

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет
имени В. И. Ленина»**

Кафедра теоретической и прикладной механики

Прочностной расчет винтового соединения эндопротеза тазобедренного сустава

Выполнила: студентка гр.4-33

Суркова П.В.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., доцент

Маслов Л.Б.

Иваново 2018

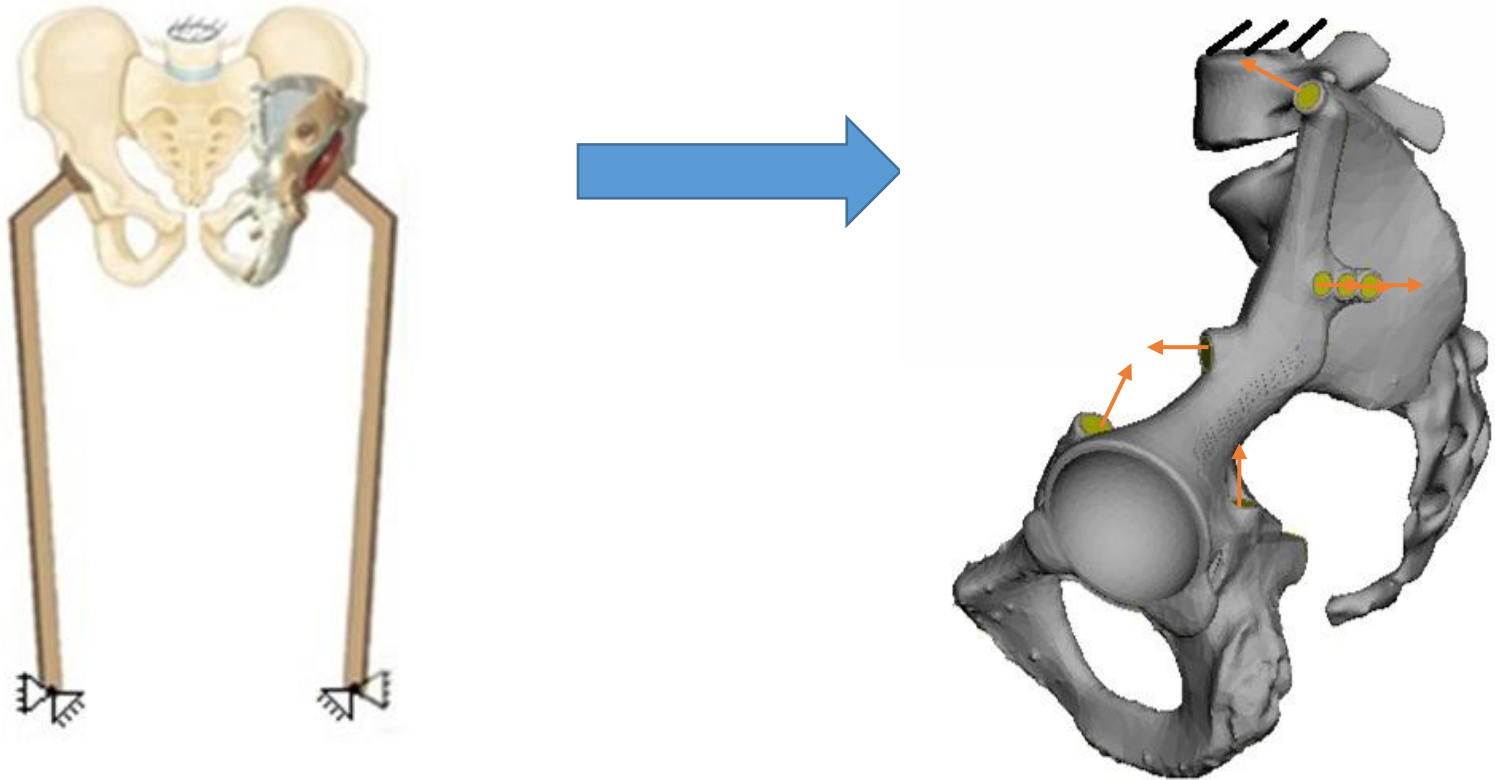
Цель работы:

Исследование напряженно-деформированного состояния винтового соединения системы «скелет-эндопротез», подбор силы затяга винтов, не приводящей к разрушению костной ткани.

Задачи работы:

- Создание геометрических компьютерных моделей винтов в программном комплексе SolidWorks, геометрических моделей вкладыша, головки эндопротеза и упрощенной модели ноги в программном комплексе ABAQUS
- Подготовка отверстий для винтов в компьютерных моделях костей таза
- Создание конечно-элементной сетки моделей костей таза с учетом кортикального слоя в программном комплексе ANSA
- Создание сборки модели в программном комплексе ABAQUS
- Проведение расчетов на прочность при действующей нагрузке в виде затяжки винтов

Постановка расчетной задачи



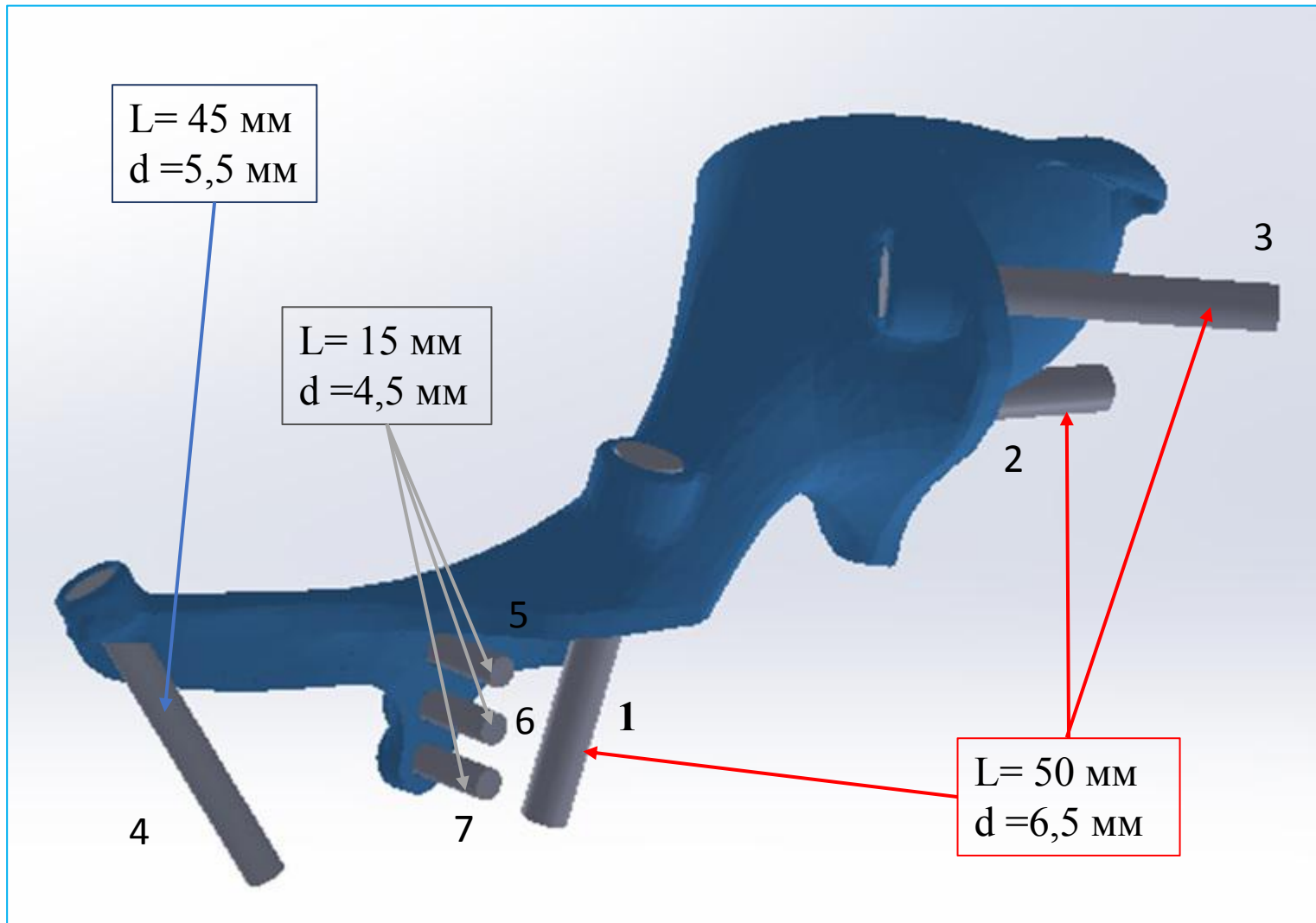
Трехмерная задача теории упругости (малые деформации)

Задача нелинейная, контактная

Материалы: линейно-упругие

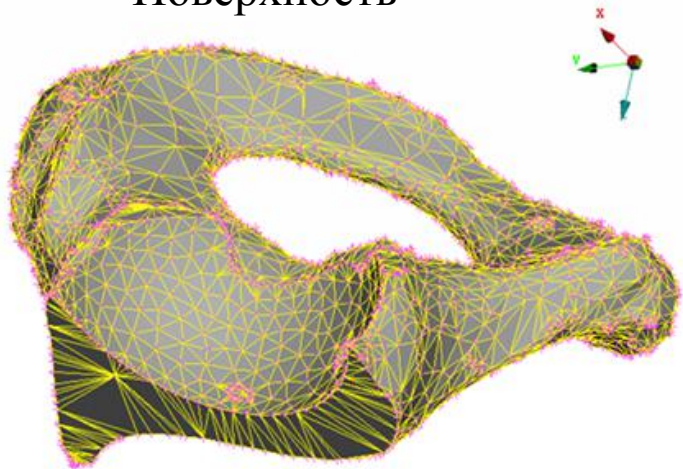
Метод решения: метод конечных элементов

Создание винтов в программном комплексе SolidWorks

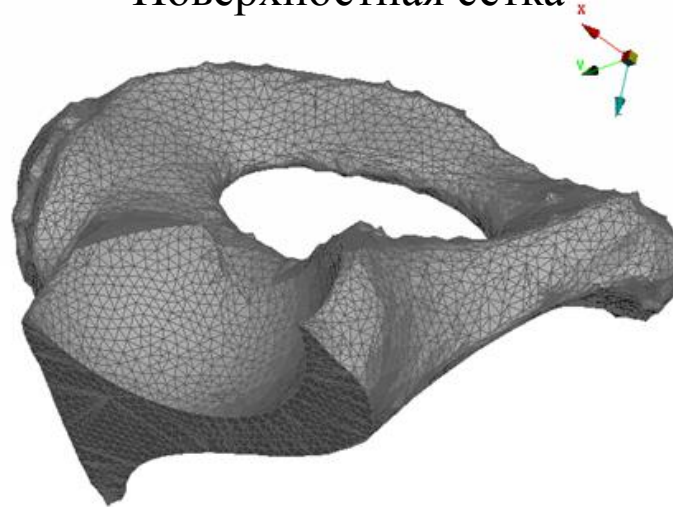


Построение конечно-элементных моделей в программном комплексе ANSA

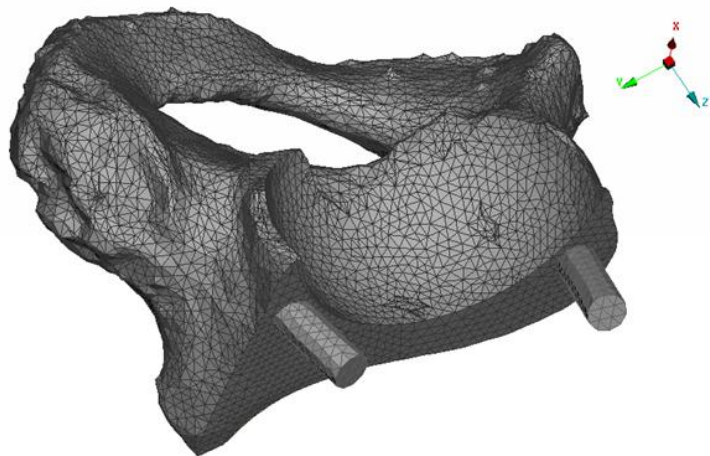
Поверхность



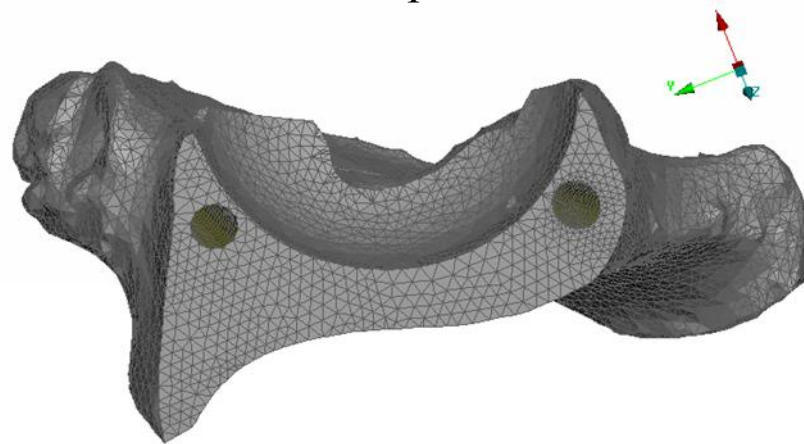
Поверхностная сетка



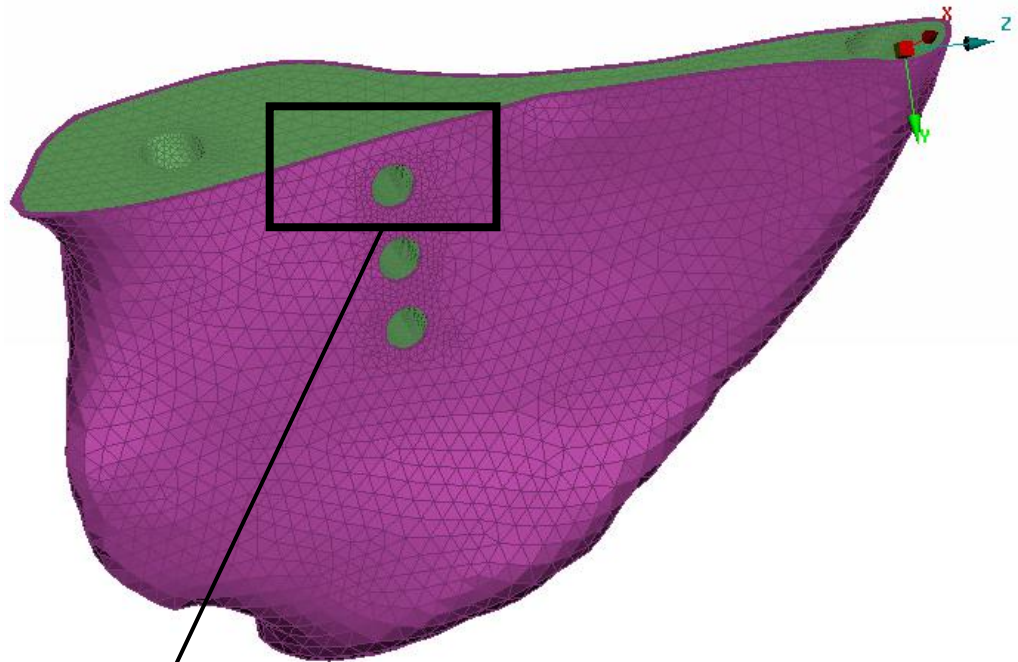
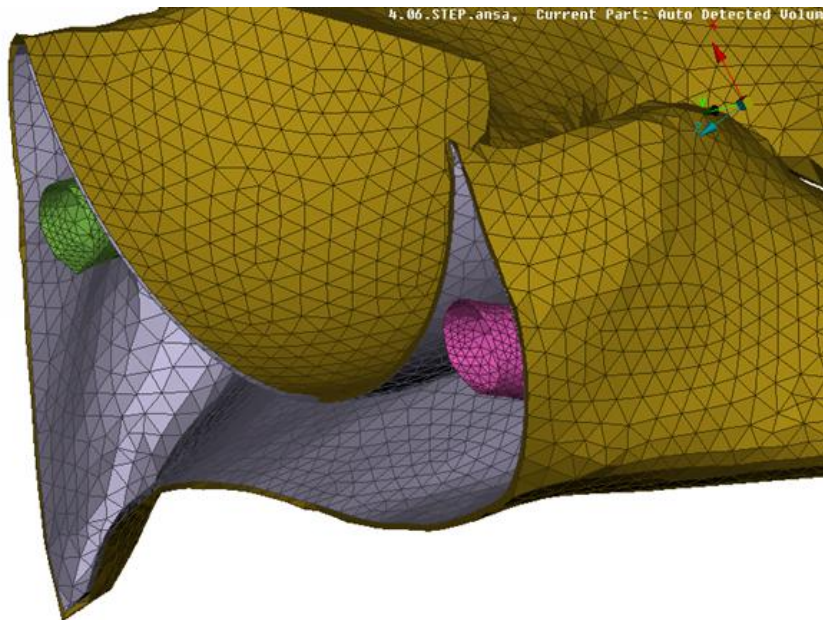
Подготовка к булевой операции «вычитание»



Создание отверстий для винтов

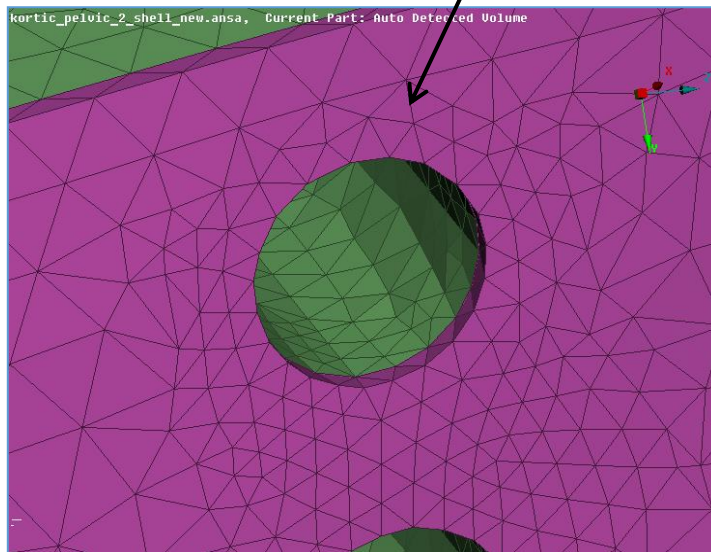


Создание кортикального слоя



Создание объемной сетки

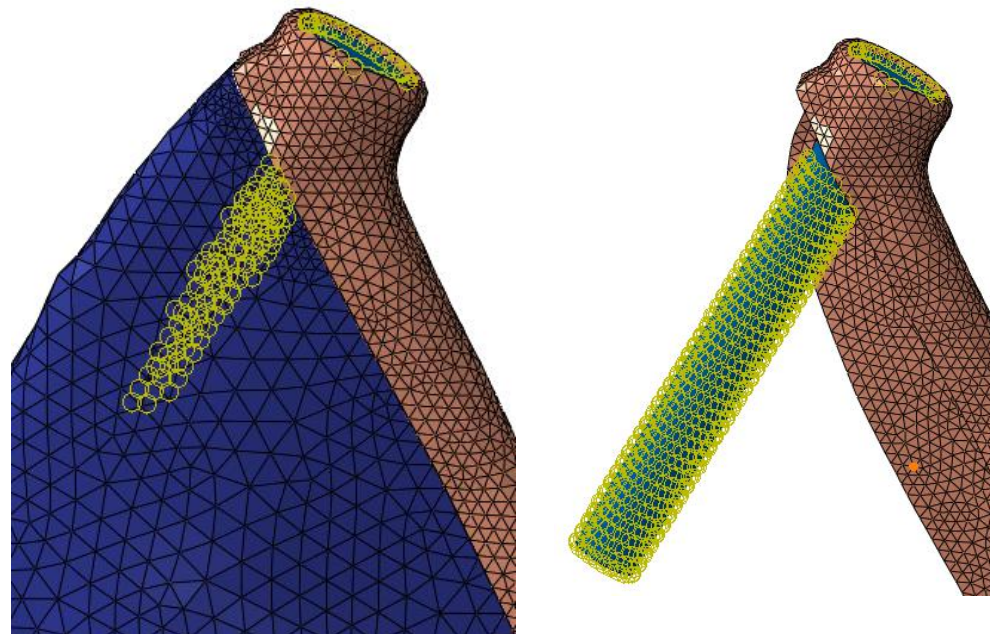
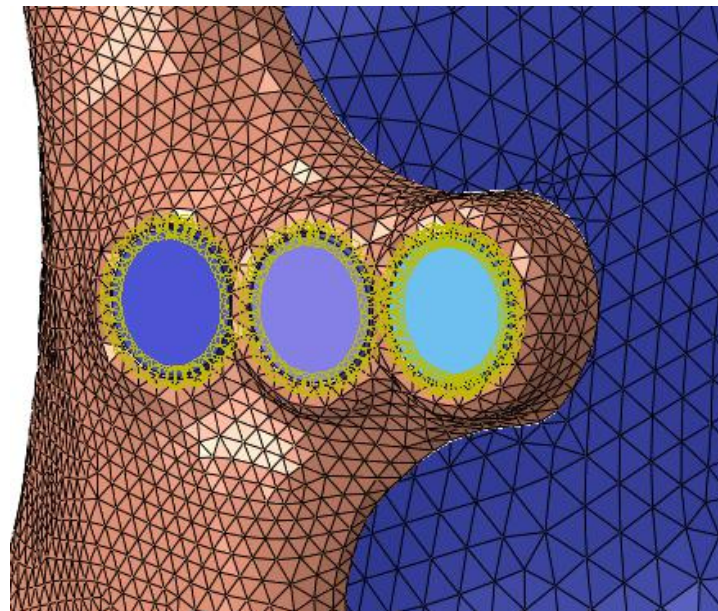
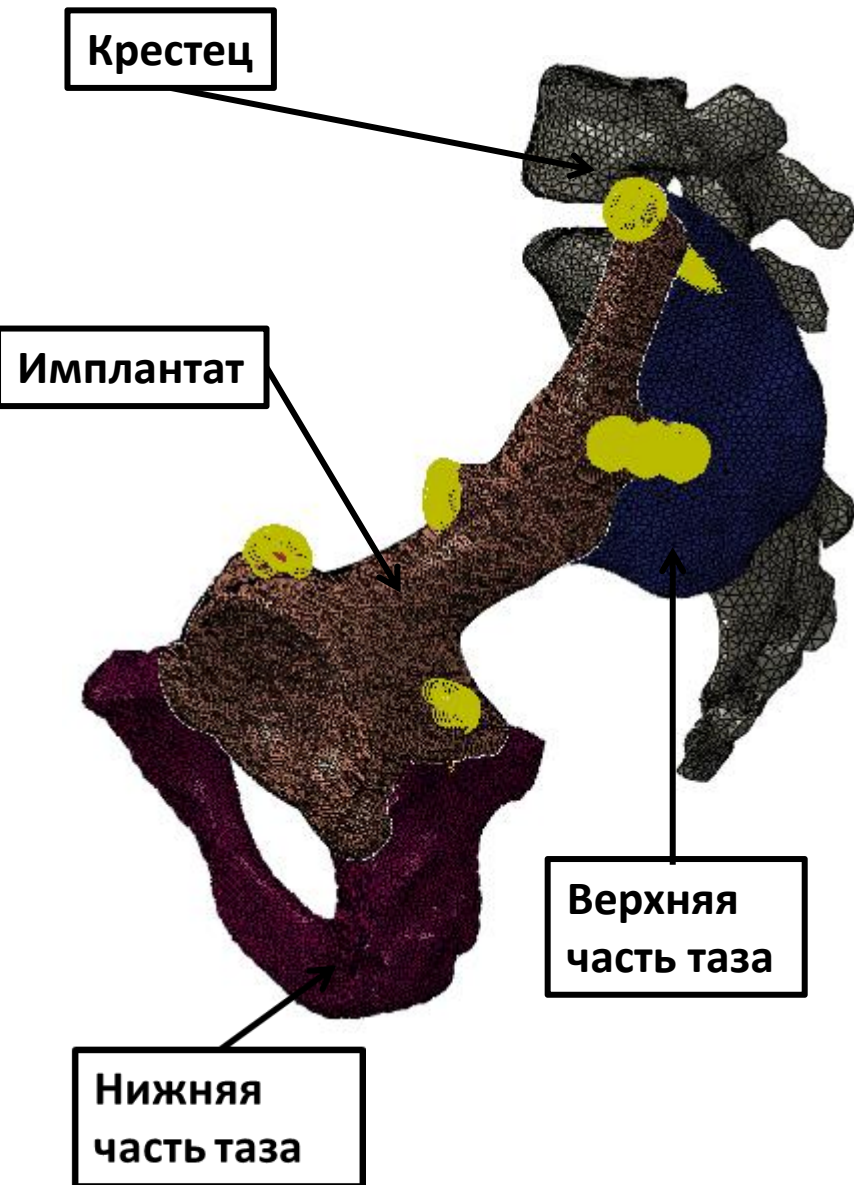
Толщина слоя 0.5 мм



Виды конечных элементов, использованных в сборке

Компонент	Описание использованных элементов	Количество
Винты	Квадратичный тетраэдральный типа C3D10:	22321
Вкладыш	C – continuum – твердотельный элемент; 3D – 3dimensional – трехмерный элемент; 10 – количество узлов в элементе.	9310
Г о л о в к а эндопротеза	Треухузовой оболочечный типа S3: S – shell – оболочечный элемент; 3 – количество узлов в элементе.	6452
Упрощенная модель ноги	Двухузовой элемент балочного типа B31.	80
Имплантат	Линейный тетраэдральный типа C3D4:	329828
Кости таза	C – continuum – твердотельный элемент; 3D – 3dimensional – трехмерный элемент; 4 – количество узлов в элементе.	44746+77392+122131 =244269
Всего элементов: 612260		

Сборка модели



Физико-механические свойства материалов

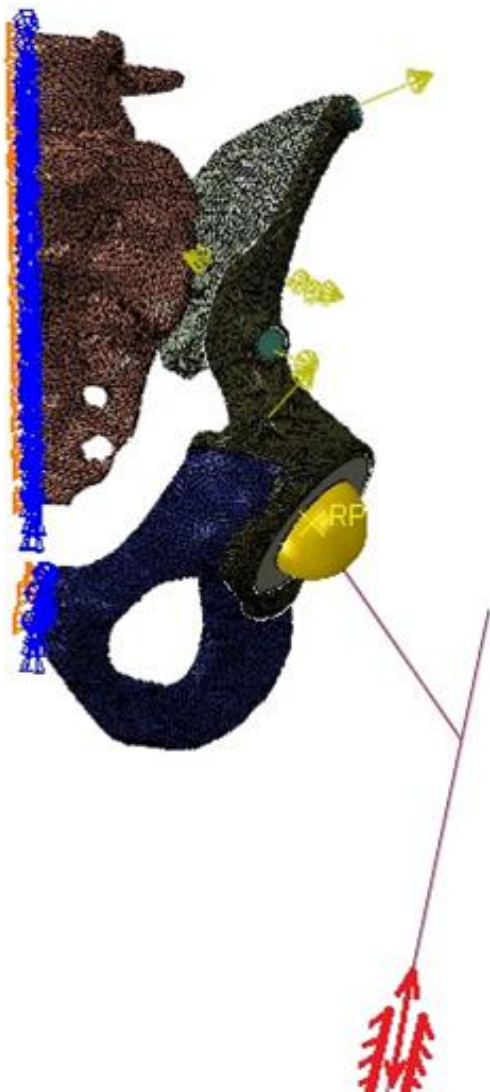
МОДЕЛИ

Допущение: крестец состоит только из губчатой (спонгиозной) ткани без кортикального слоя.

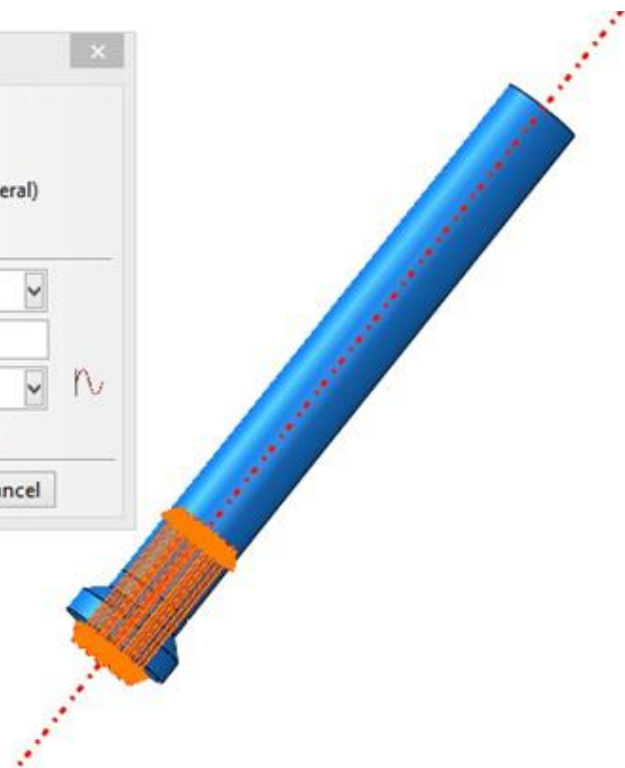
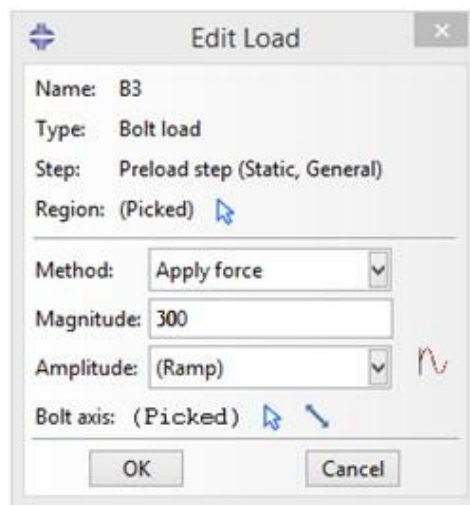
Верхняя часть левой половины таза	Винты (7 штук)
Нижняя часть левой половины таза	Имплантат

Свойства Материал	Плотность, т/мм ³	Упругость		Предельное напряжение, МПа
		Модуль упругости, МПа	Коэфф. Пуассона	
Титановый сплав	4.41*10⁻⁹	110*10³	0.3	1065
Спонгиозный слой	1.1875*10⁻⁹	0.5*10³	0.3	10
Кортикальный слой	1.47*10⁻⁹	10*10³	0.3	160

Граничные условия

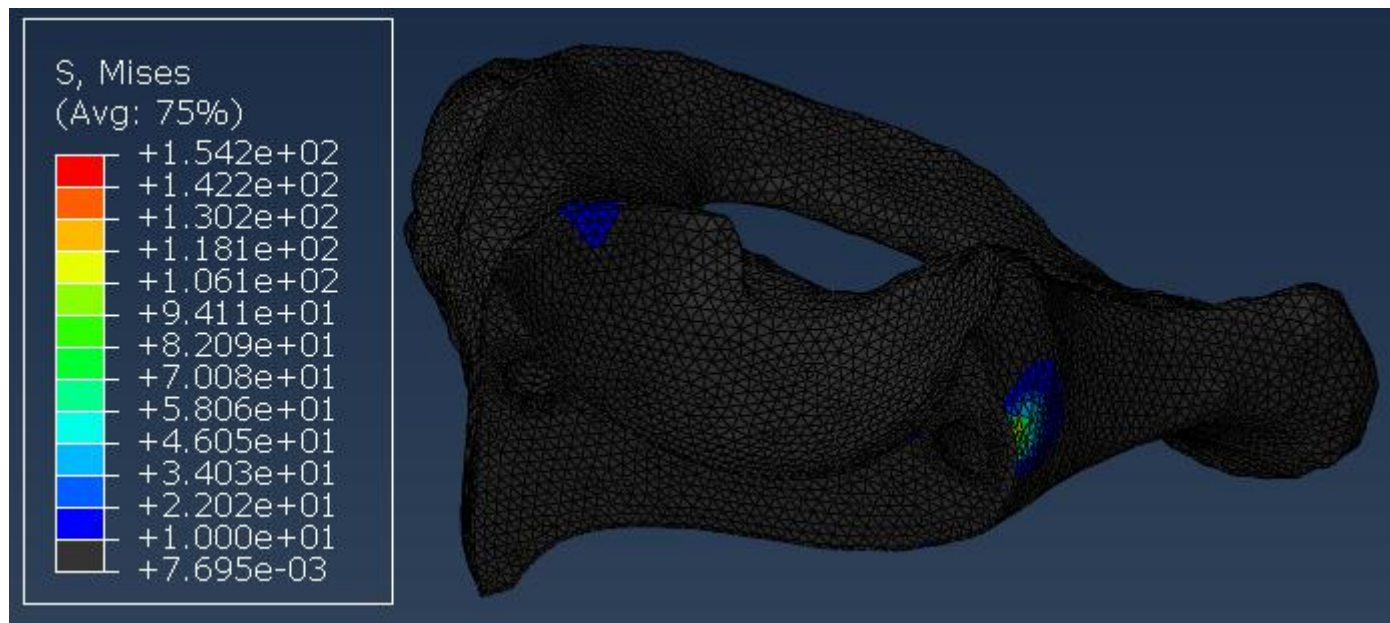
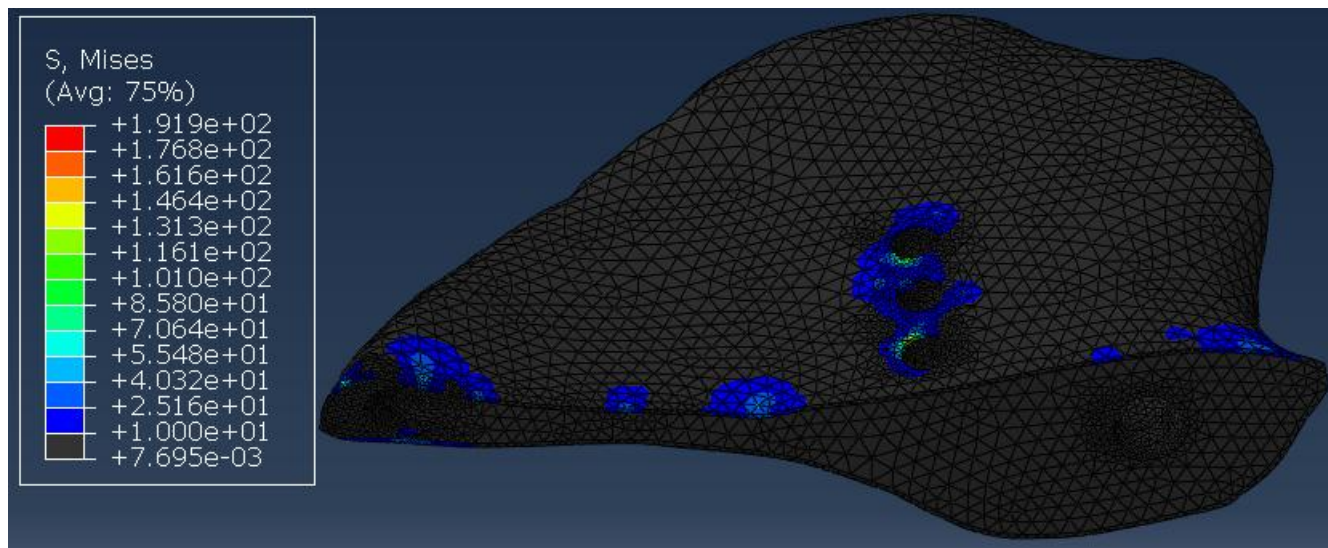


Моделирование винтового соединения



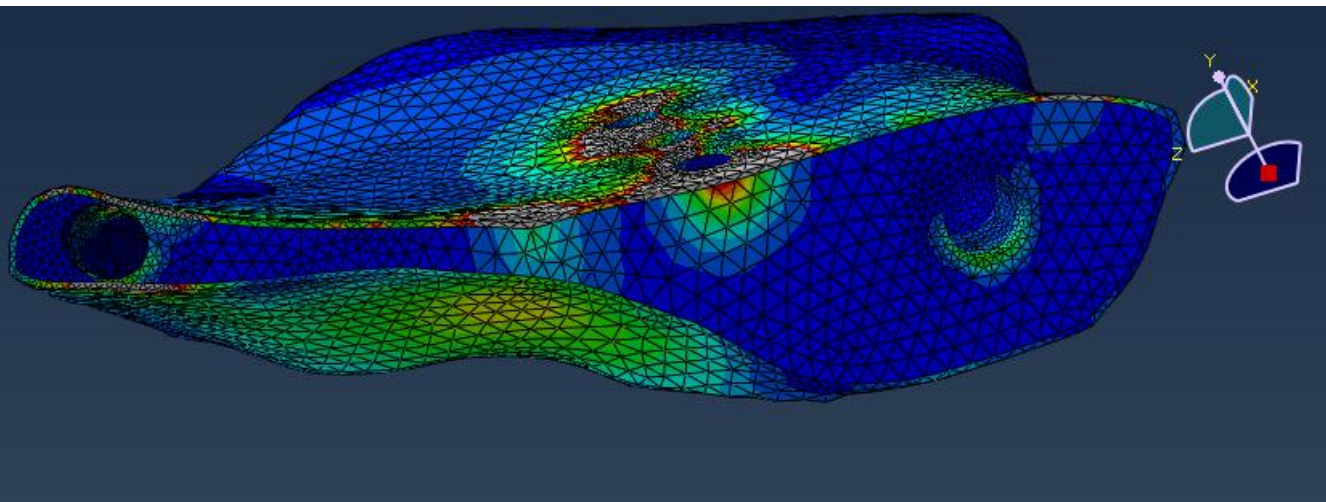
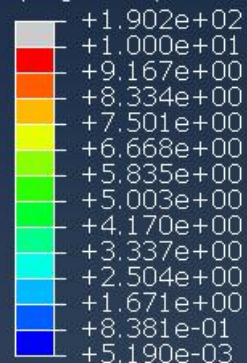
Рассматривались силы
затяжки 100 Н, 200 Н,
300 Н и 400 Н

Распределение напряжений на кромках отверстий (кортикальный слой)

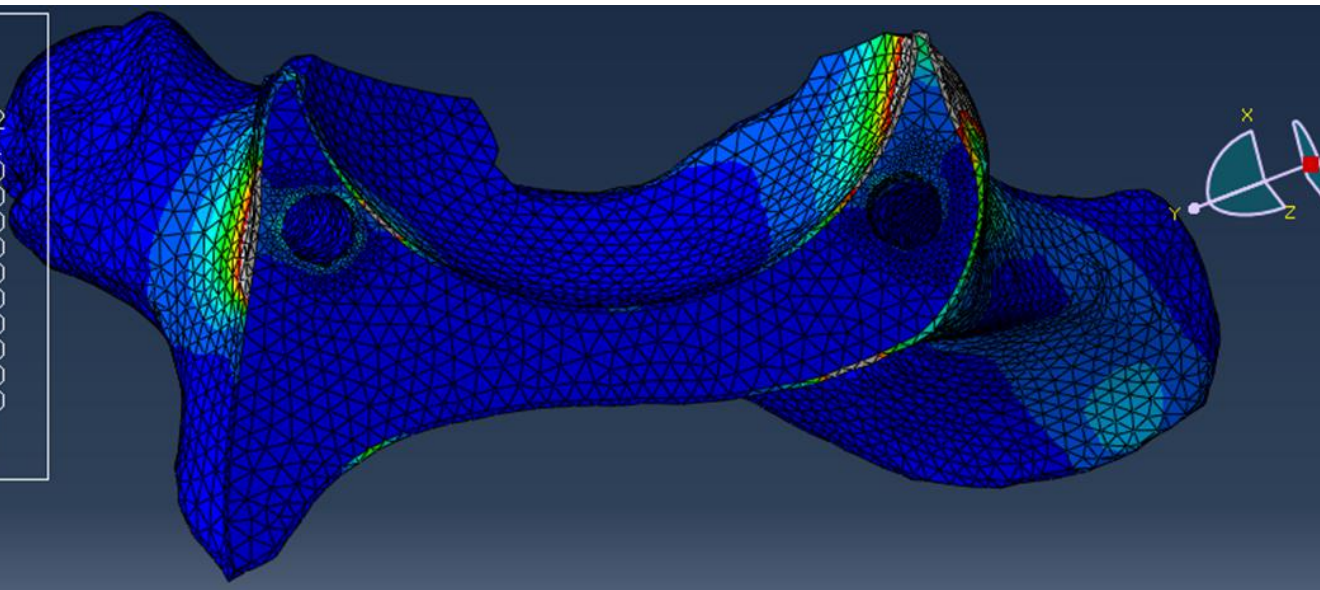


Распределение напряжений на кромках отверстий (спонгиозный слой)

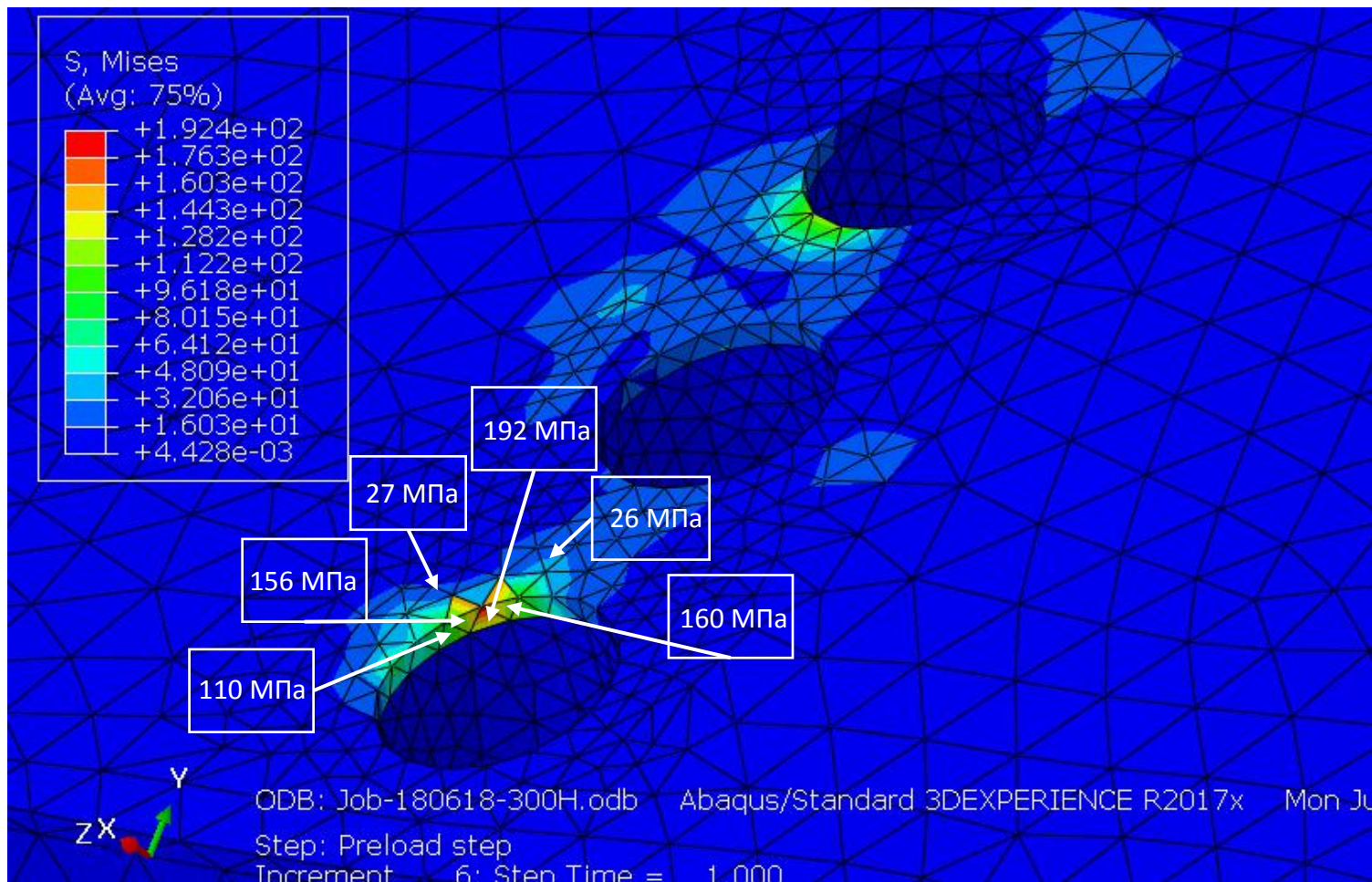
S, Mises
(Avg: 75%)



S, Mises
(Avg: 75%)

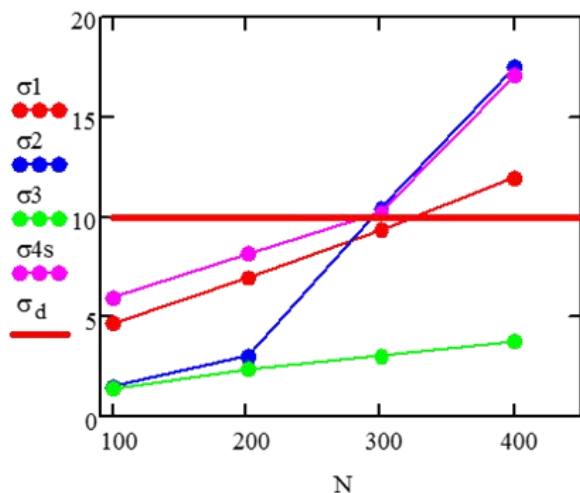


Сингулярность напряжений и методы интерпретации результатов

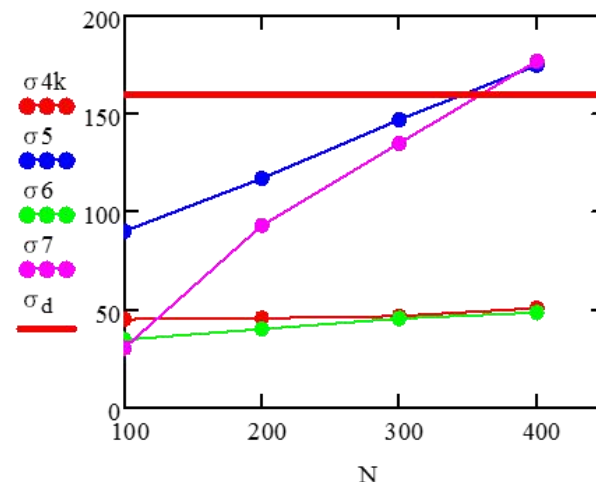


Графики зависимости максимальных напряжений от приложенной силы затяга

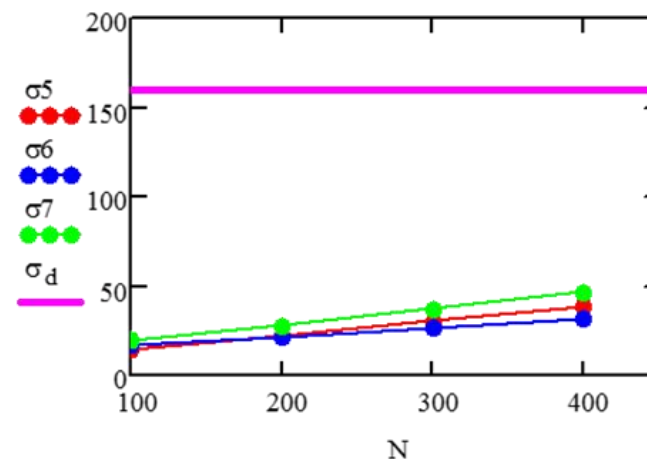
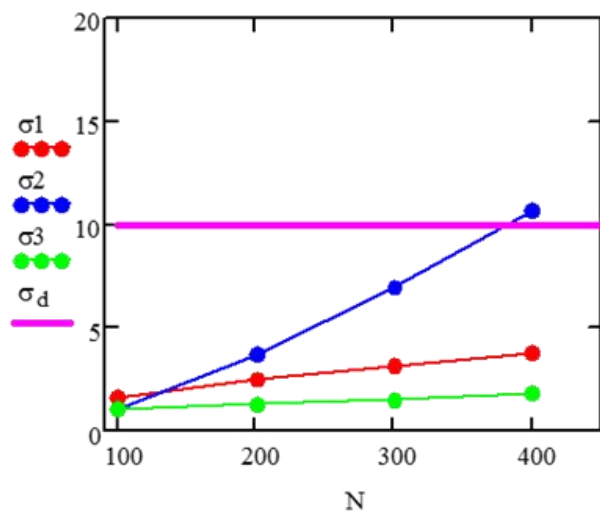
Спонгиозный слой



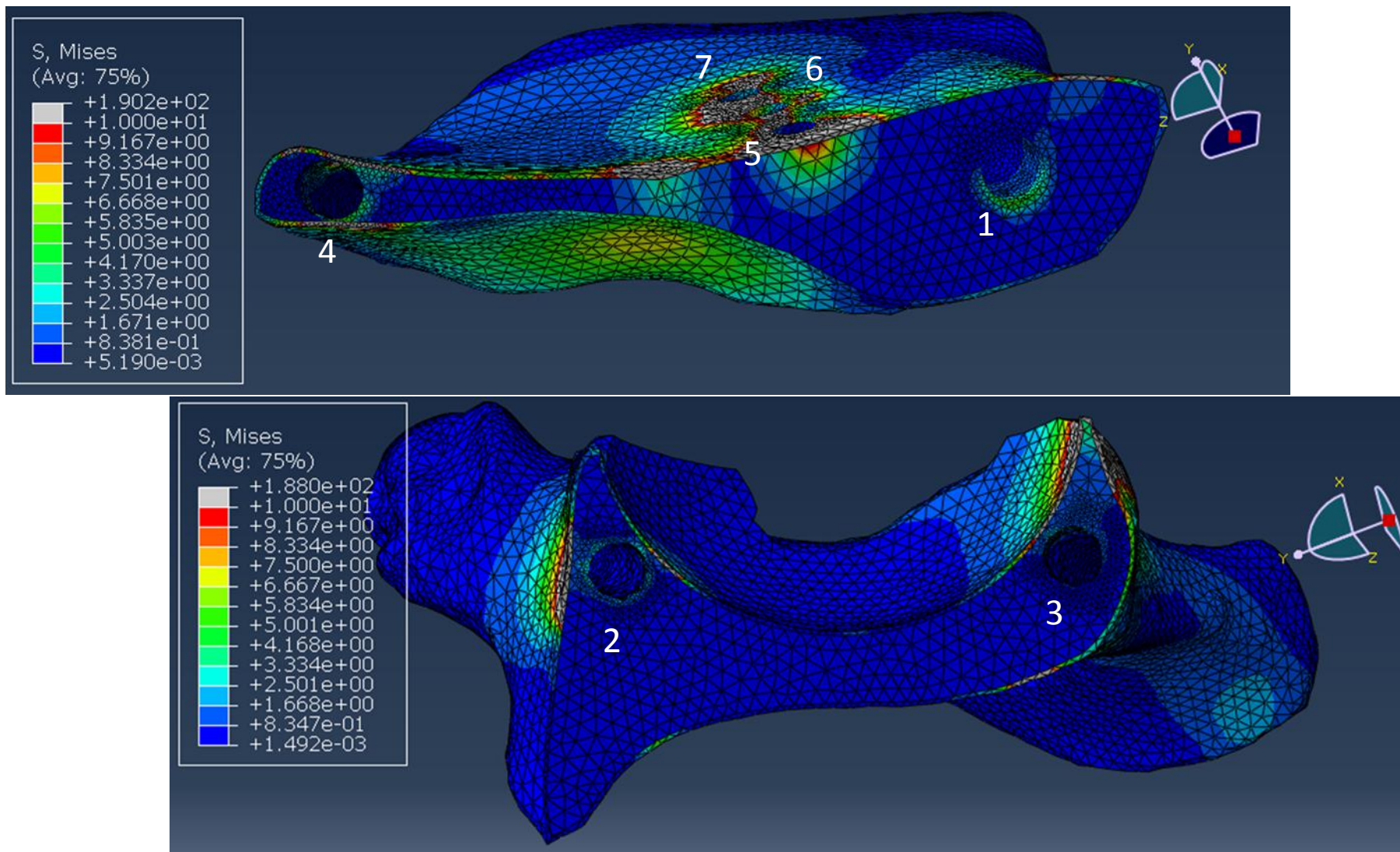
Кортикальный слой



σ_n - максимальное
напряжение на кромке
 n -го отверстия
 σ_d - допускаемое
напряжение
 N — сила затяга



Выводы по анализу напряженно-деформированного состояния



Заключение

В ходе работы:

- Проведена доработка компьютерных моделей костей таза
- Созданы геометрические компьютерные модели винтов в программном комплексе SolidWorks, геометрические модели вкладыша, головки эндопротеза и упрощенной модели ноги в программном комплексе ABAQUS
- Создана конечно-элементная сетка моделей костей таза с учетом кортикального слоя в программном комплексе ANSA
- Создана сборка модели в программном комплексе ABAQUS
- Проведен расчет на прочность при действующей нагрузке в виде затяжки винтов
- Определена критическая сила затяжки винтов, равная 300 Н
- Даны рекомендации по совершенствованию подобных конструкций