

# Сквозное автоматизированное проектирование электронной аппаратуры

## *Лекция 12.*

Инженерный анализ методом конечных элементов.

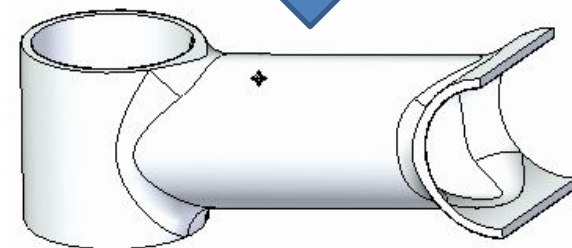
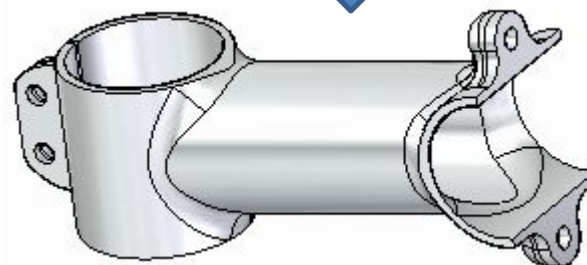
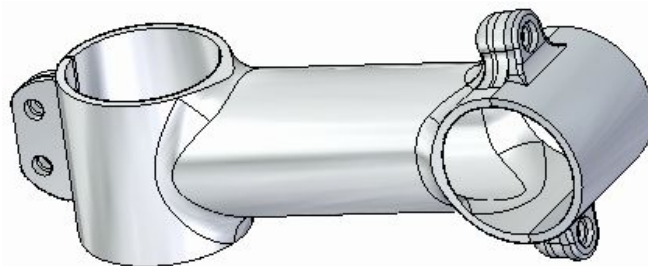
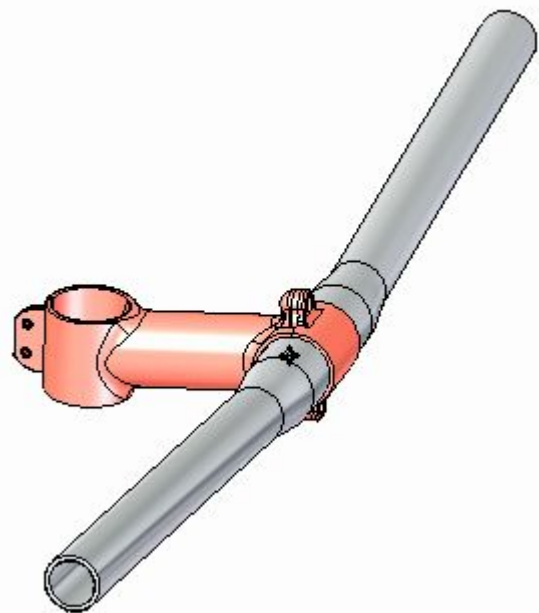
Идеализация/упрощение моделей.

Постпроцессинг. Отображение результатов анализа

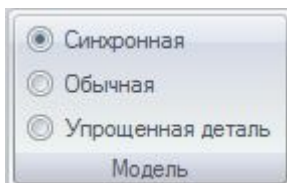
# Идеализация/упрощение моделей

Способы  
упрощения

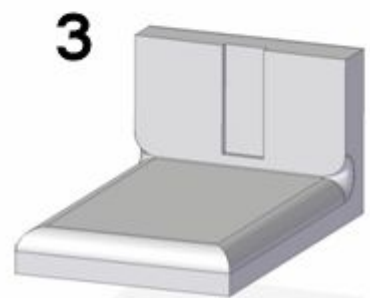
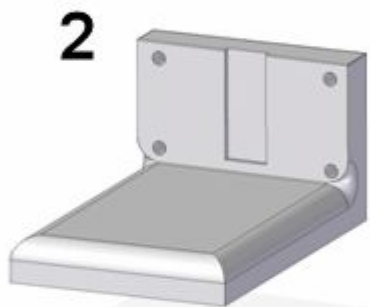
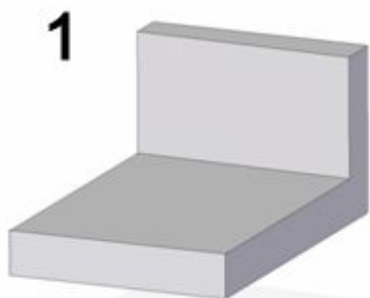
- Использование упрощенной модели детали
- Анализ части симметричной детали
- Удаление разрывов и мелких элементов
- Смещение ребер вокруг пустот, отверстий и крепежа
- Оптимизация моделей сборки



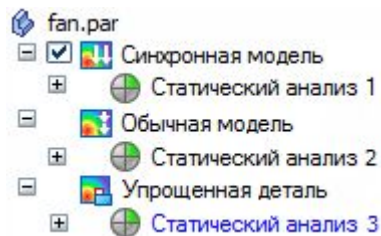
# Использование упрощенной модели детали



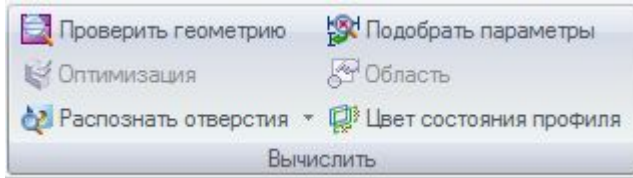
Можно создать анализ, используя синхронную (1), обычную (2) и упрощенную (3) модели. Вкладка **Сервис**, группа команд **Модель**.



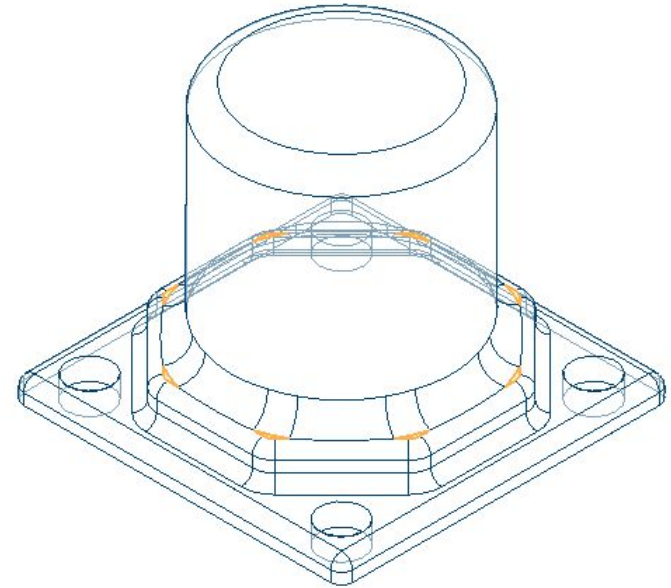
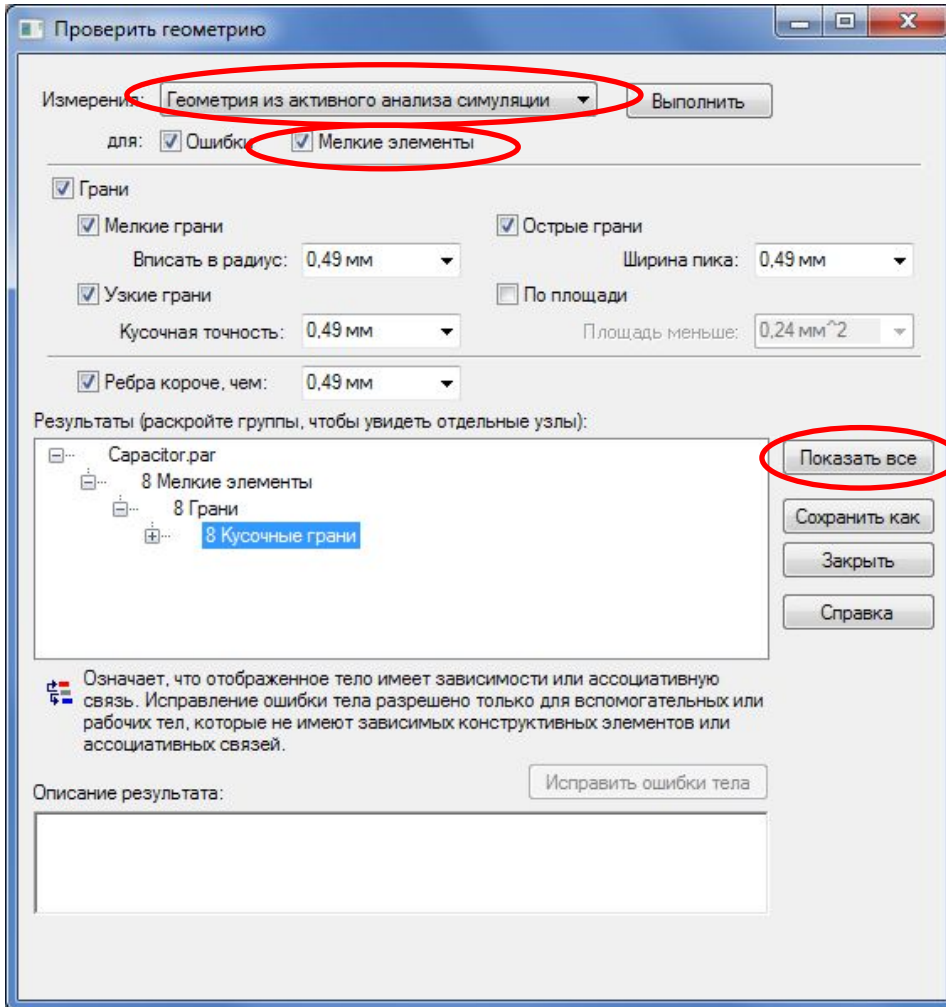
Каждое состояние модели, созданное в Навигаторе, имеет свою собственную запись в панели **Симуляция**.



# Удаление разрывов и мелких элементов




Вкладка **Измерения** → группа команд **Вычислить** → команда **Проверить геометрию** .

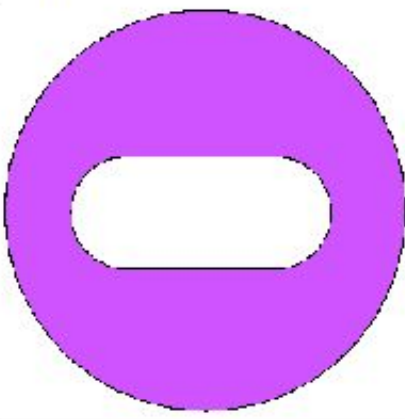
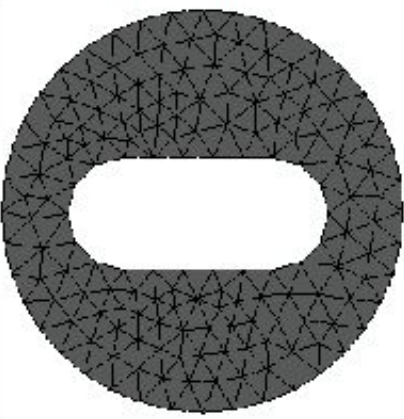
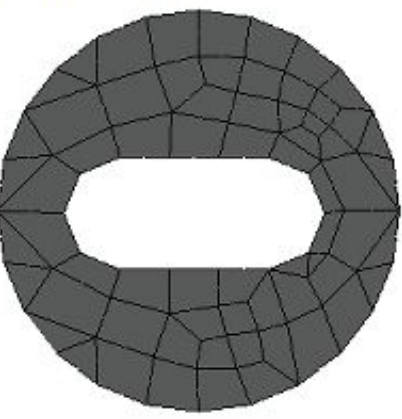
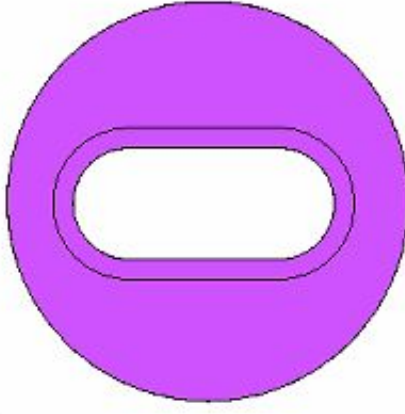
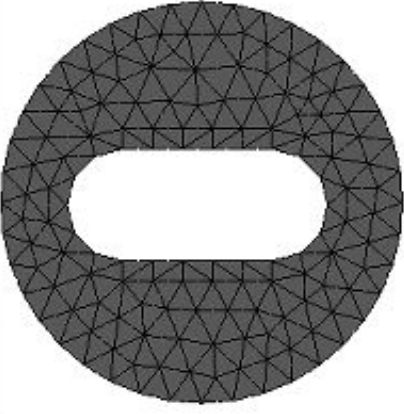
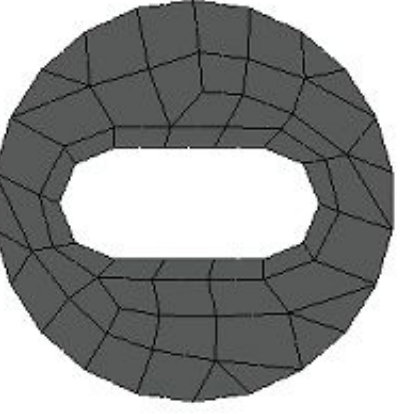


Можно упростить модель, выбрав мелкие элементы в Навигаторе и удалив их с помощью команд из контекстного меню.

Можно проверить улучшения, снова создав сетку для модели. При пересчете сетки для сборки команда **Сетка** обрабатывает только те детали, которые ранее вызвали ошибку.

# Смещение ребер вокруг пустот, отверстий и крепежа

Можно использовать вкладку **Поверхности** → группа команд **Изменить поверхности** → список **Линия силуэта** → команда **Сместить**  **бро** .

Сместить ребра?	Пустота на грани или поверхности	Стандартная сетка (тетраэдральная)	Стандартная сетка (поверхность)
Нет			
Да			

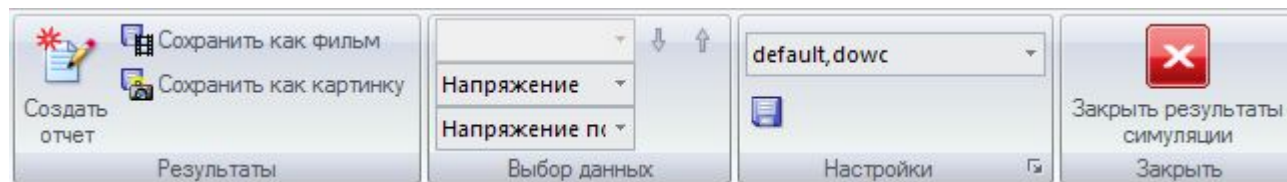
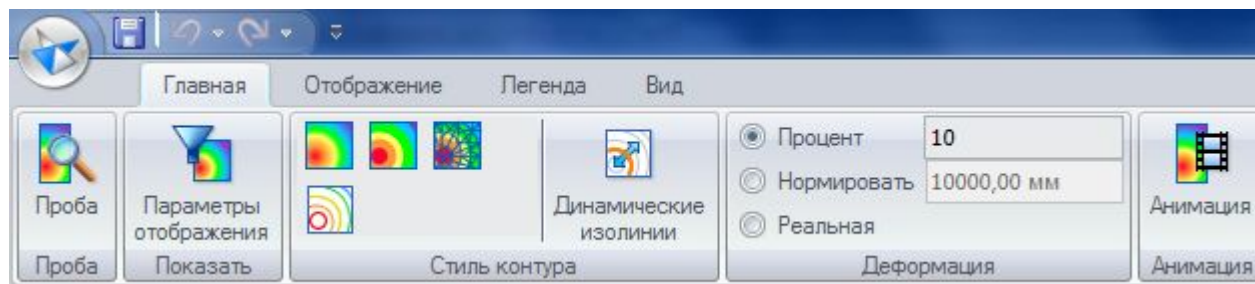
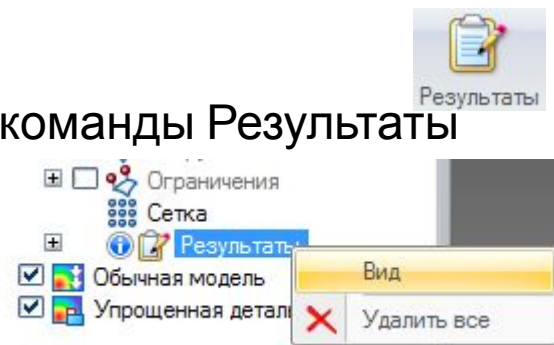
# Постпроцессинг. Отображение результатов анализа

Среда  
Результаты  
анимации

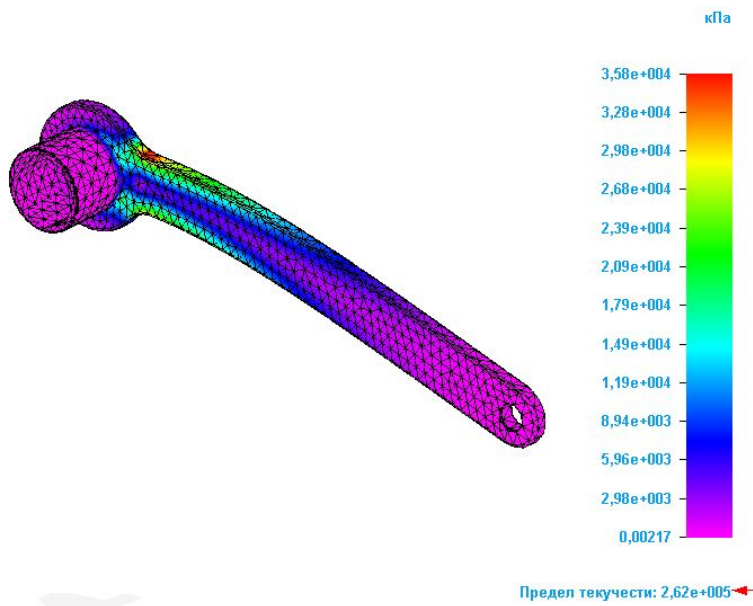
Отображается

- автоматически после успешного анализа при нажатии кнопок **Решить**  или **Сетка и решение**;

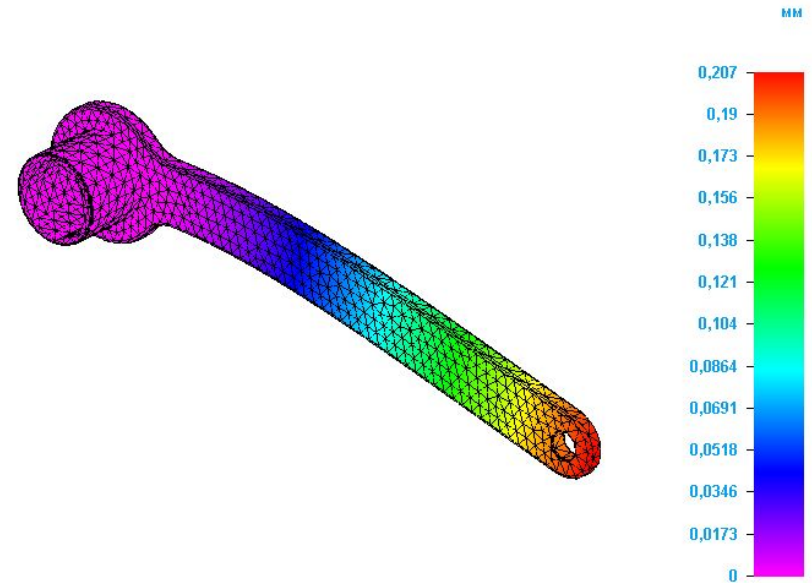
- принудительно с помощью команды **Результаты** из одноименной группы;
- по команде контекстного меню **Вид** из узла **Результаты** навигатора симуляции



# Результаты анализа. Примеры




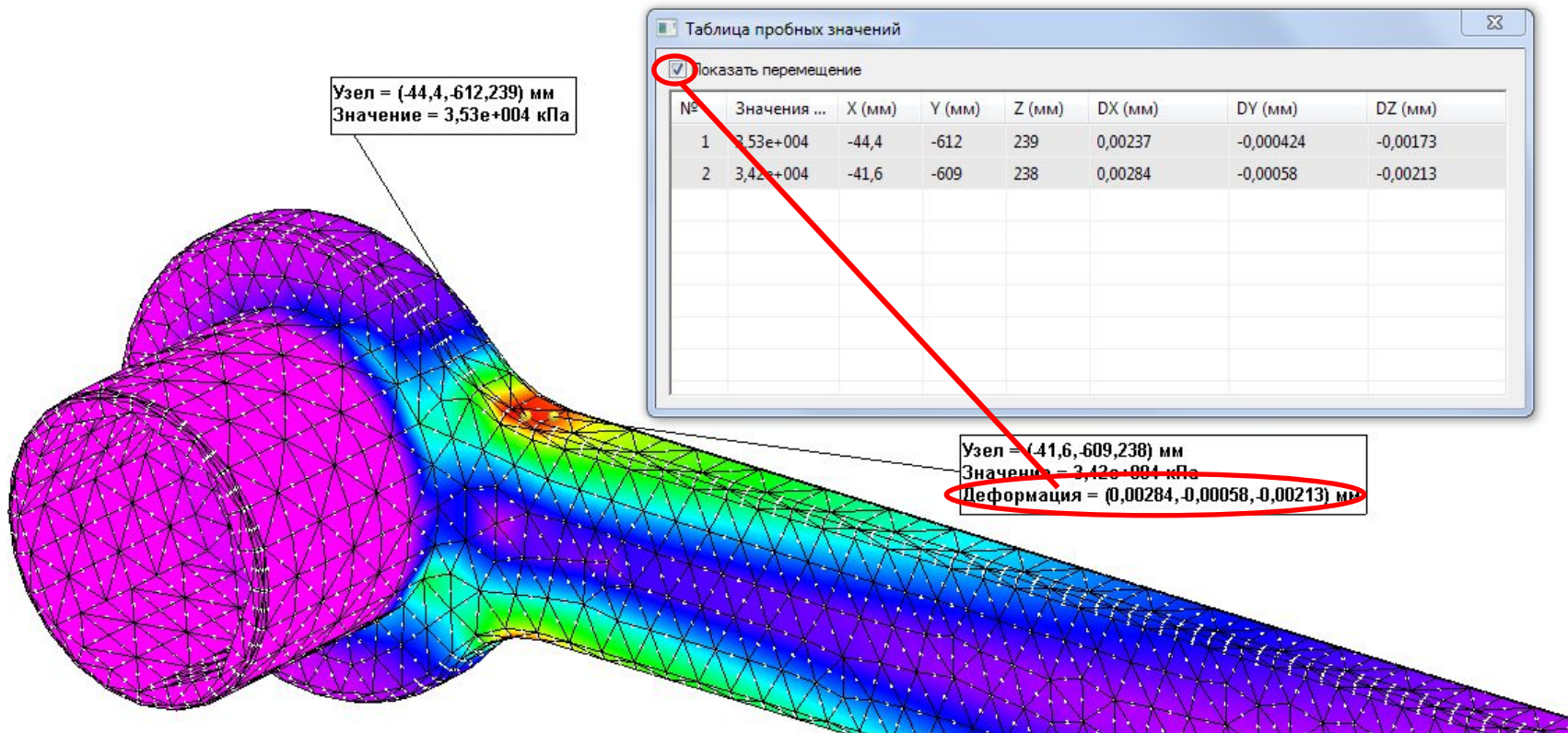
**Напряжени  
я**



**Перемещени  
я/  
Деформации**

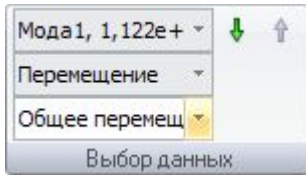
# Отображение результатов анализа для узлов

Команда Проба  из одноименной группы команд – подробные данные об отдельных узлах конечноэлементной сетки.



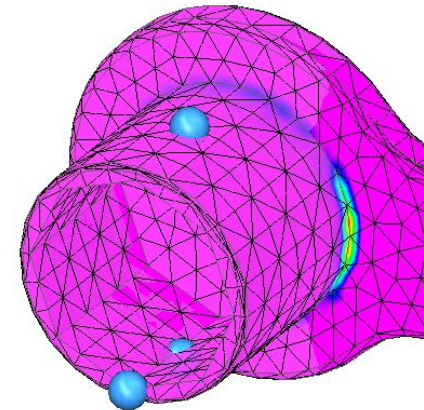
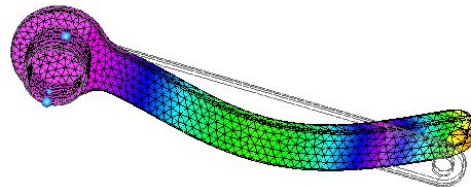
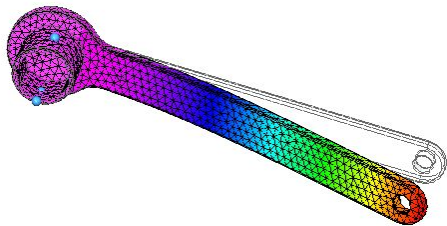
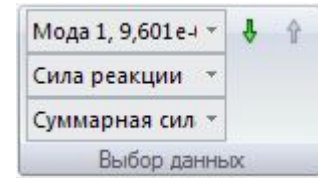
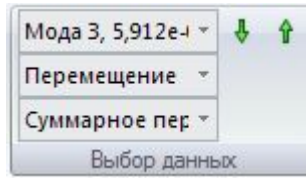
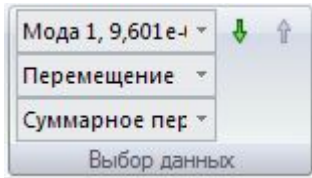


# Графики результатов. Выбор данных для отображения

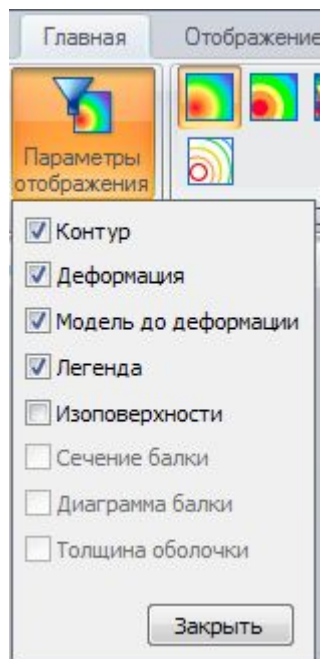


Группа **Выбор данных**

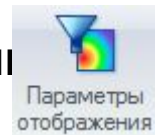
Режим результатов	Тип результатов	Компоненты результатов
Мода 1, 1,122e+ <span>↓</span> <span>↑</span> Мода 1, 1,122e+002 Гц Мода 2, 1,123e+002 Гц Мода 3, 5,418e+002 Гц Мода 4, 6,705e+002 Гц Мода 5, 7,147e+002 Гц Мода 6, 7,227e+002 Гц Мода 7, 7,516e+002 Гц Мода 8, 1,048e+003 Гц Мода 9, 2,051e+003 Гц Мода 10, 2,100e+003 Гц	Напряжение <span>↓</span> Перемещение Приложенная сила Сила ограничения Напряжение	Ван Мизес <span>↓</span> X Норм Y Норм Z Норм XY Сдвиг YZ Сдвиг ZX Сдвиг Max Глав Min Глав Int Глав Max Сдвиг Среднее Ван Мизес



# Графики результатов. Параметры отображения



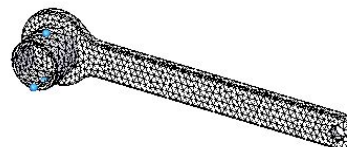
Команда **Параметры отображения**  
**Показать.**



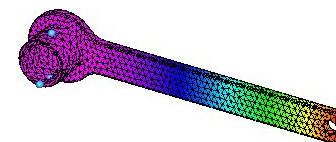
в группе

Показ результатов на модели

Контур

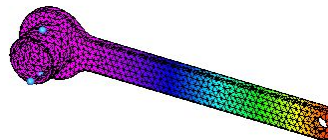


Контур

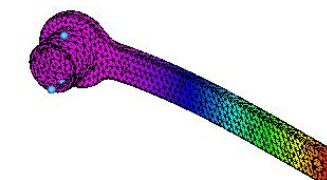


Показ модели в деформированном состоянии

Деформация

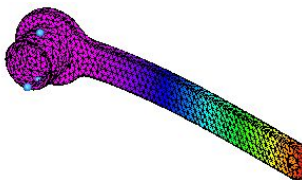


Деформация

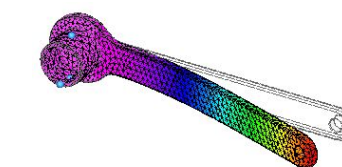


Одновременный показ исходной и деформированной модели

Модель до деформации

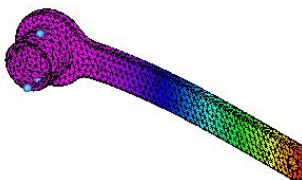


Модель до деформации

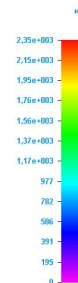
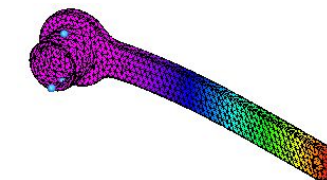


Показ легенды

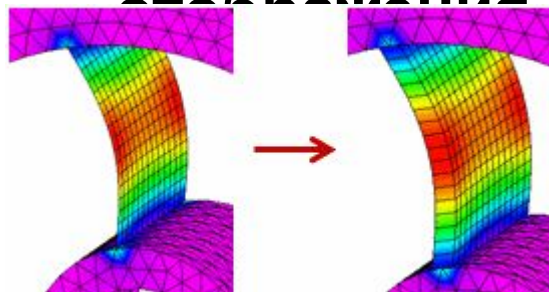
Легенда



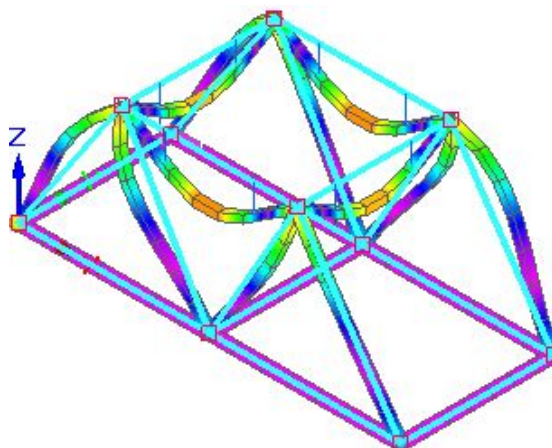
Легенда



# Графики результатов. Дополнительные параметры



Толщина оболочки



Сечение балки

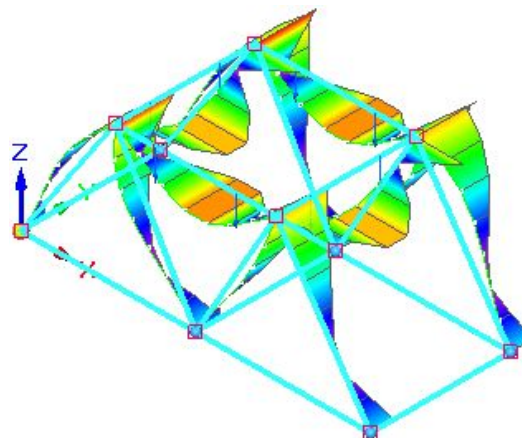
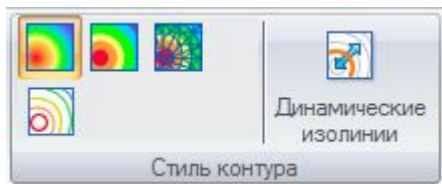


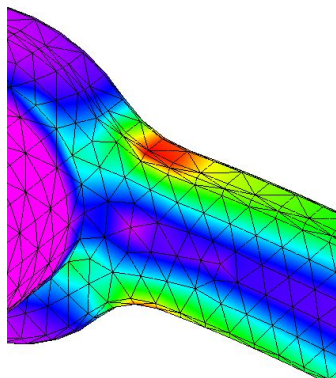
Диаграмма балки

# Графики результатов. Стили контура

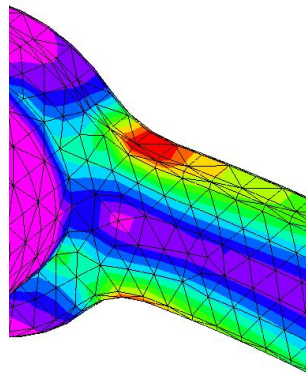


Группа **Стиль контура**.

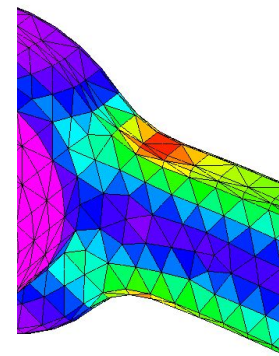
Гладкий



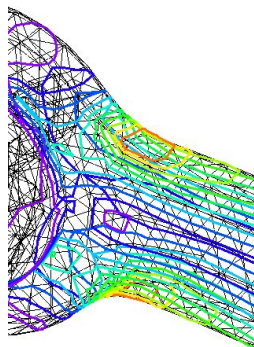
Четкий



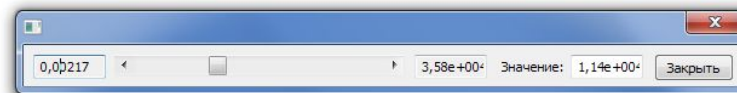
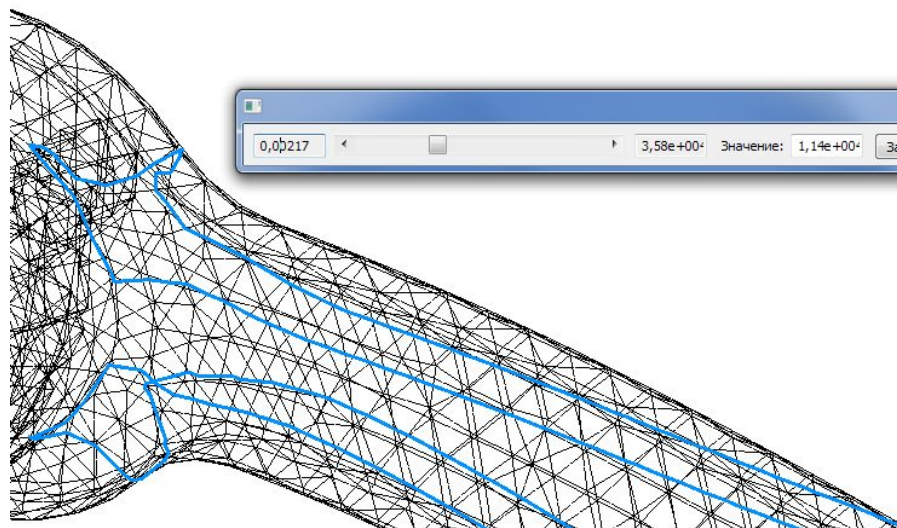
По элементам



Изолинии



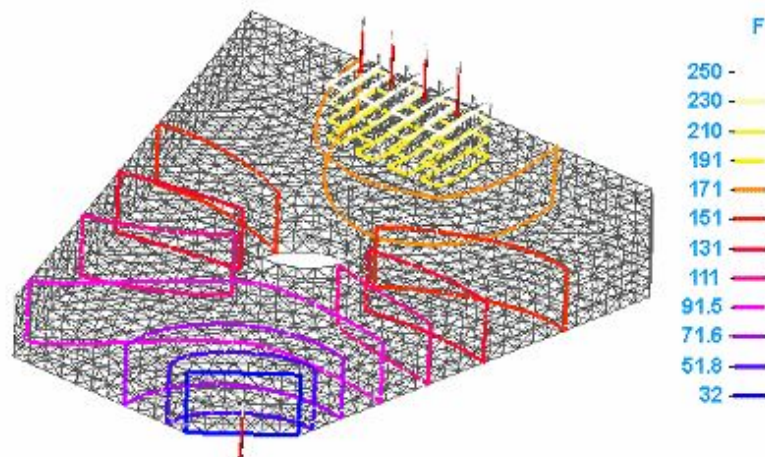
Динамические изолинии



# Графики результатов. Стили контура

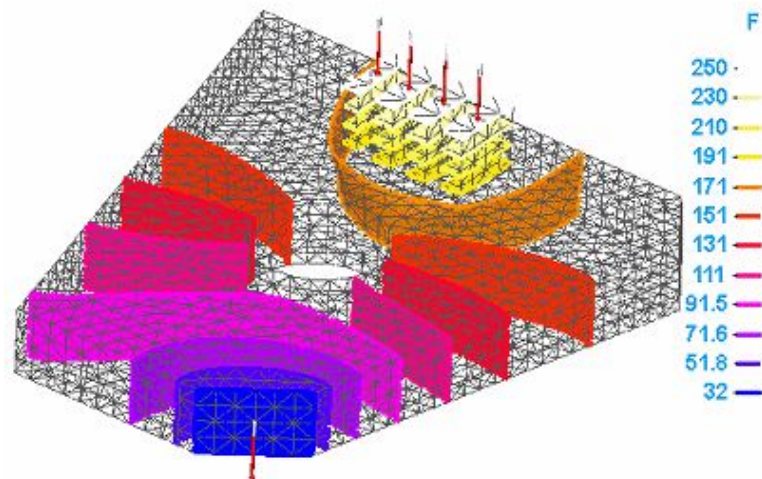
**Изолинии** – результаты распределения значений на поверхности модели

Изоповерхности

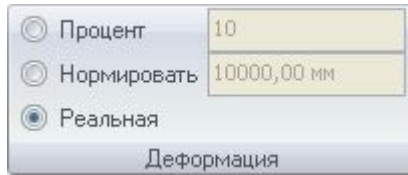


**Изоповерхности** – результаты распределения значений внутри модели

Изоповерхности

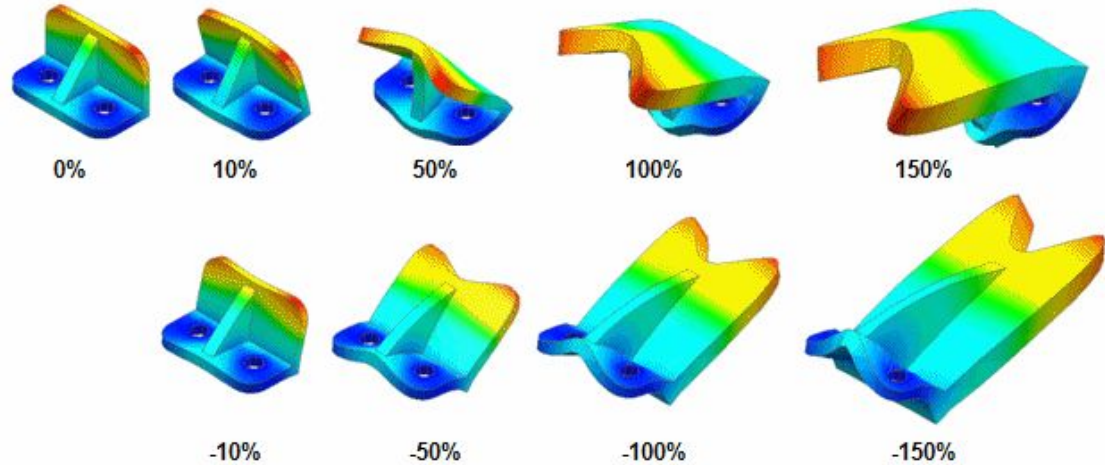


# Графики результатов. Управление деформацией модели

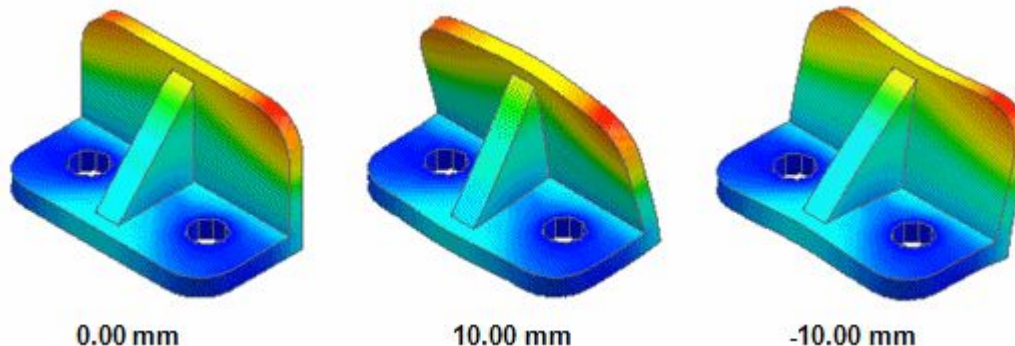


## Группа Деформация

- ❑ **Процент** – отображает относительную деформацию модели, где максимальная деформация масштабируется относительно заданного процента размера модели.



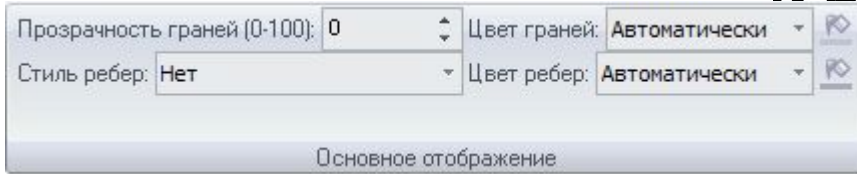
- ❑ **Нормировать** – отображает относительную деформацию модели, где максимальная деформация определяется заданным значением, а остальное соотв. масштабируется



- ❑ **Реальная** – отображает реальную деформацию в единицах модели.

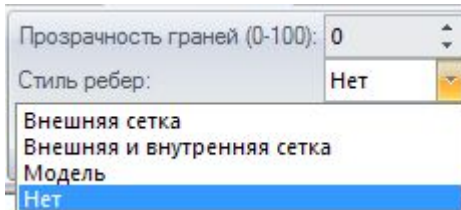
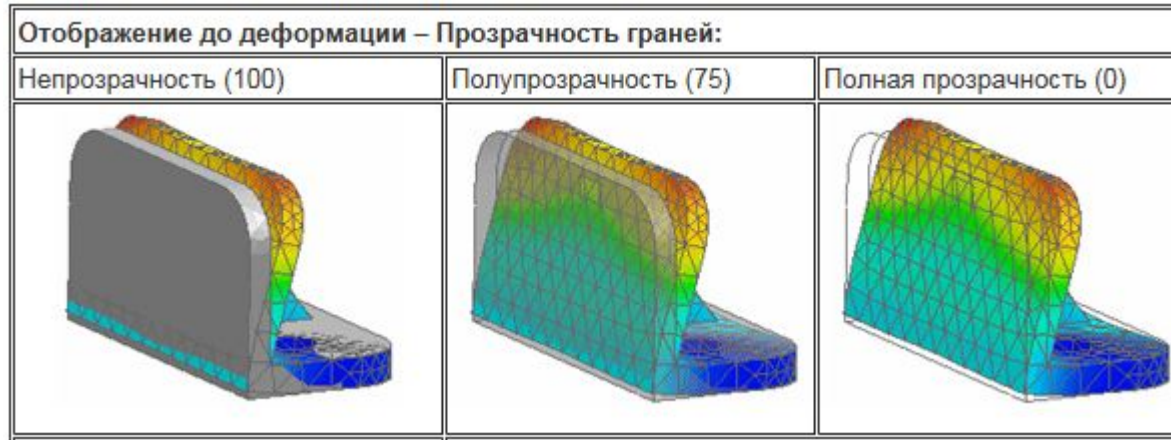
# Графики результатов. Настройка отображения граней

## Ребер



Обеспечивают идентичные, но независимые элементы управления для основного и недеформированного состояний модели.

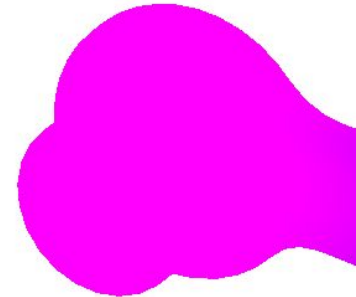
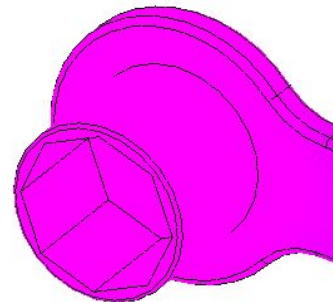
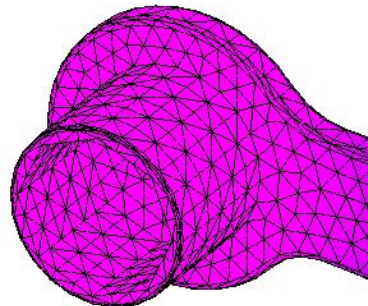
Вкладка **Отображение**, группы **Основное отображение/Отображение до деформации**



Внешняя сетка

Модель

Нет



# Графики результатов. Настройка отображения граней и ребер

## Цвет граней

Прозрачность граней (0-100):	0	Цвет граней:	Один цвет
Стиль ребер:	Нет	Цвет ребер:	Автоматически

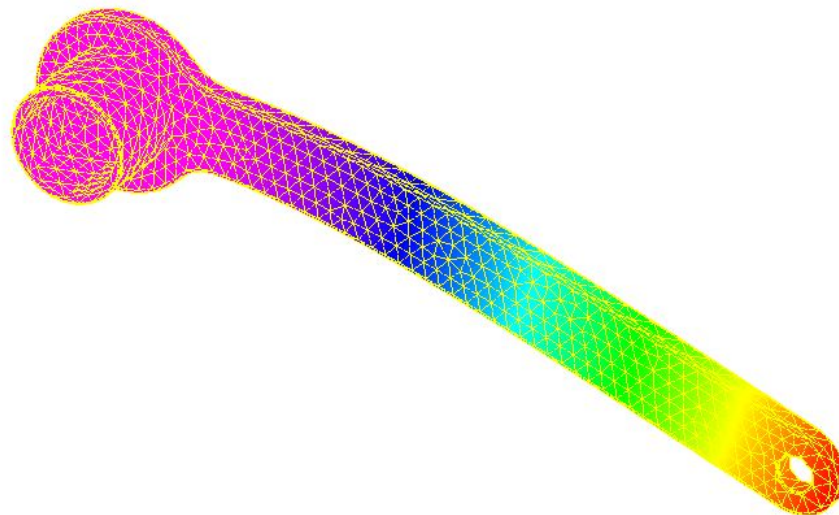
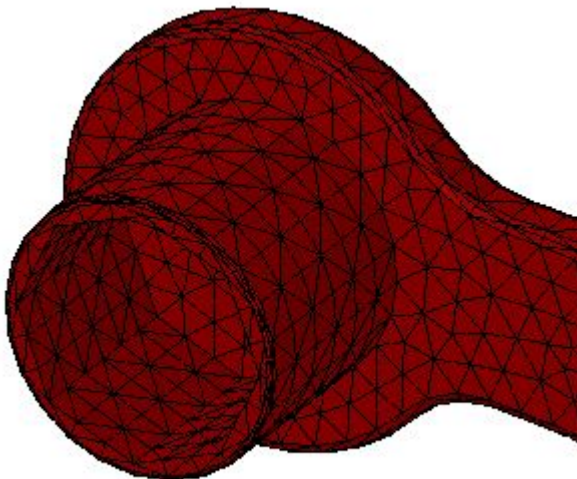
Основное отображение

## Цвет ребер

Прозрачность граней (0-100):	0	Цвет граней:	Один цвет
Стиль ребер:	Внешняя	Цвет ребер:	Один цвет

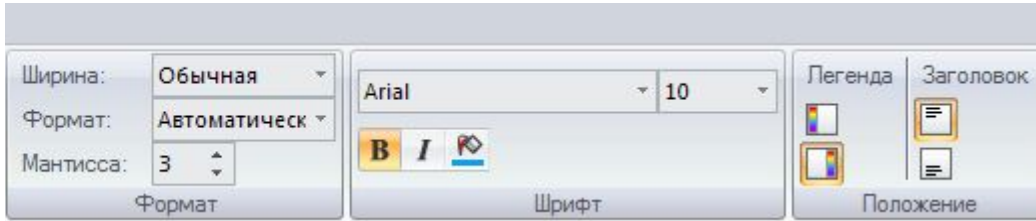
Основное отображение

Контур

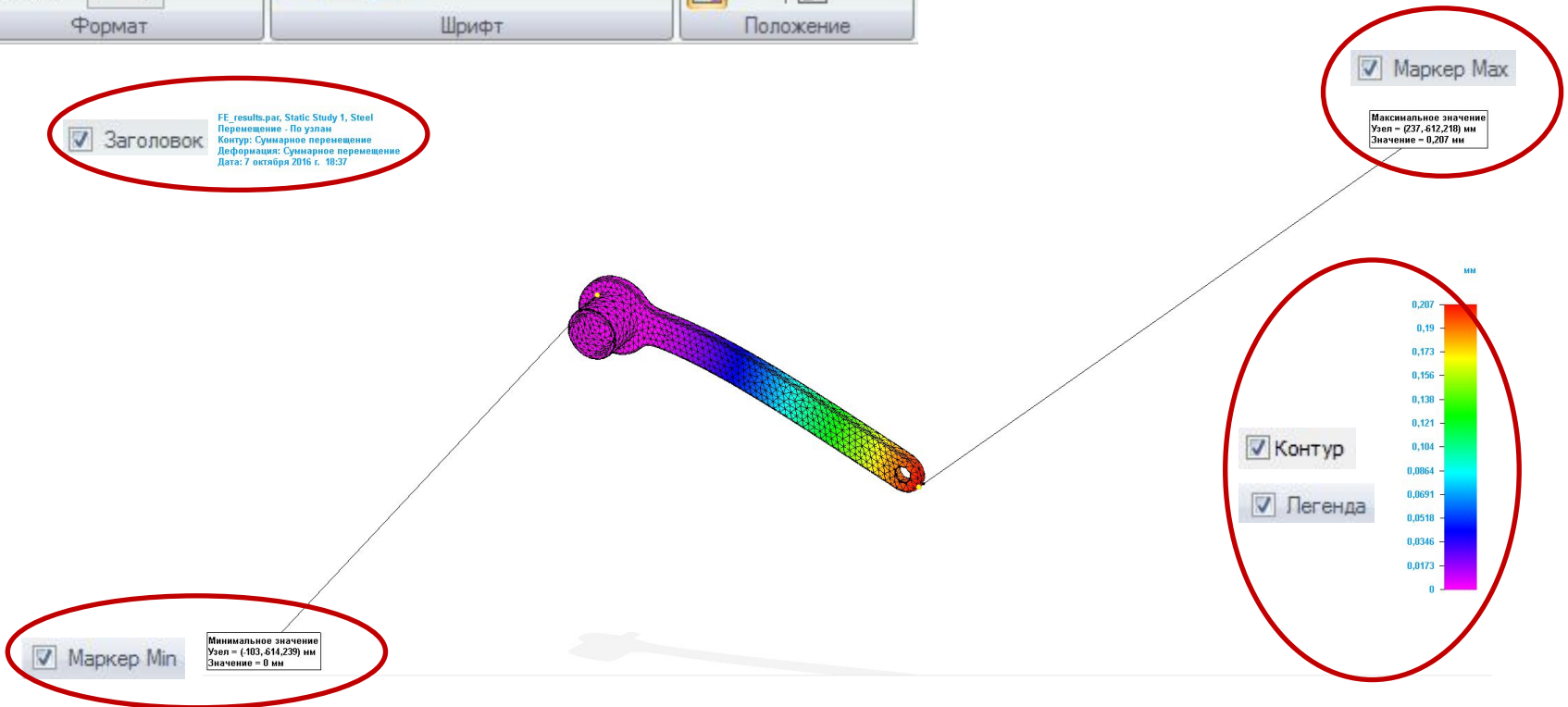




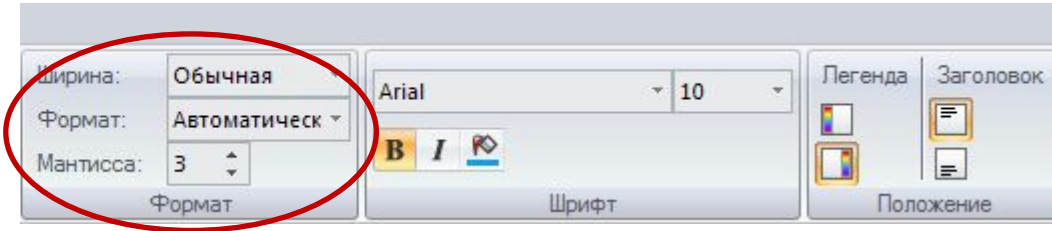
# Графики результатов. Настройка легенды



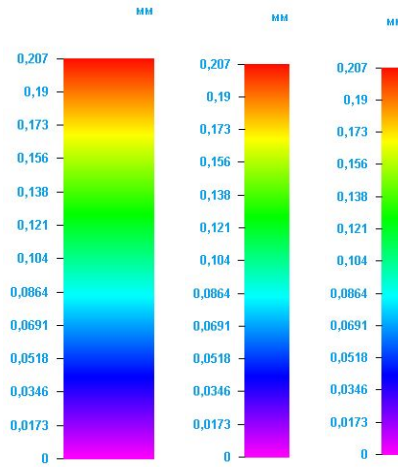
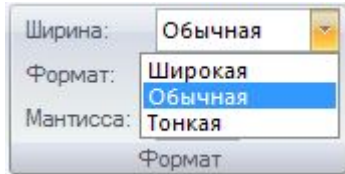
## Вкладка Легенда



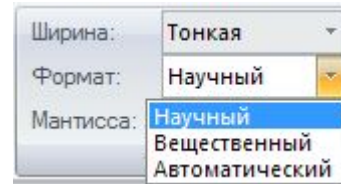
# Графики результатов. Настройка легенды



## Ширина



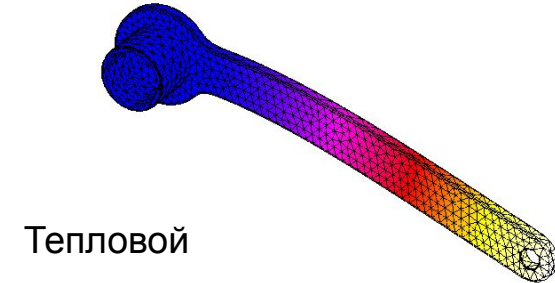
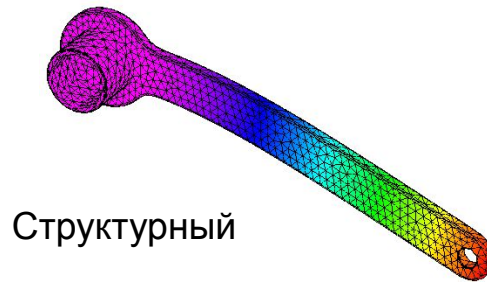
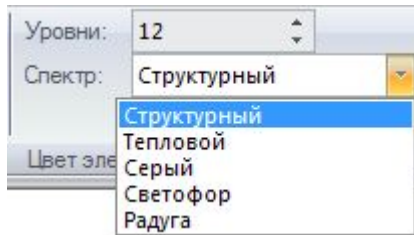
## Формат чисел



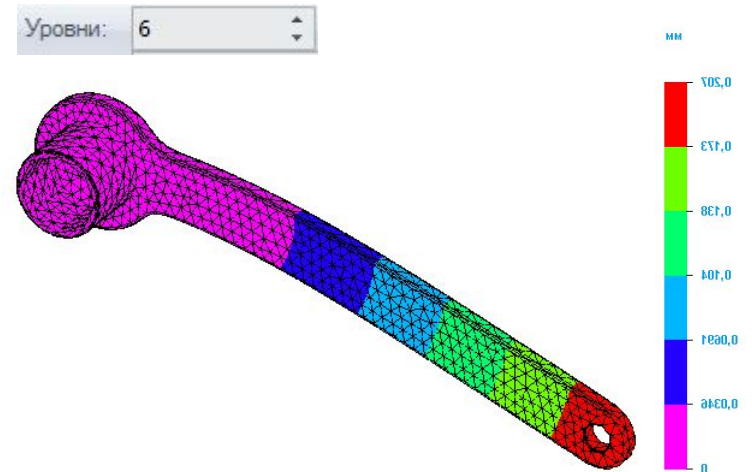
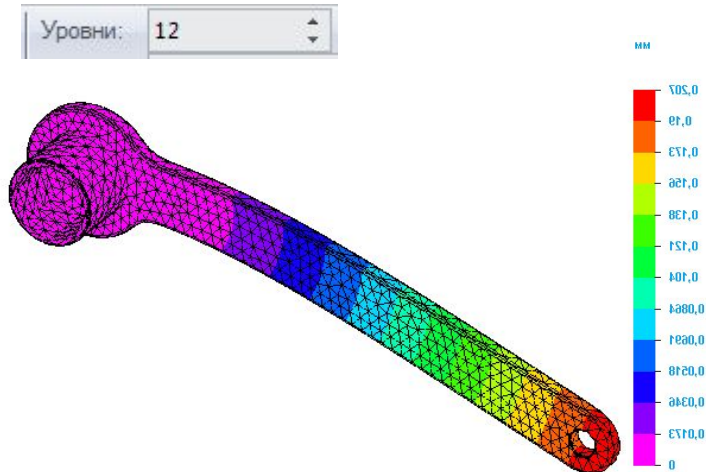
# Графики результатов. Настройка легенды



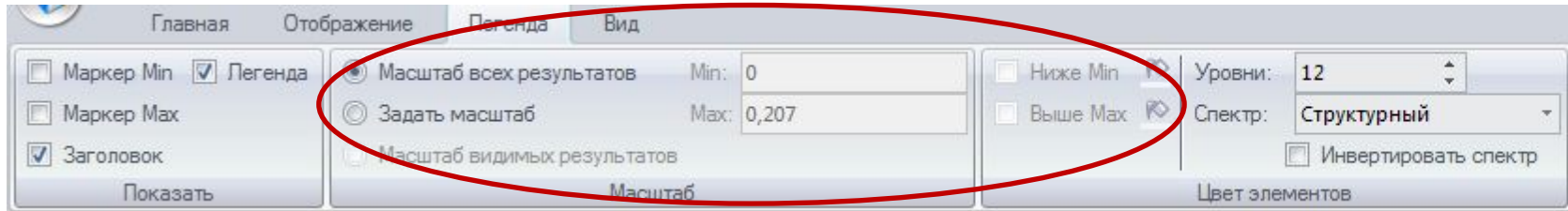
## Спектр



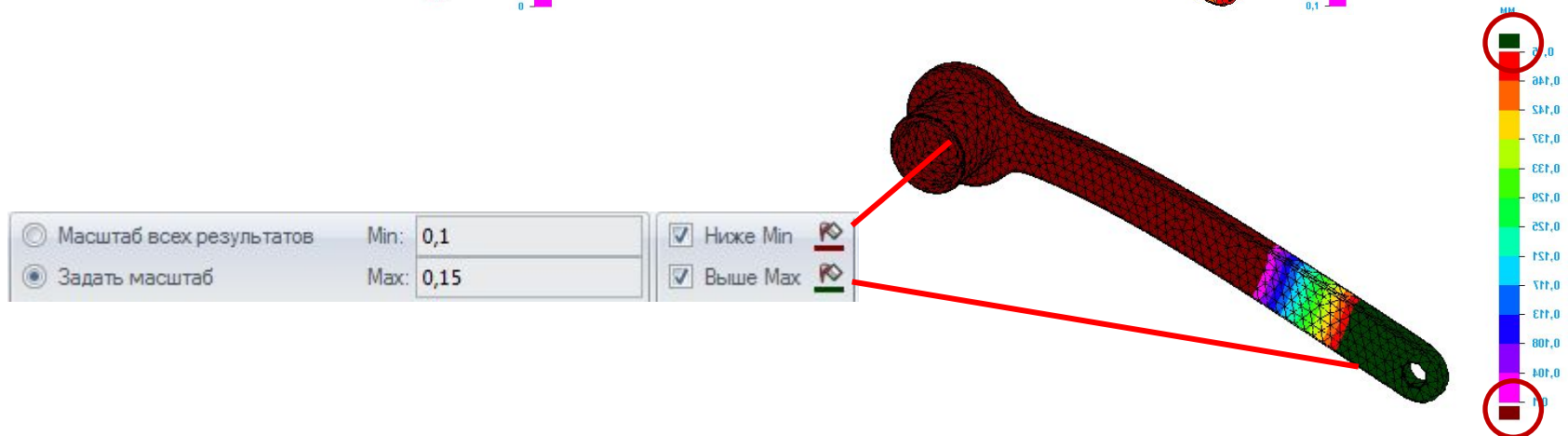
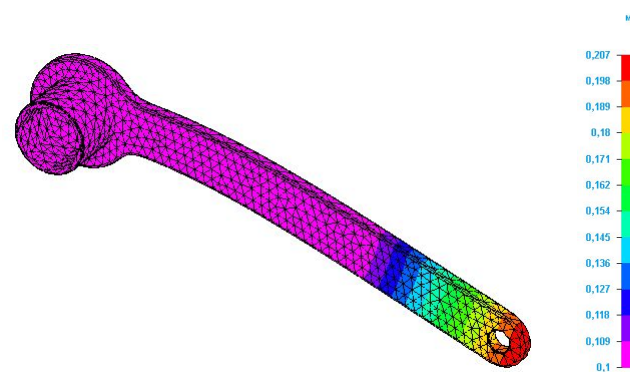
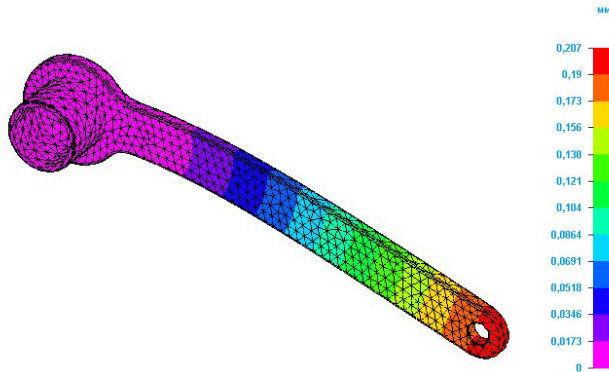
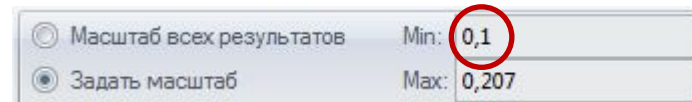
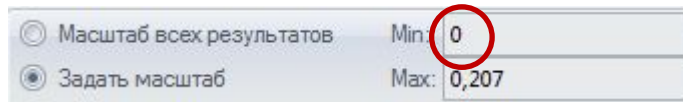
## Уровни



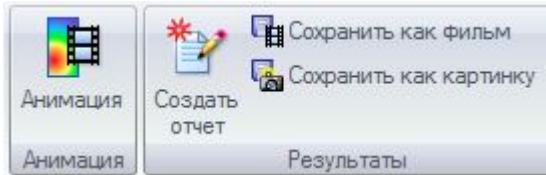
# Графики результатов. Настройка легенды



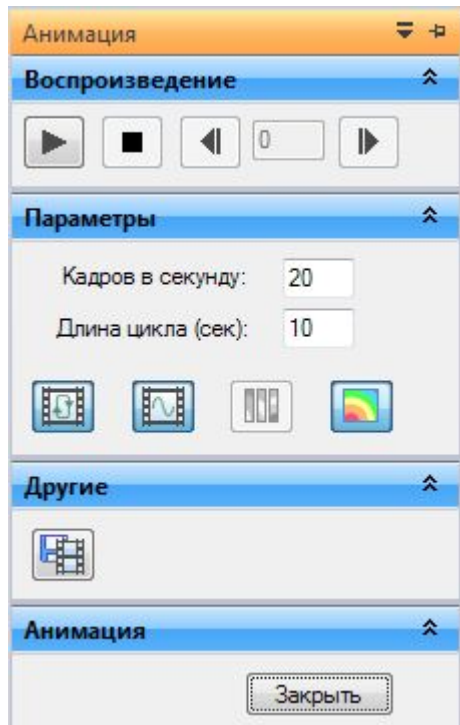
## Задать масштаб



# Графики результатов. Анимация и результаты



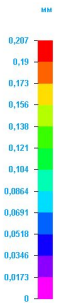
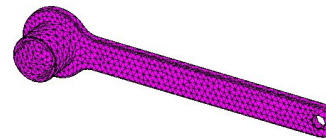
## Вкладка Главная, группы Анимация и Результаты



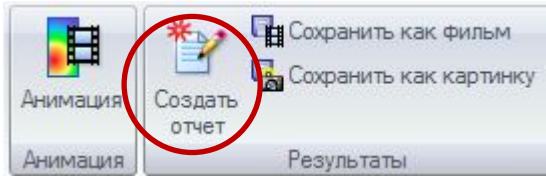
Сохранить как фильм – \*.avi

Сохранить как картинку – \*.bmp, \*.tiff, \*.jpeg

F:\\_result\res. Static Study 1, Steel  
Перемещение - По узлам  
Контур: Суммарное перемещение  
Деформация: Суммарное перемещение  
Дата: 7 октября 2016 г. 19:32



# Графики результатов. Отчеты



Вкладка Главная, группа  
Результаты

Создать отчет

Название отчета:  
Отчет о симуляции

Автор:  
Mario

Предприятие:

Дата:  
7 октября 2016 г.

Картинка  
Обзор...

Введение:

Заключение:

Расположение отчета:  
C:\Users\Mario\AppData\Local\Temp\  
Обзор...

Формат документа:  
 Веб-страница (.html)  
 Word 97-2003 (.doc)  
 Word 2007 (.docx)

Создать отчет Отмена

## Отчет о симуляции

Предприятие

Автор  
Mario

Дата  
7 октября 2016 г.

Используемая программа  
Solid Edge ST(106.00.00.100 x64)  
Femap (11.01)

Используемый решатель  
NX Nastran (8.5)

### Содержание

- [1. Введение](#)
- [2. Информация о модели](#)
- [3. Атрибуты анализа](#)
- [4. Геометрия анализа](#)
- [5. Свойства материала](#)
- [6. Переопределение свойств](#)
- [7. Нагрузки](#)
- [8. Ограничения](#)
- [9. Информация о сетке](#)

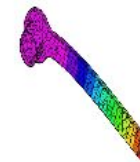
## 10. Результаты

### 10.1 Результаты перемещений

#### Компонент результатов: Общее перемещение

Диапазон	Значение	X	Y	Z
<b>Минимум</b>	0 мм	-102,873 мм	-613,584 мм	238,596 мм
<b>Максимум</b>	0,207 мм	236,839 мм	-611,584 мм	217,879 мм

Общее перемещение  
Максимум: 0,207 мм  
Минимум: 0 мм



Общее перемещение