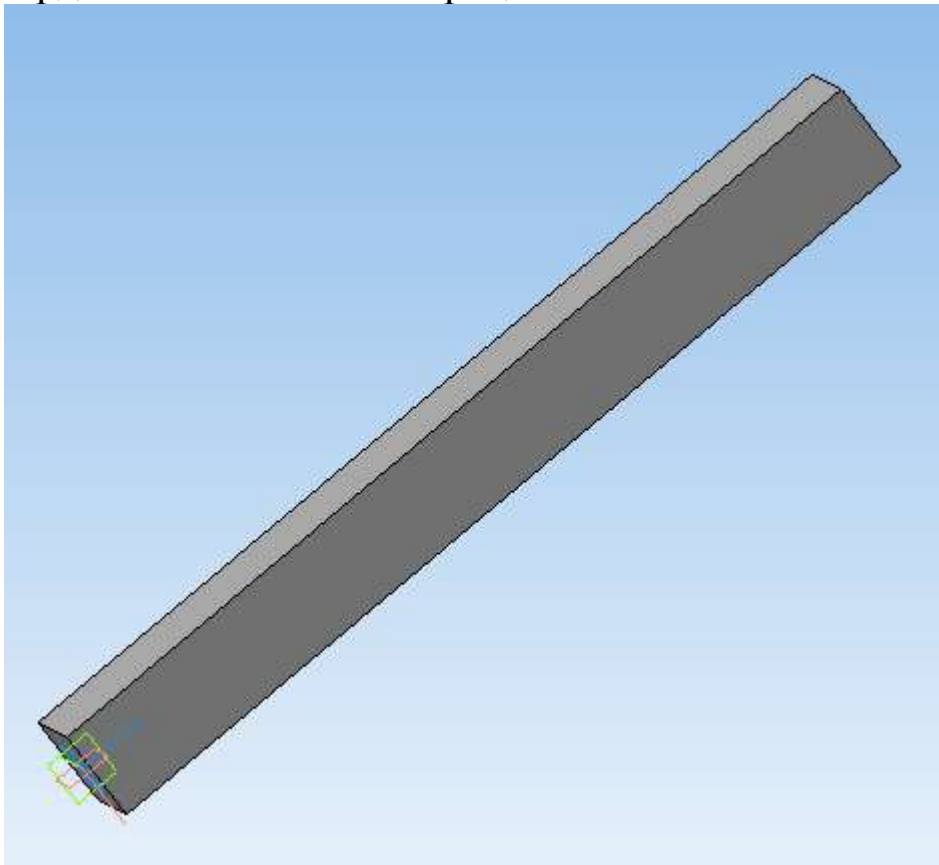
Перейдите на панель *Редактирование детали*  и выберите *Операцию выдавливания* .



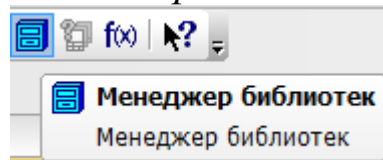
На вкладке *Параметры* панели свойств задайте *Расстояние*, на которое будет выдавливаться эскиз, 1000 мм.



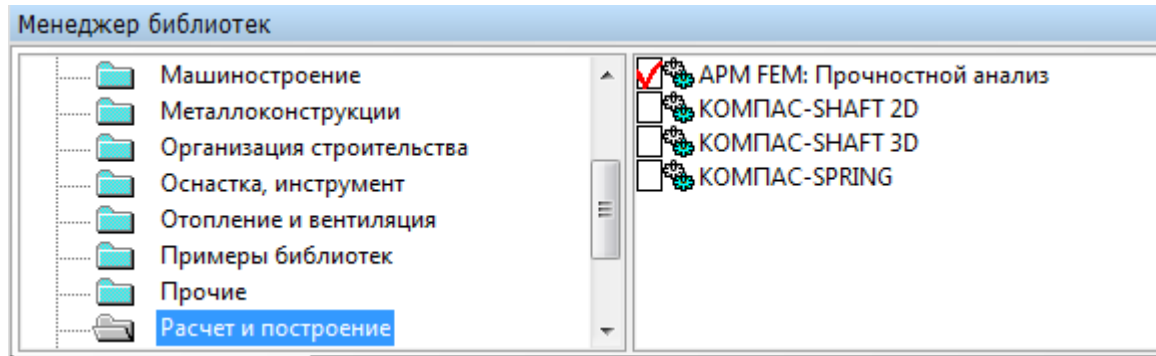
Подтвердите выполнение операции  !



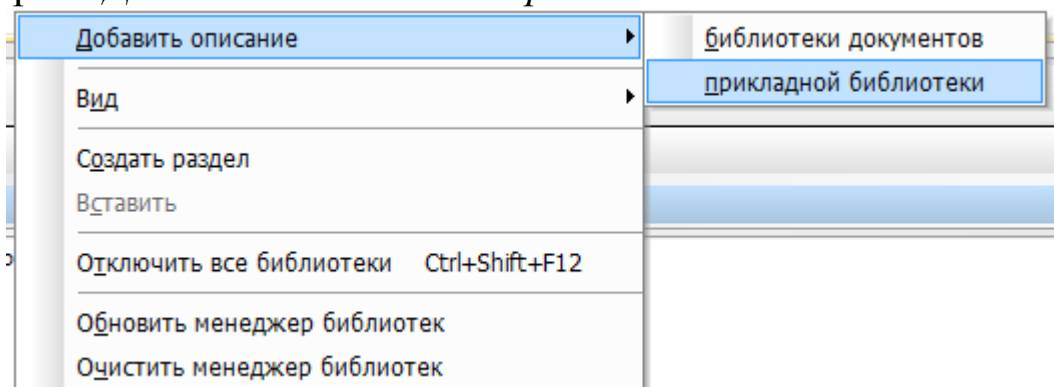
Запустите библиотеку прочностных расчетов. Для этого на верхней панели выберите *Менеджер библиотек*.



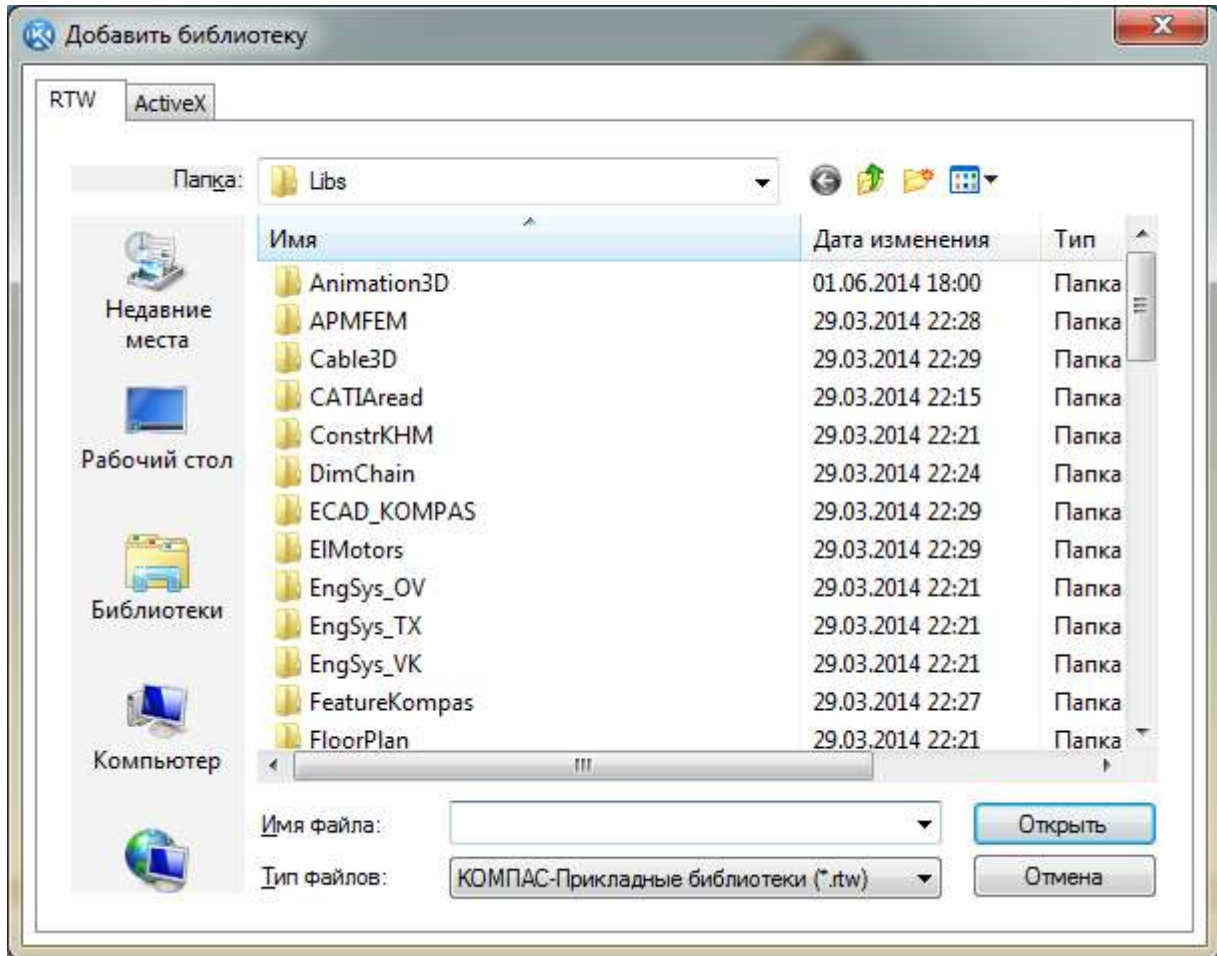
В появившемся внизу окне выберите *Расчет и построение – АРМ FEM: Прочностной анализ*.



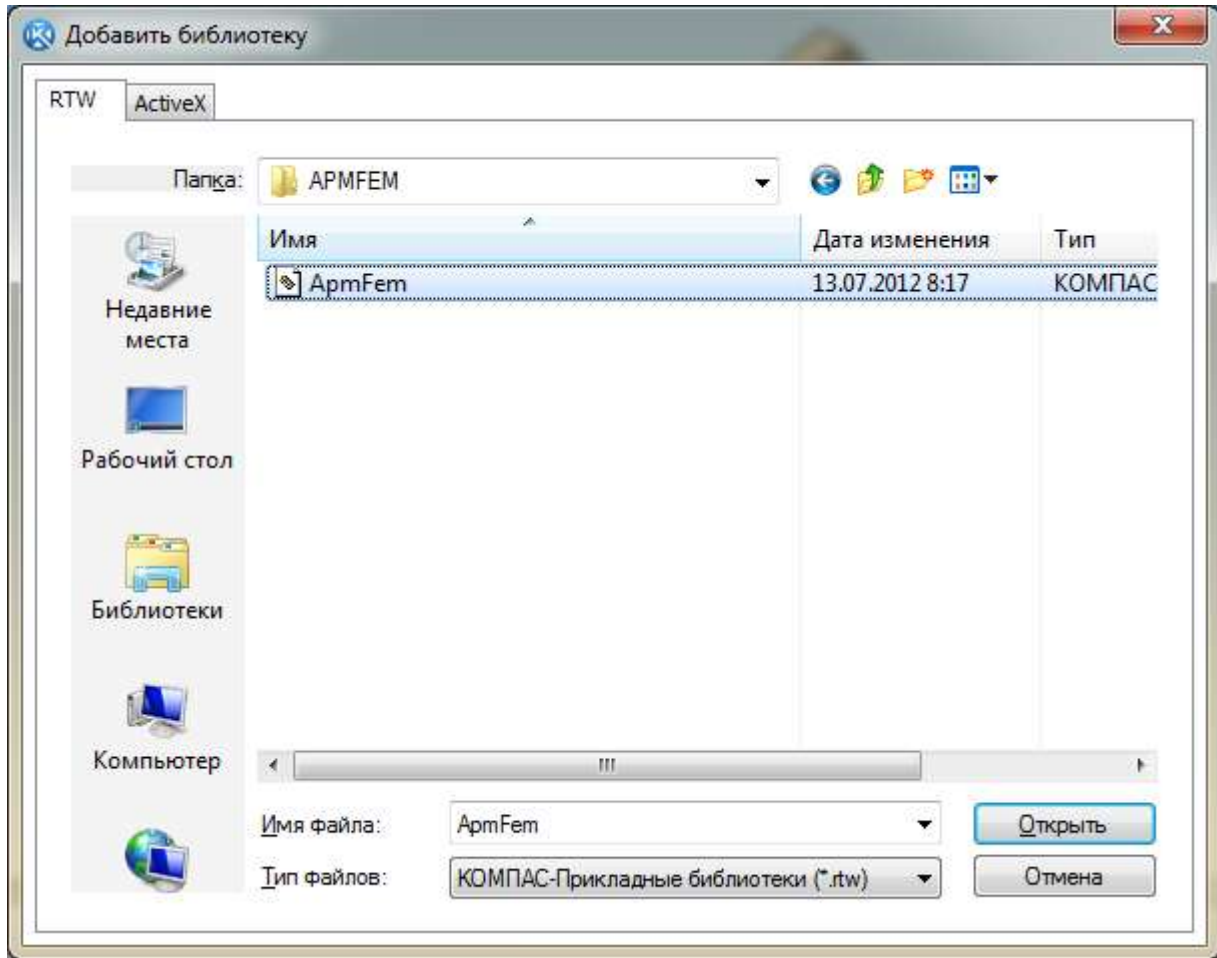
Если библиотеки прочностного анализа нет в списке, то нажмите на правой части окна *Менеджера библиотек* правой клавишей мыши и выберите *Добавить описание – прикладной библиотеки*.



Откройте папку Libs.

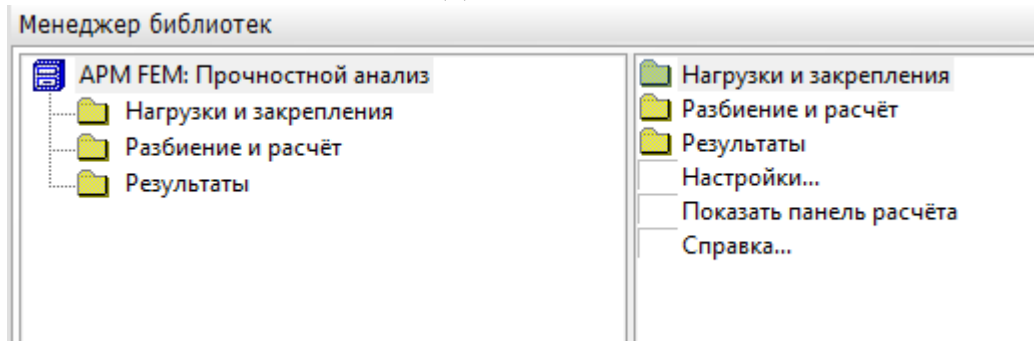


Зайдите в папку ARMFEM.

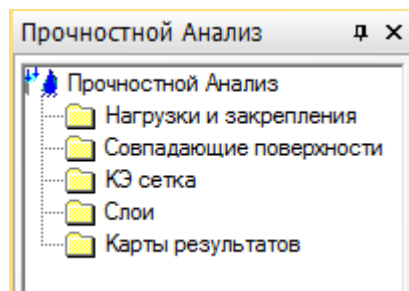


Выберите имеющийся в ней файл и нажмите *Открыть*. Библиотека появится в *Менеджере библиотек*.

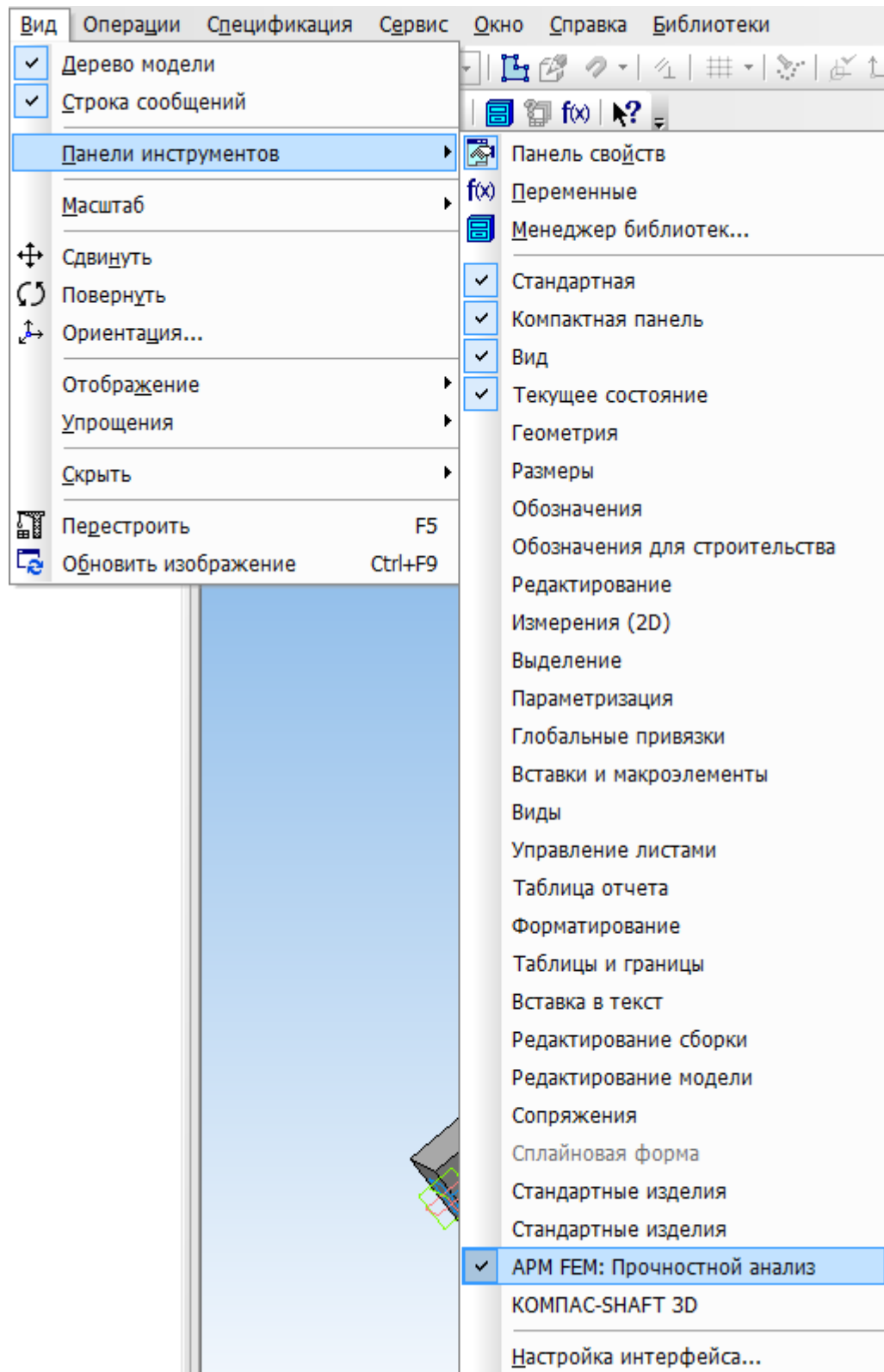
Окно библиотеки имеет вид.



При запуске библиотеки слева в файле детали появляется окно *Прочностной анализ*.



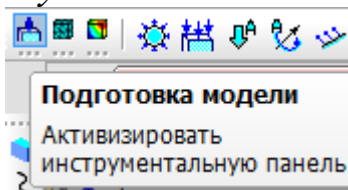
Закройте окно *Менеджера библиотек*. Для работы с панелью библиотеки прочностных расчетов выберите *Вид – Панели – Прочностной анализ*.



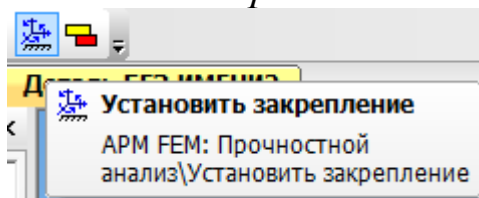
Появится панель библиотеки.



Нажмите на *Подготовку модели*.



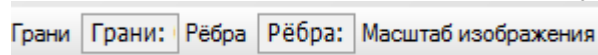
Вначале необходимо указать закрепление балки. Для этого выберите команду *Установить закрепление*.



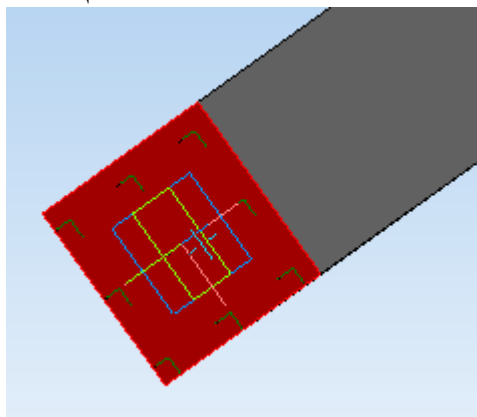
Панель свойств имеет вид.



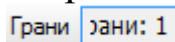
Для передвижения по панели свойств используйте стрелки  и .



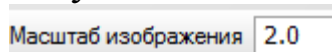
Нажмите на окно *Грани* и укажите грань балки, которая будет зафиксирована – это грань, лежащая в плоскости XY. При этом грань будет выделена красным цветом.

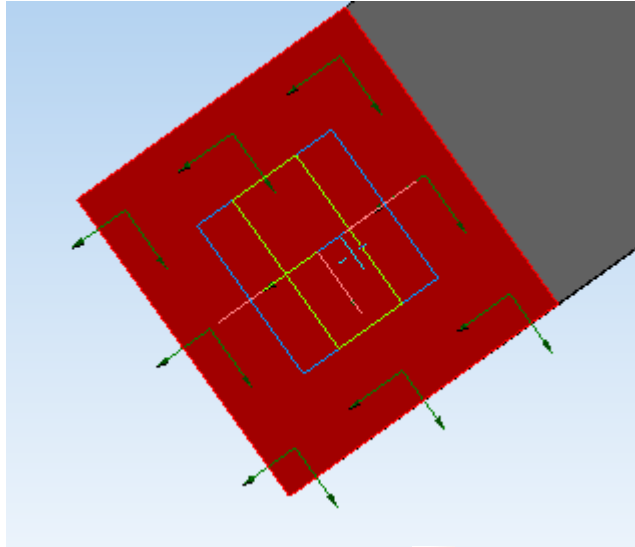


В окне *Грани* будет указана *Грань 1*.



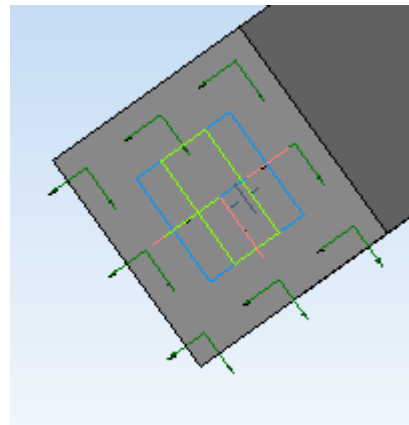
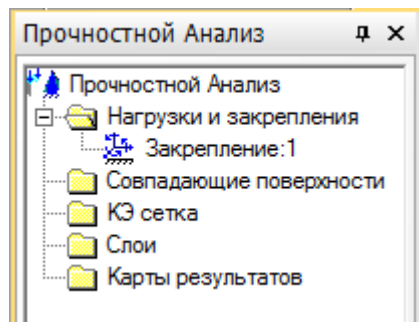
Для лучшей наглядности увеличьте масштаб изображения до 2.



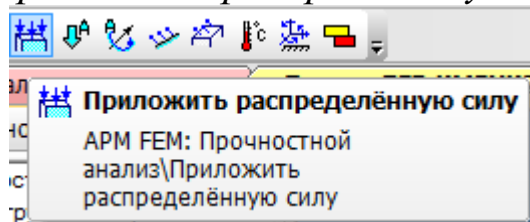


Подтвердите выполнение операции .

В окне Прочностной анализ – Нагрузки и закрепления появляется Закрепление 1.



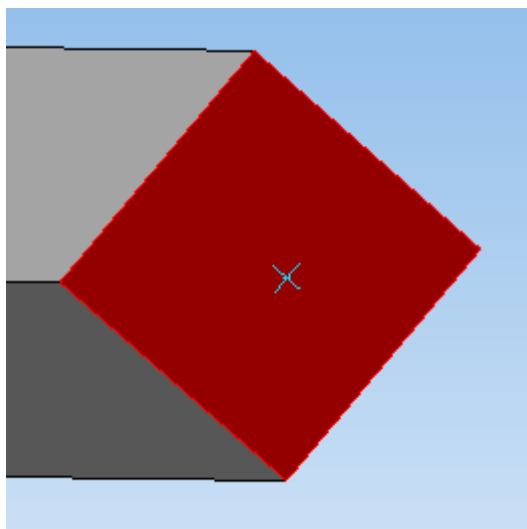
Теперь необходимо указать нагрузку, действующую на балку. Для этого нажмите *Приложить распределённую силу*.



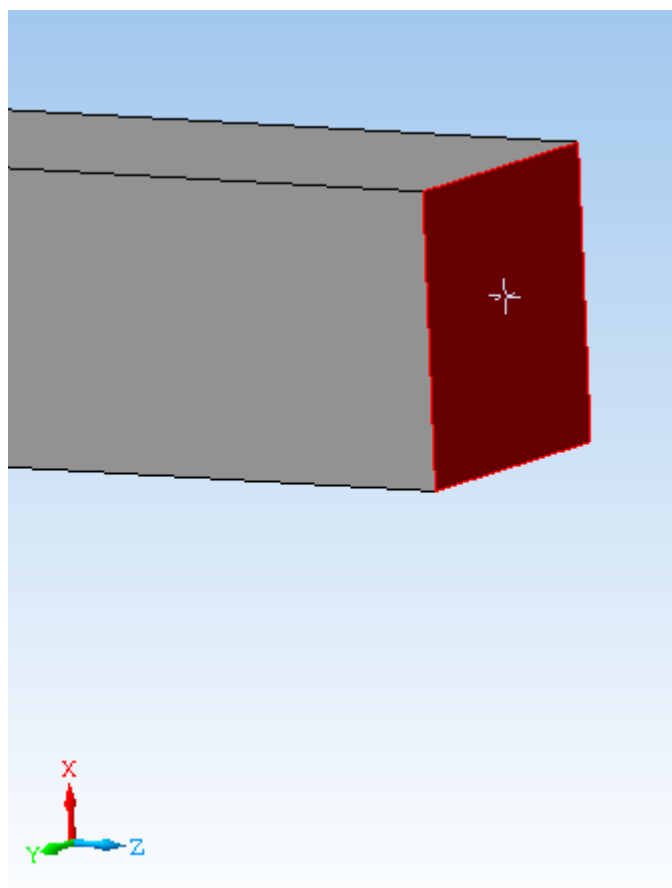
Панель свойств имеет вид.



Распределённая сила будет приложена на грани, противоположной закреплённой. Выделите требуемую грань левой клавишей мыши.



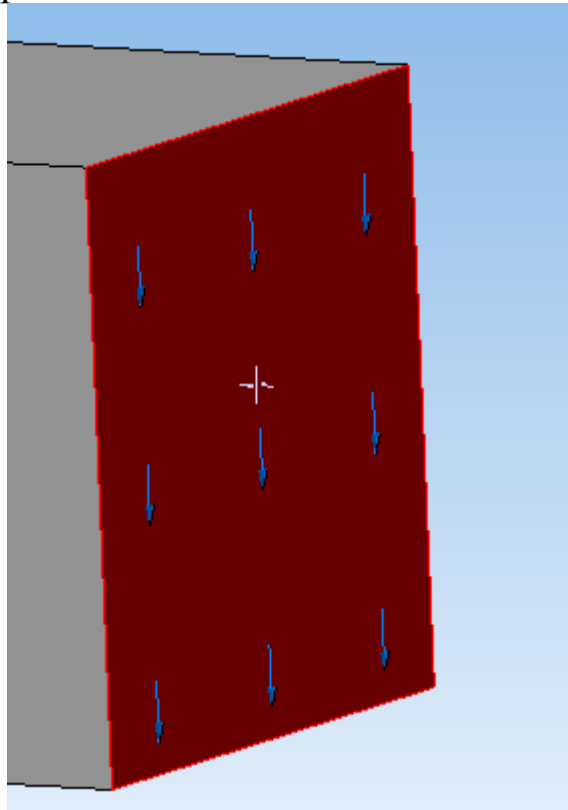
Сила должна действовать вниз и быть приложена к выделенной грани, поэтому для задания значения силы представлен наглядный рисунок.



Сила действует в отрицательном направлении оси X. На панели свойств в окне *Компонента X* задайте значение силы 10000 Н, знак силы «-».

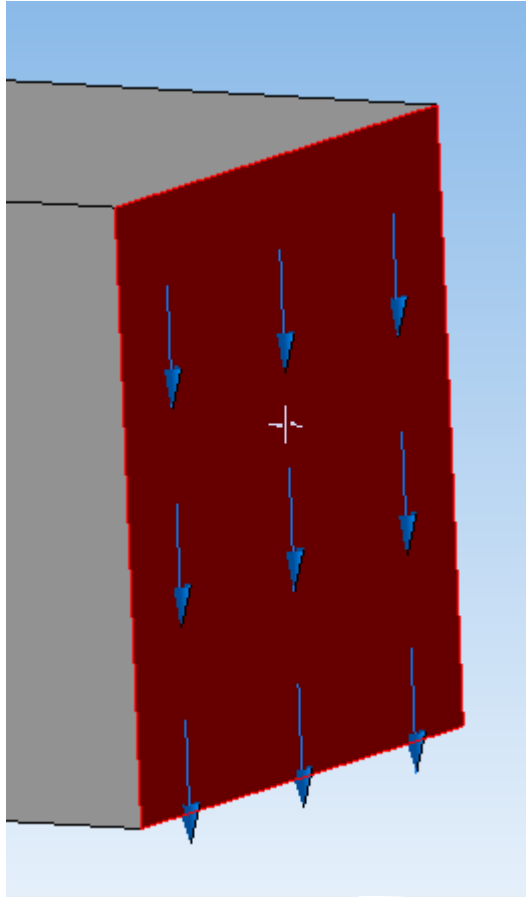
Величина вектора силы [Н] Компонента X

Направление действия распределенной силы показано на соответствующей грани.



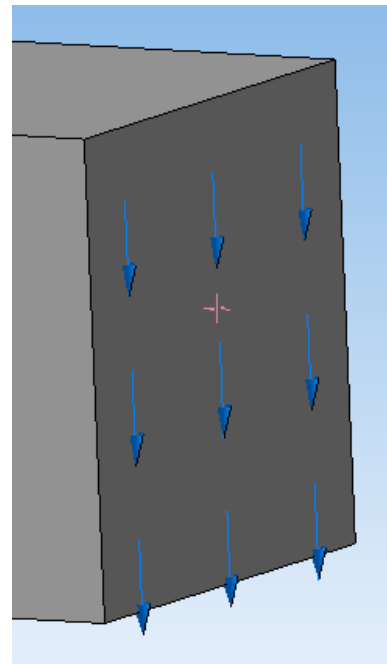
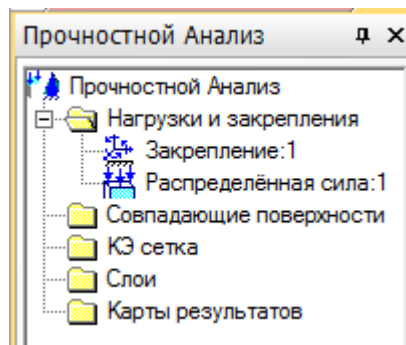
Для лучшей наглядности измените масштаб изображения с 1 до 2.

Масштаб изображения

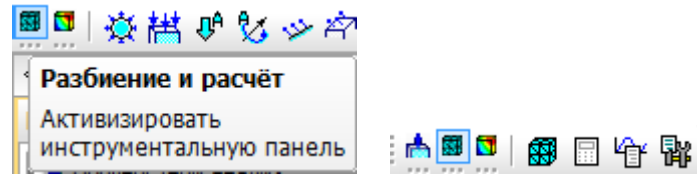


Подтвердите выполнение операции .

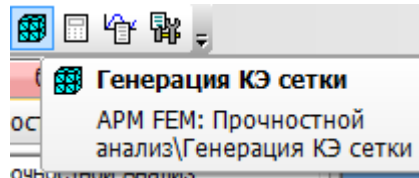
В окне Прочностной анализ – Нагрузки и закрепления появляется Распределенная сила 1.



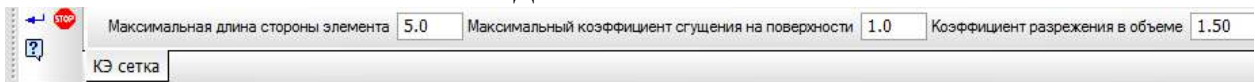
Переходим к построению сетки разбиения. Выберите команду *Разбиение и расчет*.



Выберите *Генерация конечно-элементной сетки*.

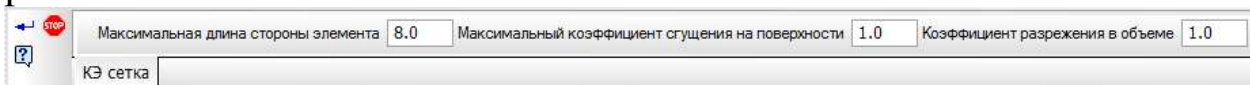


Панель свойств имеет вид.



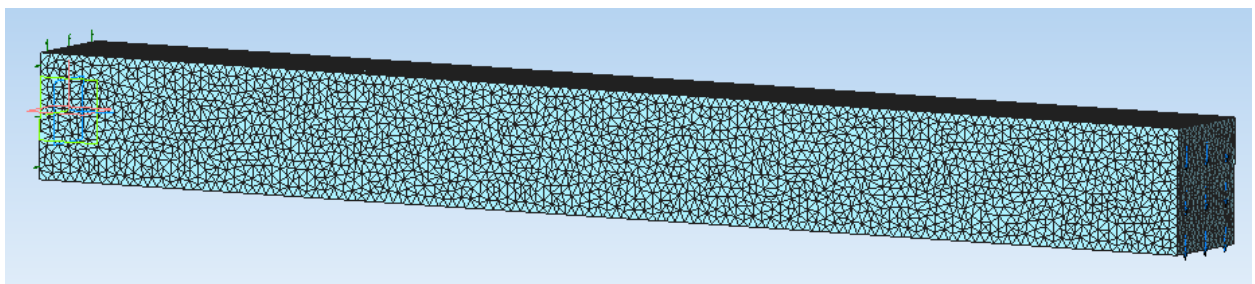
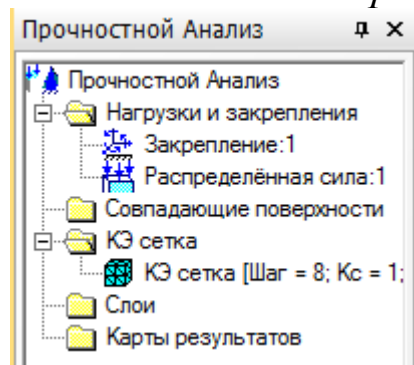
При формировании конечно-элементной сетки балка разбивается на треугольные призмы с *Максимальной длиной стороны элемента*, указываемой в соответствующем окне. Чем меньше длина элемента, тем точнее производимый расчет. Задайте длину элемента 8 мм.

Также для удобства задайте *Максимальный коэффициент сгущения на поверхности* и *Коэффициент разрежения в объеме* равными 1

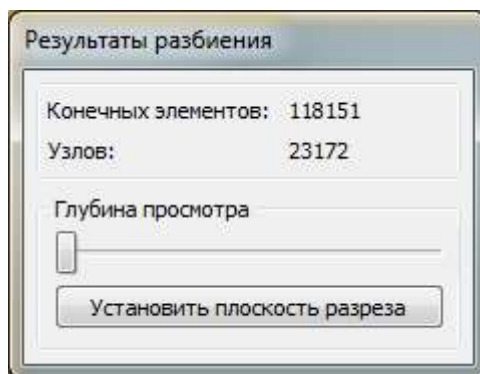


Подтвердите выполнение операции .

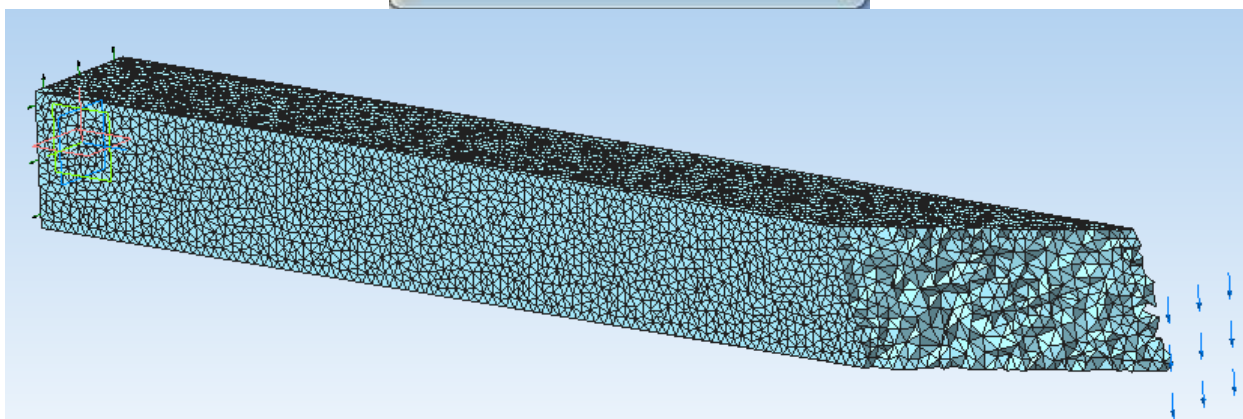
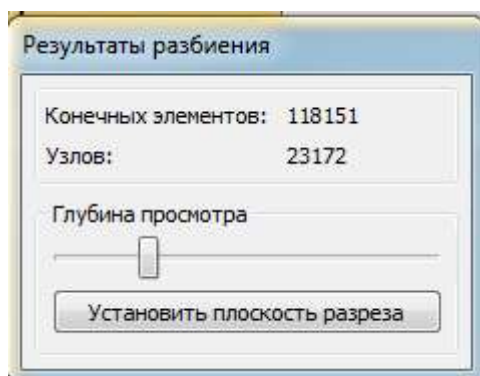
Сетка построена, что показано в окне *Прочностной анализ*.



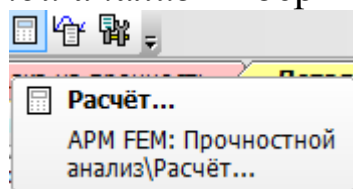
Появляется окно *Результаты разбиения*, в котором указывается число конечных элементов и узлов сетки.



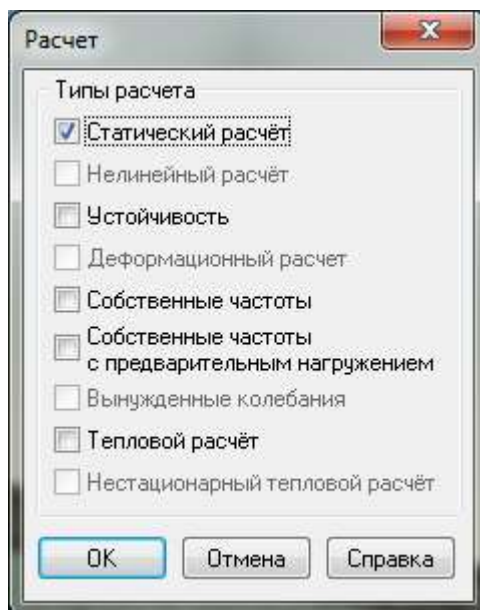
Изменять глубину просмотра можно, передвигая ползунок влево-вправо.



Верните глубину просмотра в исходное состояние.
На панели *Прочностной анализ* выберите команду *Расчет*.

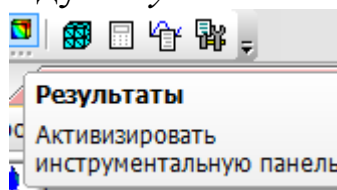


Появляется окно, в котором можно выбрать тип расчета.

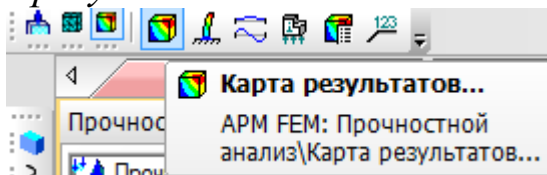


Выберите *Статический расчёт* и нажмите *OK*.

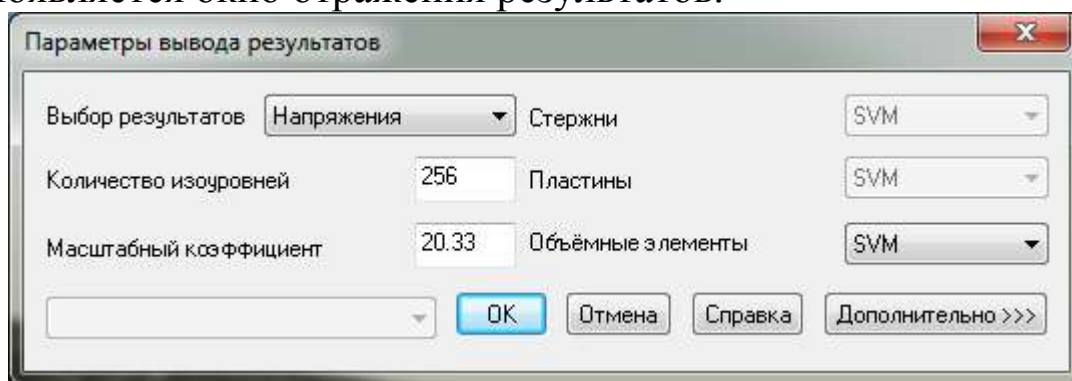
После того как расчёт будет проведен, нажмите на панели *Прочностной анализ* команду *Результаты*.



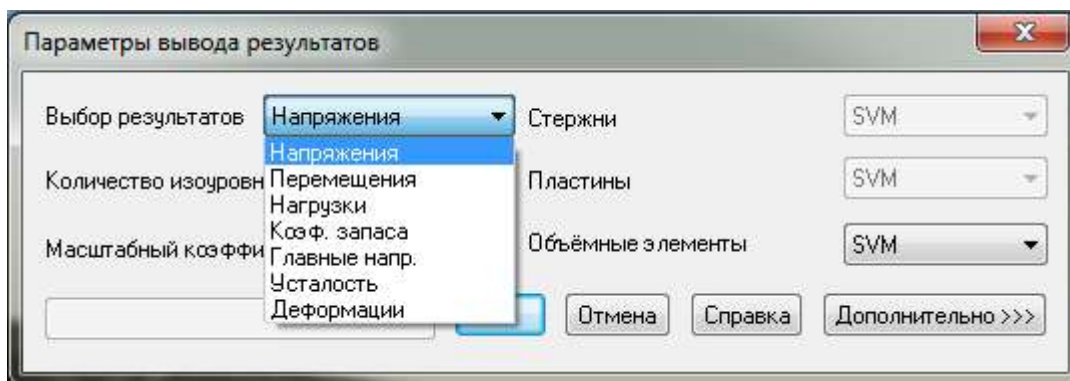
Выберите *Карта результатов*.



Появляется окно отражения результатов.



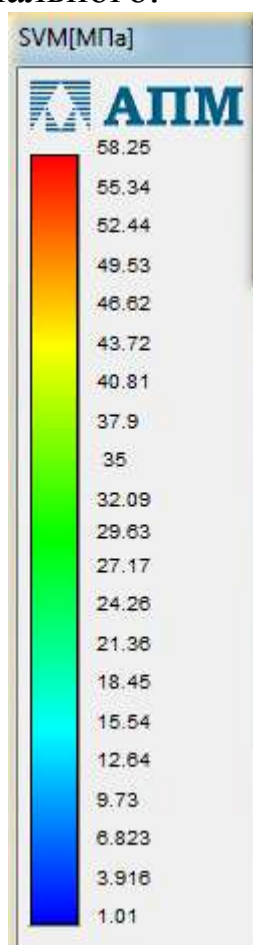
В раскрывающемся списке *Выбор результатов* можно установить требуемый результат.

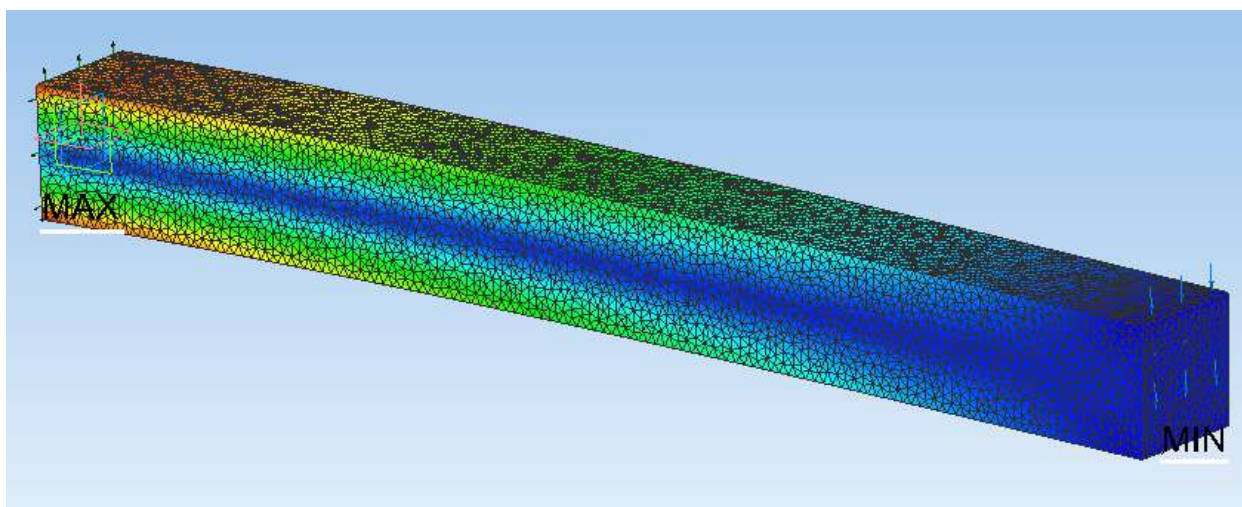


В раскрывающемся списке *Объемные элементы* можно выбрать способ отображения результата: вдоль одной из осей (SX, SY, SZ), на плоскости (SXY, SXZ, SYZ), по всему объему балки SVM.

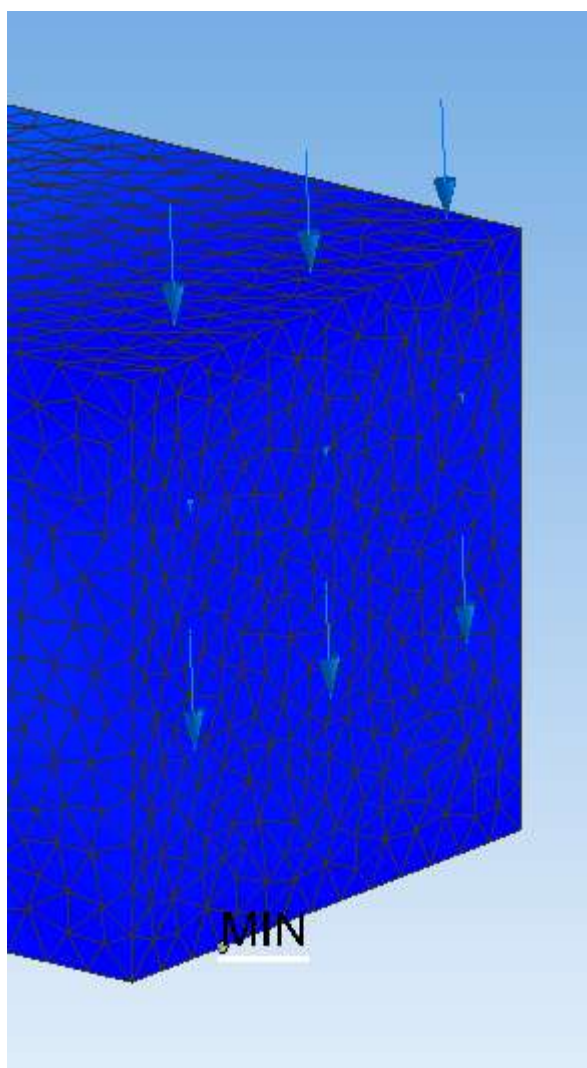


После задания всех параметров нажмите *OK*. Появляется распределение напряжений по объему балки и значения напряжений от минимального до максимального.

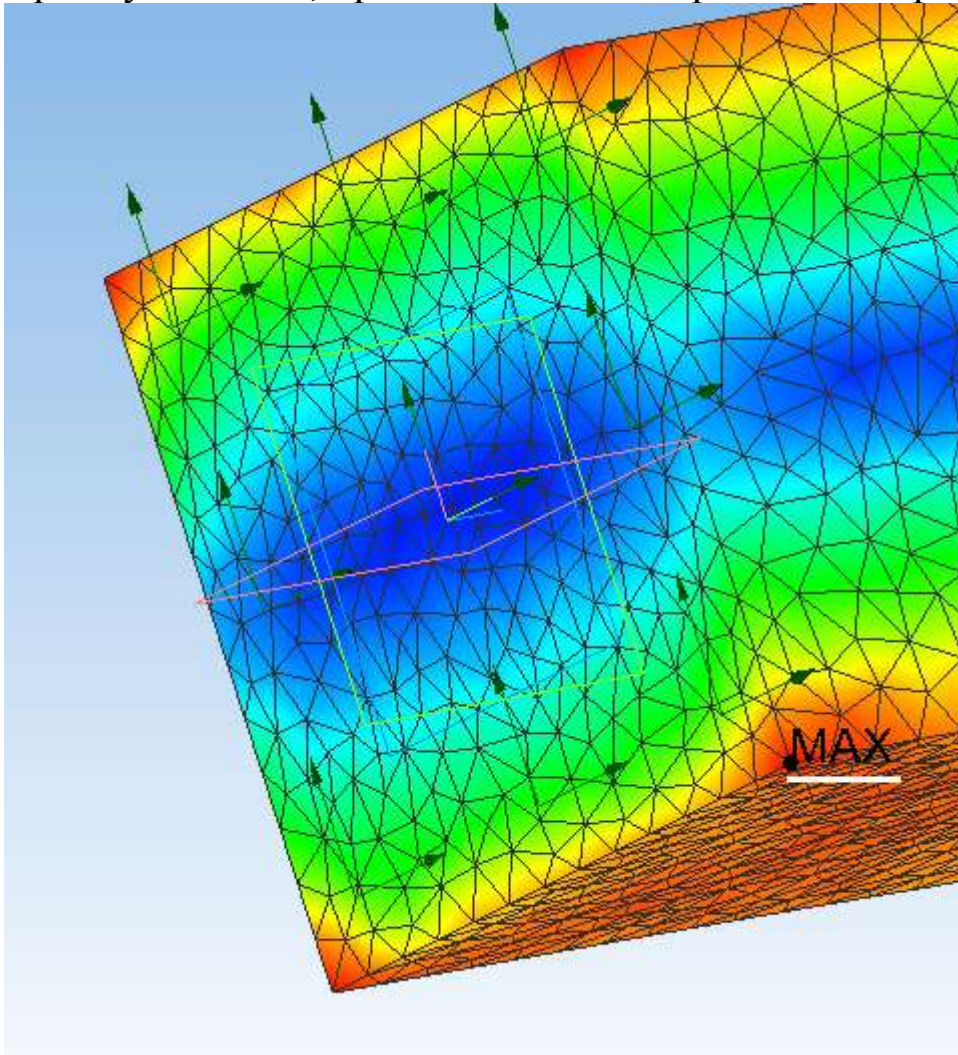




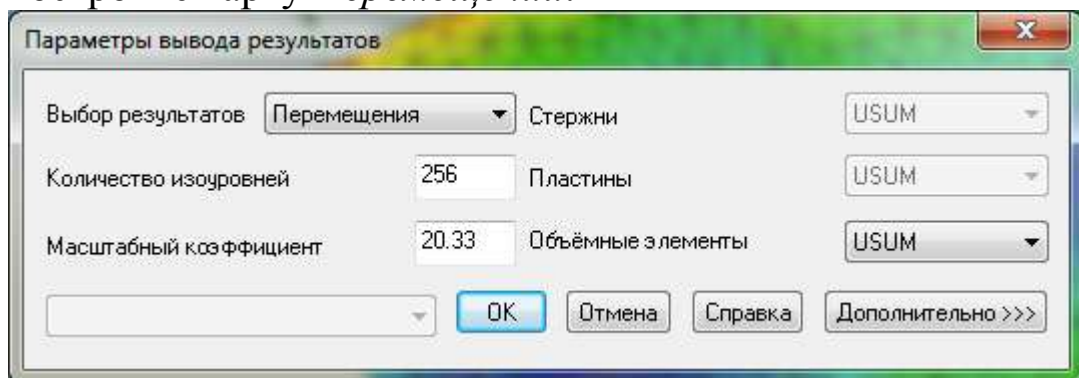
Минимальное напряжение (1,01 МПа) наблюдается в точке, расположенной на нижнем ребре грани, наиболее удаленной от точки закрепления.

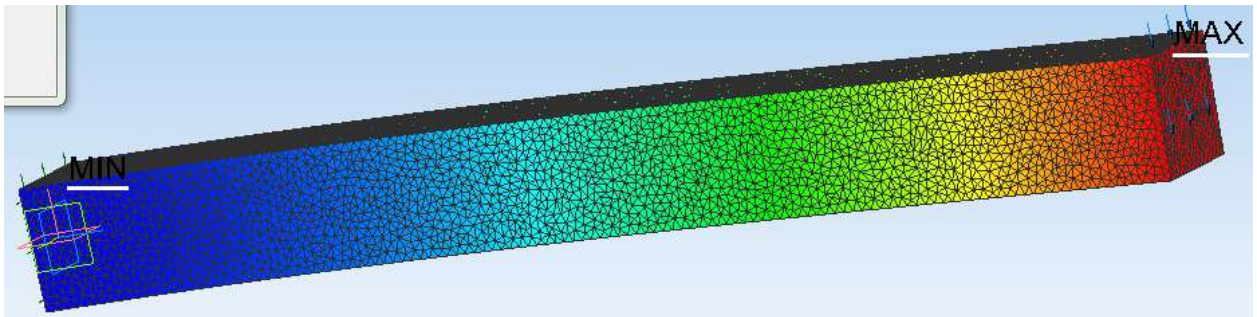
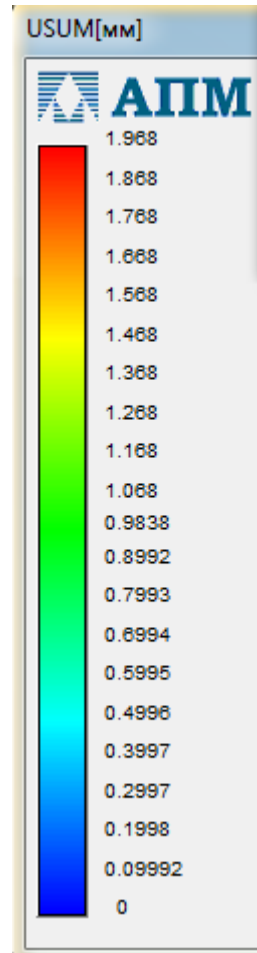


Максимальное напряжение (58,25 МПа) наблюдается в нижней вершине прямоугольника, принадлежащей закрепленной грани.

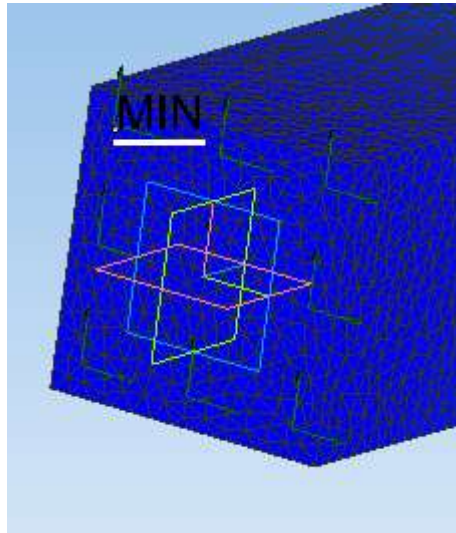


Постройте карту *Перемещений*.

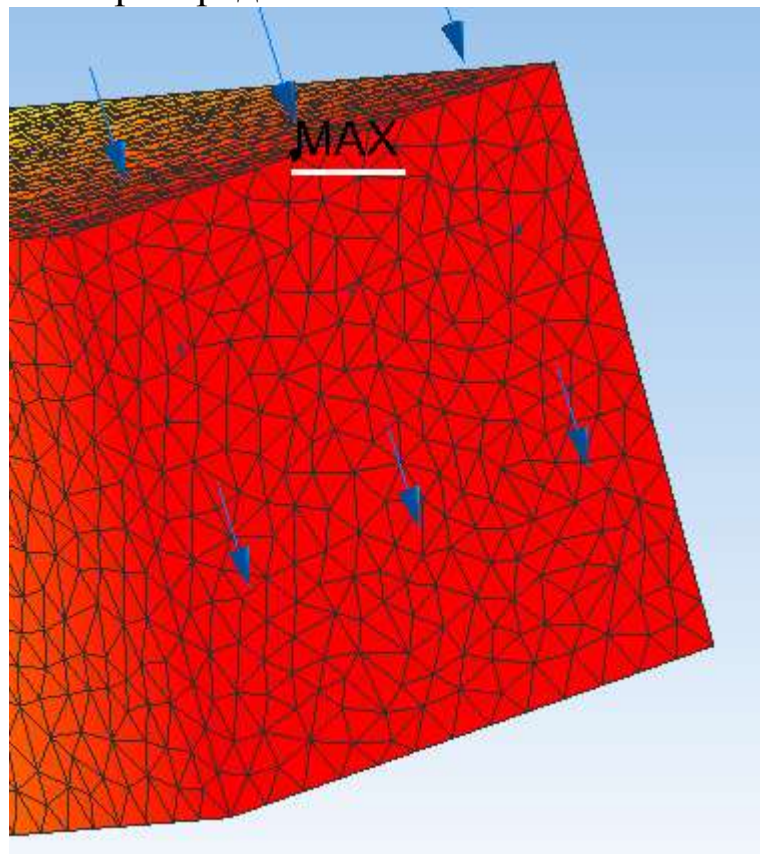




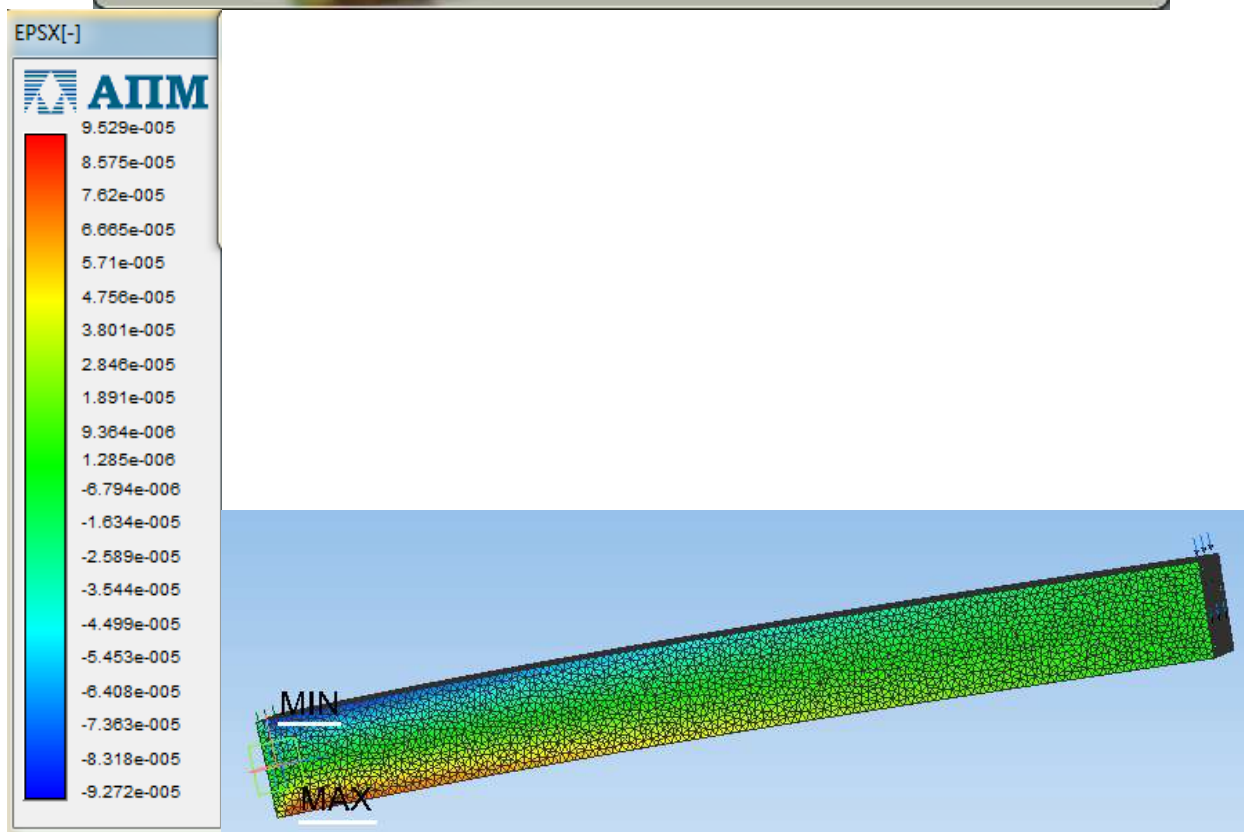
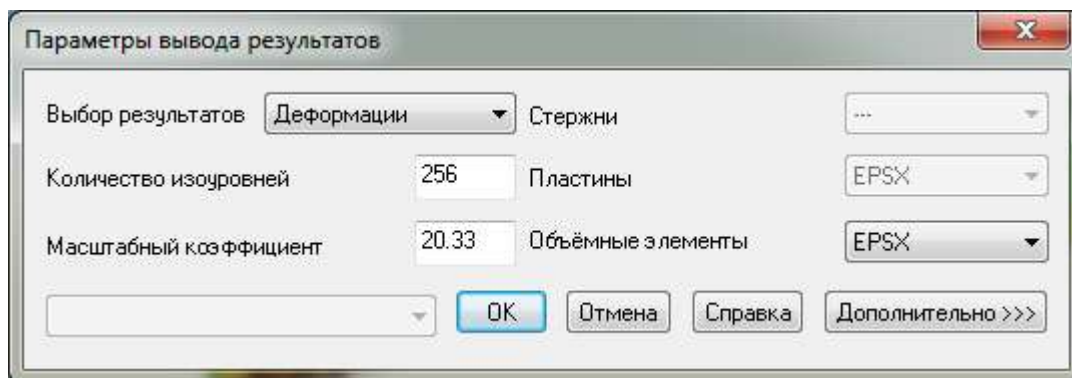
Минимальное перемещение (0 мм) у закрепленной грани,



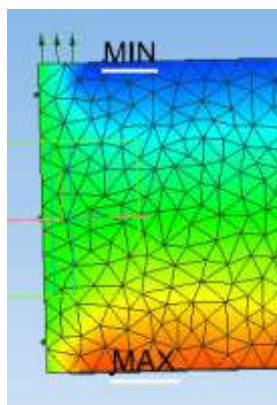
а максимальное перемещение (1,968 мм) – у верхнего ребра грани, к которой приложена распределенная сила.



Постройте карту *Деформаций*.



Минимальная деформация наблюдается в области верхней грани балки, наиболее близкой к месту закрепления, а максимальная деформация – в такой же области только нижней грани балки.



Контрольные вопросы

1. Опишите последовательность действий при построении трехмерной модели балки.
2. Какая библиотека используется для выполнения прочностных расчетов?
3. К какой грани балки прикладывается внешняя сила, как она направлена?
4. Прочностные расчеты проводятся на растяжение-сжатие, изгиб или кручение?
5. Какая грань балки фиксируется?
6. Какие карты результатов можно построить после проведения прочностных расчетов?
7. Как распределяются по балке напряжения, деформации и перемещения?

Рекомендательный список литературы

1. Большаков В.П., Бочков А.Л. Основы 3D-моделирования. – Питер. – 2012. - 304 с.
2. Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В. Инженерная и компьютерная графика. - БХВ-Петербург. – 2012. - 208 с.
3. КОМПАС 3D V15. Руководство пользователя. – АСКОН. - 2014. – 526 с.
4. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D. - ДМК-Пресс. – 2012. - 784 с.
5. Герасимов А.А. Новые возможности КОМПАС-3D V13. Самоучитель. - БХВ-Петербург. – 2011. - 288с.
6. <http://saprblog.ru>.