

# Обзор возможностей программного комплекса SIMULIA/Abaqus для задач биомедицины

27 октября 2011



© DASSAULT SYSTEME

Рыжов С.А.

ООО "ТЕСИС", к.ф.-м.н. (495)612-4422 доб.300

sr@tesis.com.ru

# SIMULIA: Видение и Миссия

**SIMULIA - бренд компании Dassault Systèmes для моделирования реальности**

Видение: *“Сделать моделирование частью бизнес процесса”*

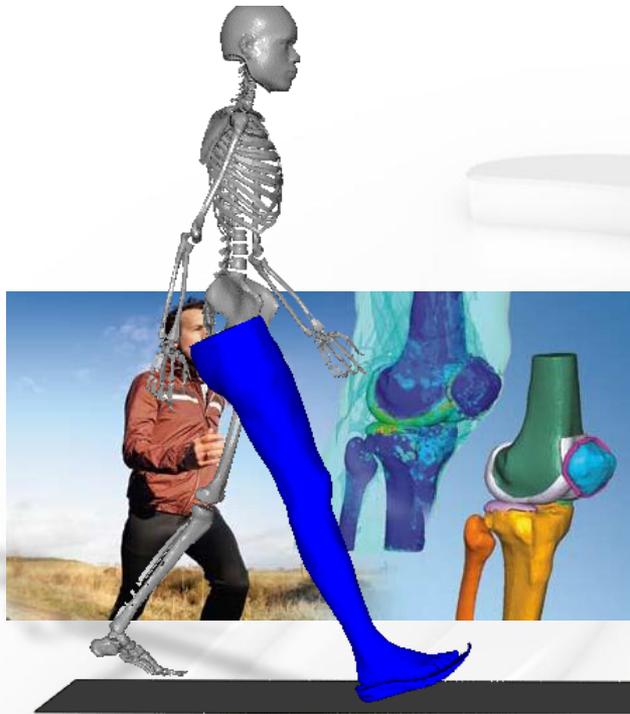
Миссия: *“Быть лидером в области инженерных расчетов и научных исследований”*

**Обеспечить решения для моделирования реальных процессов для всех отраслей производства**

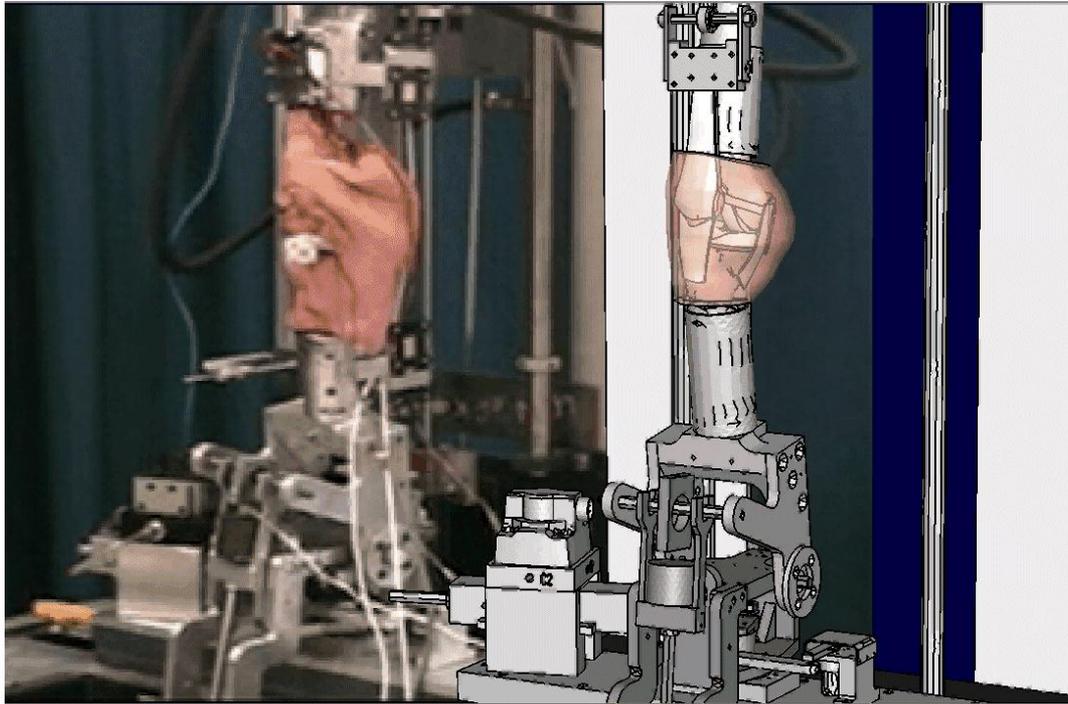


# Реалистичное моделирование это...

Использование универсального КЭА и мультифизики для моделирования реального поведения изделий до того, как они произведены



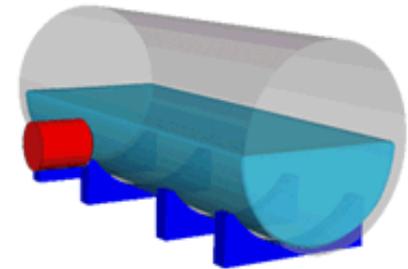
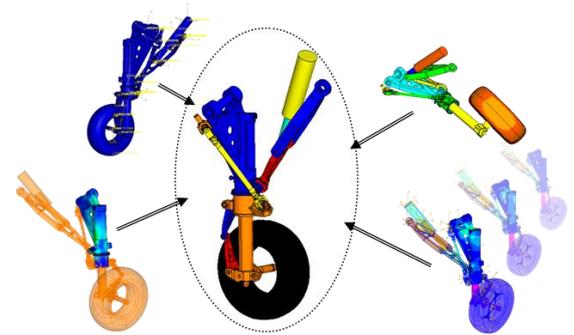
- **Оценка** вариантов проектирования
- **Уменьшение** физических прототипов
- **Увеличение** доверия работоспособности изделий
- **Ускорение** принятия решений
- **Получение** знаний о реальном поведении



**Сократить** натурные эксперименты,  
**Сохранить** существенно  
**Время** и **Деньги**

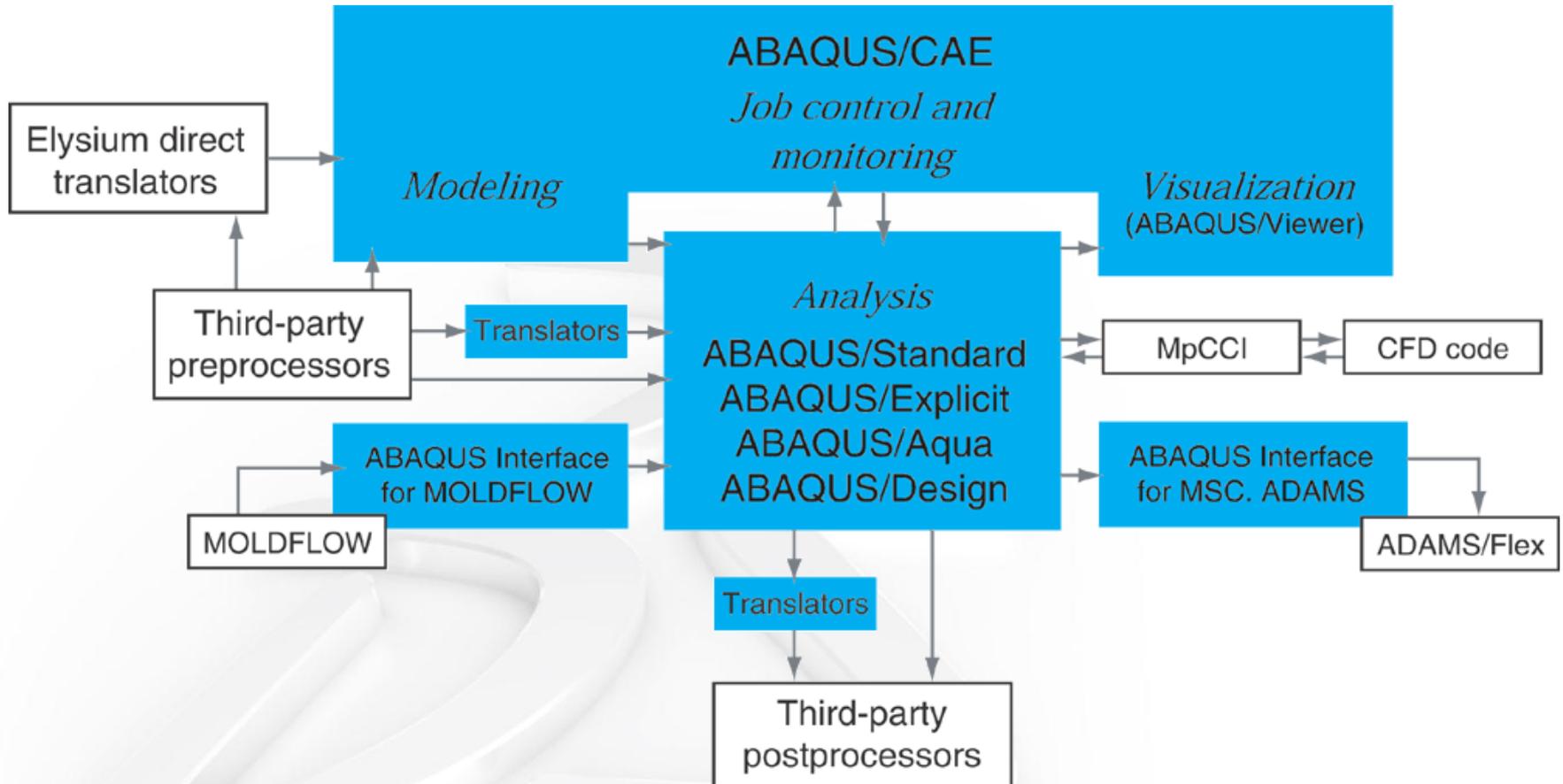
# SIMULIA - стратегия развития продукта

- **Abaqus - универсальные КЭА решения для всех пользователей**
  - Масштабируемые универсальные КЭА продукты для конструкторов, инженеров и исследователей с высоким качеством и надежностью
- **Abaqus - решение задач мультифизики для инженерных приложений**
  - Открытая платформа и законченные решения для ключевых проблем
- **SLM - Simulation Lifecycle Management**
  - Корпоративное окружение для управления процессами моделирования, данными и интеллектуальной собственностью



# Что такое SIMULIA Abaqus?

- Набор конечно-элементных модулей



# SIMULIA/Abaqus Качество

- Abaqus имеет репутацию качественного и надежного продукта
- ISO-9001; Nuclear QA (NQA) сертификаты; более 20,000 поверочных тестов
- **Аттестация Abaqus в Ростехнадзоре**
- Abaqus является выбором компании FDA для разработки медицинской техники



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ



## Finite element analysis for the design of Nitinol medical devices

Nuno Rebelo<sup>1</sup> and Michael Perry<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Habit, Karlson & Sorenson (West), Inc, Fremont, CA; <sup>2</sup>Pacific Consultants, LLC, Mt. View, CA

**Summary**  
 Medical technology continues to advance rapidly as physicians and engineers move closer to and understand better each other's needs. Nowhere is this so better evidenced as in the development of advanced medical implants. Traditionally, new products were developed by prototyping and evaluation. However, this process is very time consuming and often does not fully reveal the potential failures. Finite element modeling and analysis can greatly reduce testing and time to market by allowing the designer to computer test his product in advance of any prototype. Algorithms have been developed which allow for the accurate predictive finite element analysis of nickel-titanium alloys which have extremely complex but highly attractive mechanical behavior for medical applications.

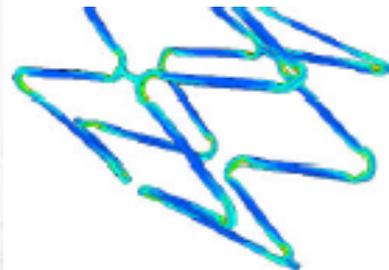
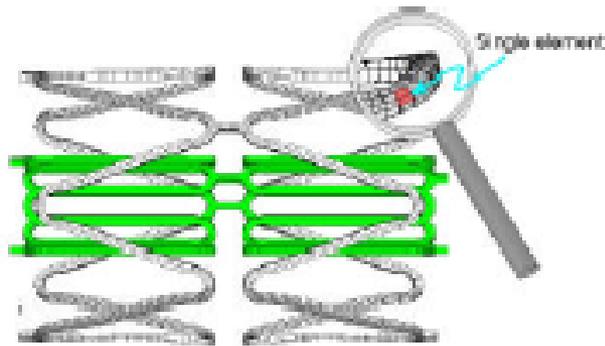
**Keywords:**  
 finite element analysis (FEA), Nitinol, NiTi, shape memory

**Introduction**  
 Since its discovery and first fabrication Nitinol alloys have come to be used in a myriad of unique ways. The super elastic and shape memory properties of the alloy along with its biocompatibility have given the material a wide range of applications from thermal switches and electrical connectors to cardiovascular stents. However, the many benefits of the material come at a cost and the complexity of its properties make it difficult to process. Trial and error techniques have been commonly employed in the past, however it is very time consuming and is today's market place time to ensure the most valuable commodities. This article will discuss how Finite Element Analysis can be employed to hasten time to market of Nitinol products but greatly reducing the number of design iterations required.

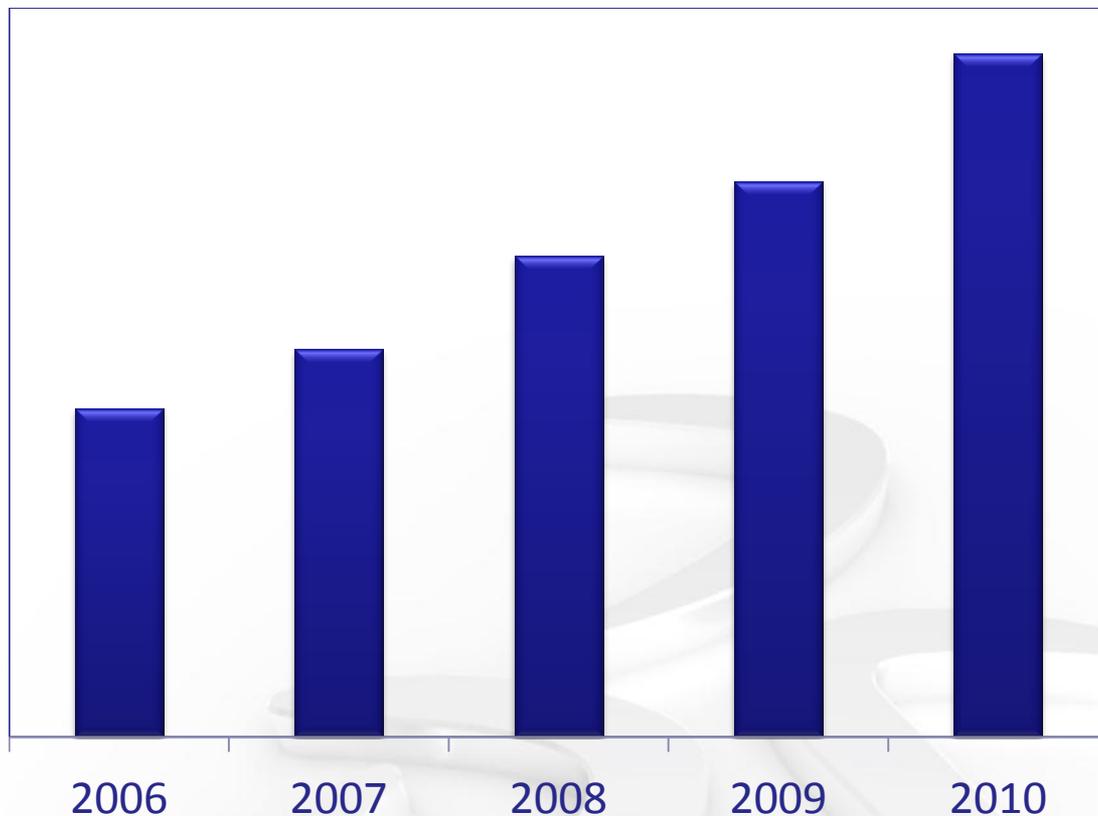
**Background**  
 Finite element analysis is emerging as one of the most important tools available to natural science product designers. [1] The technique has unique capabilities and can be a very cost-effective tool if properly used. There are a number of very good reasons why one might want to do a simulation of the mechanical behavior of medical devices or components. For example, ascertaining the feasibility of the device is certainly a first requirement. However, there are many other potential resources related to such important issues as the effort required for deployment of the part, stresses induced in parts, durability, etc. Each of these is also commonly associated with the execution of such simulations.

1 of 5

Copyright © 1991 Pacific Consultants, Web site: <http://www.pacificconsultants.com>



# SIMULIA в биомедицине



> 100 коммерческих пользователей



Boston Scientific

*Delivering what's next.™*

Johnson & Johnson



Medtronic

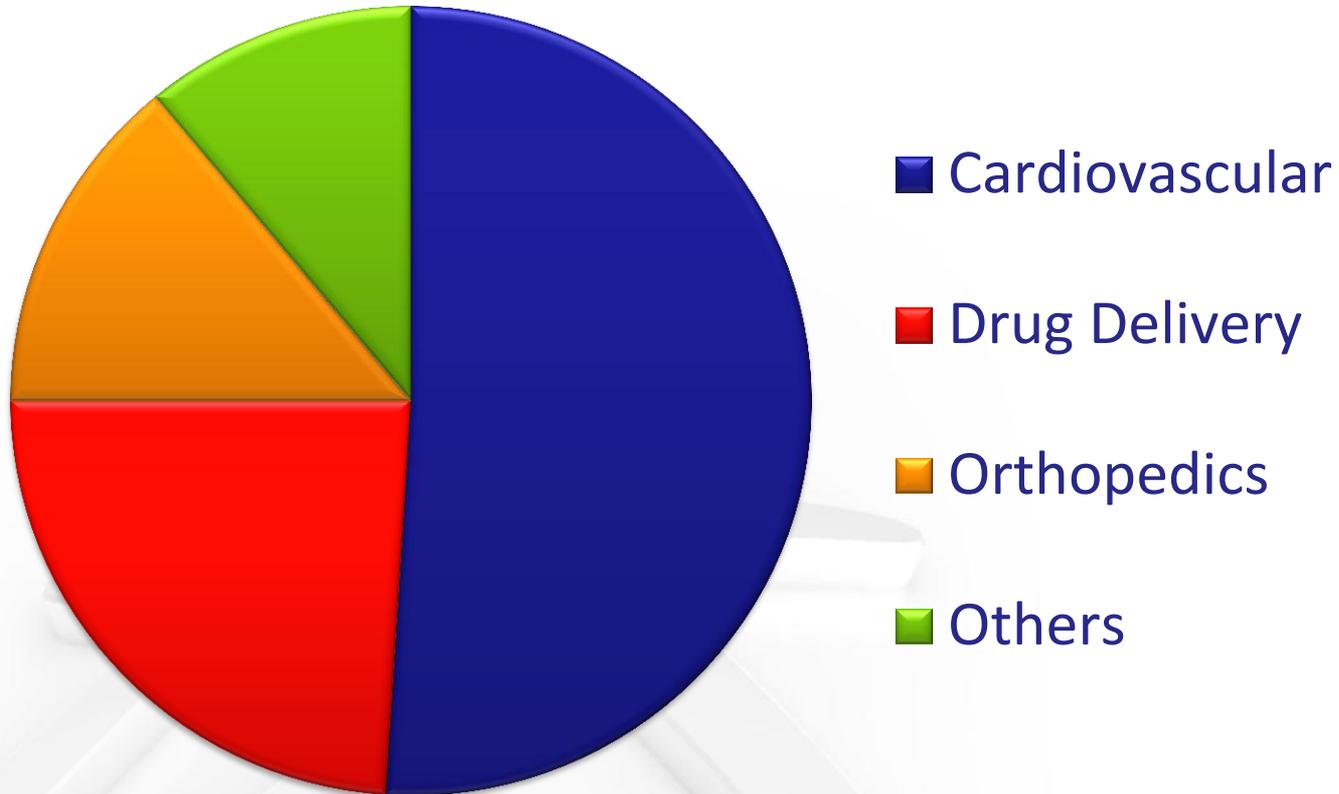


zimmer

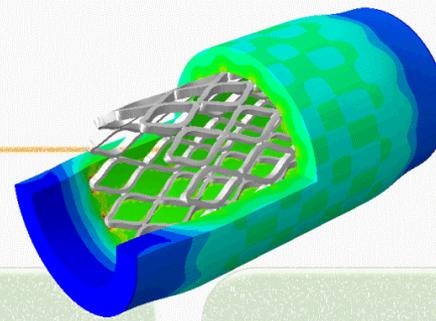
**Быстрый рост использования  
SIMULIA в области биомедицины**

# SIMULIA биомедицине

## Распределение по сегментам индустрии



# Приборы для кардиологии



## Топ компаний

Medtronic

Edwards Lifesciences

Boston Scientific

Abbott Vascular

## Приборы

Стенты

Кардиостимуляторы

Сердечные клапаны

Имплантанты для  
аневризм

## SIMULIA ВОЗМОЖНОСТИ

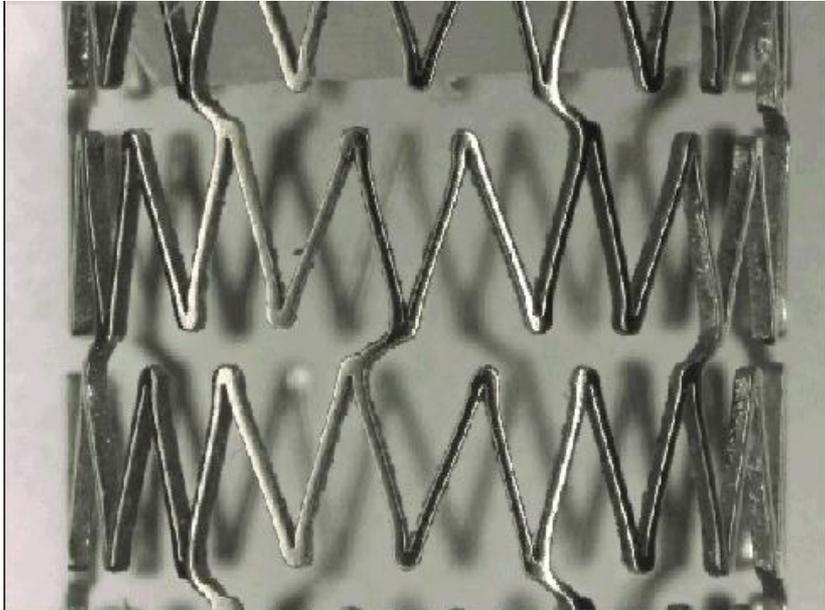
Модель поведения  
нитинола

Анализ больших  
нелинейных деформаций

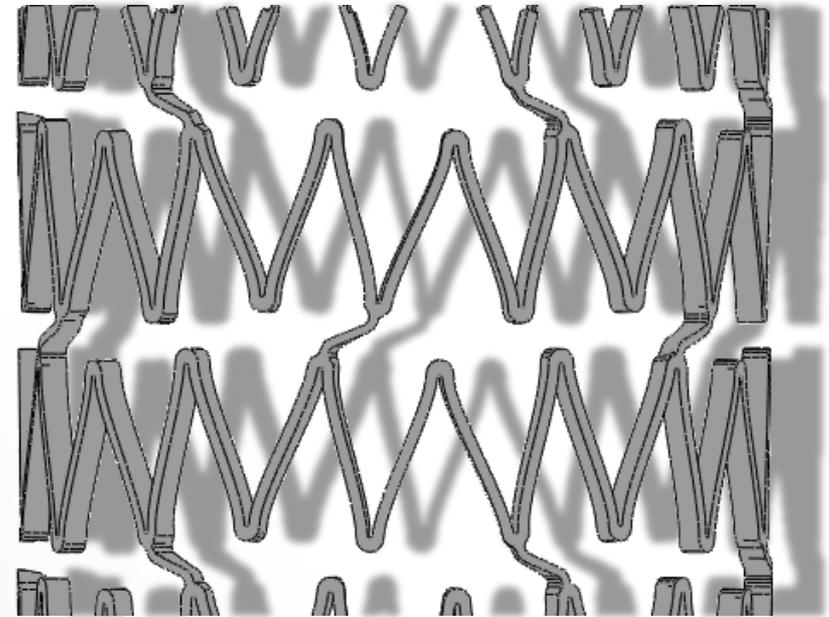
Надежные алгоритмы  
контакта

Техническая экспертиза

# Приборы для кардиологии – Стенты



**Эксперимент**

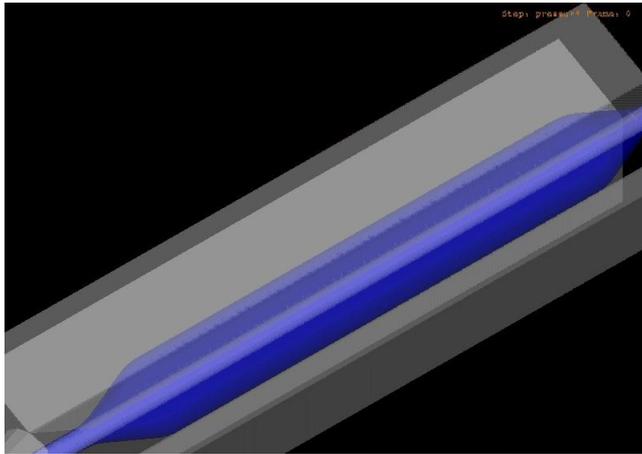


**Abaqus расчеты**

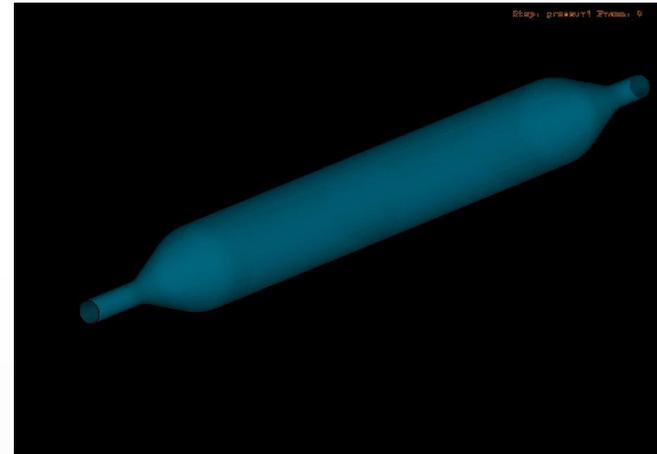
Test data courtesy SRI. Abaqus model courtesy NDC

**Моделирование растяжения стента с целью проверки КЭА решения**

# Приборы для кардиологии – Стенты



Взаимодействия на уровне сборки

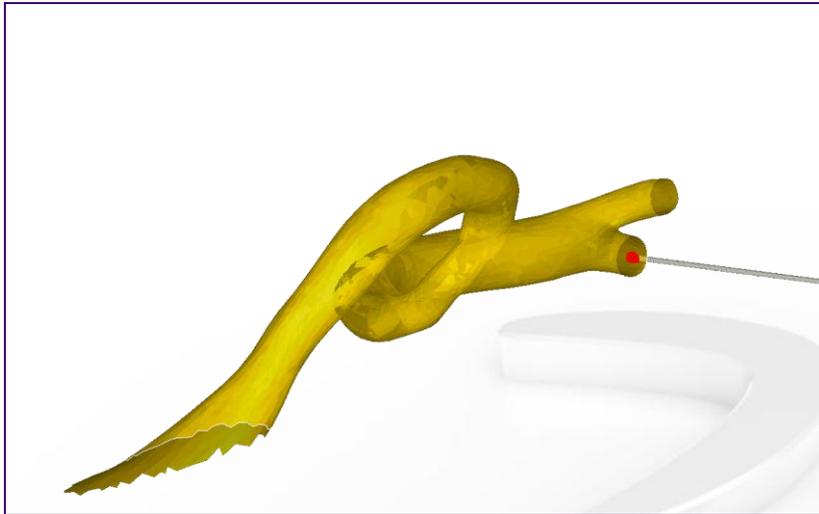


Процесс формирования  
баллонного катетера

*Courtesy : NDC*

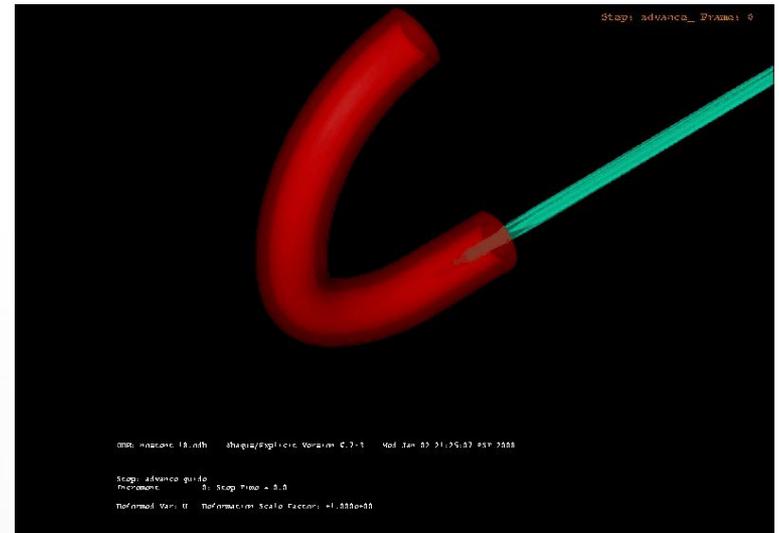
**Реконструкция сосудов**

# Приборы для кардиологии – Стенты



Проволочный проводник катетера

Ref: SIMULIA User's Conference, 2010, Atul Gupta, Medtronic

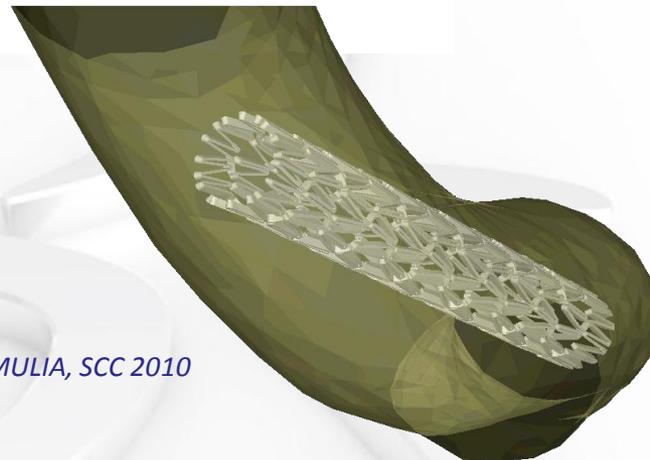
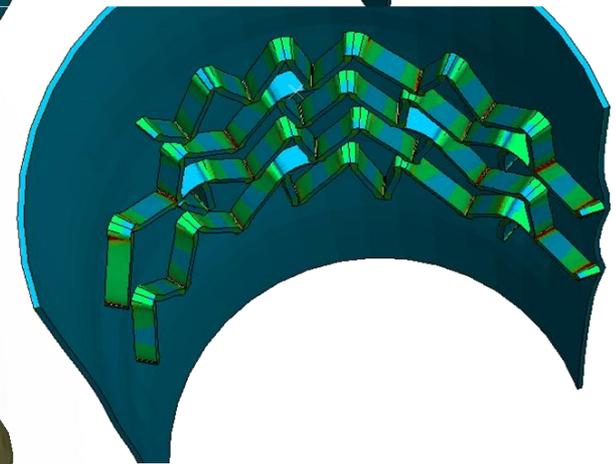
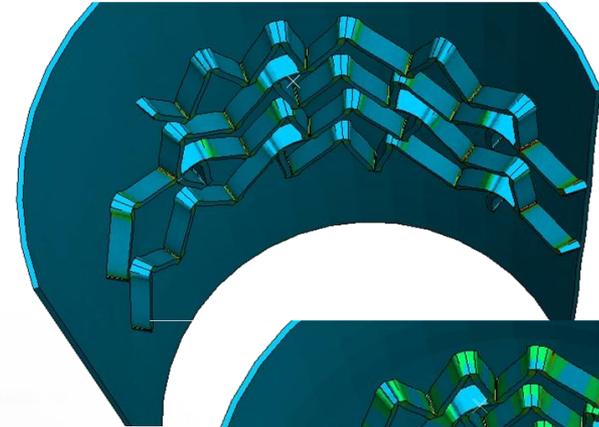
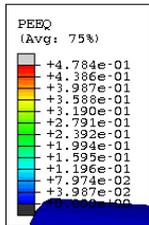


Введение баллонного катетера

Courtesy : NDC

**Моделирование проволочного проводника катетера  
и введения баллонов для реконструкции сосудов**

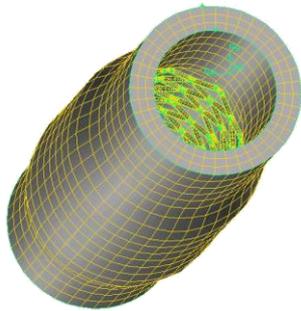
# Приборы для кардиологии – Стенты



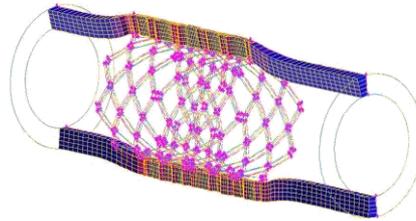
Ref: Materialise and SIMULIA, SCC 2010

Производство стентов, анализ развертывания и усталости.  
Материал - нитинол

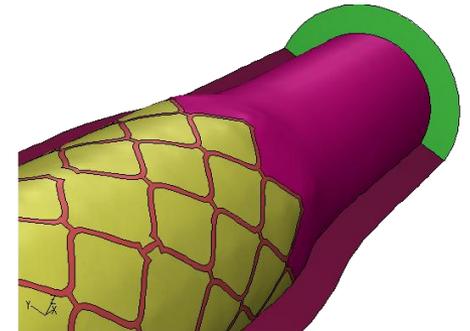
# Приборы для кардиологии – Стенты



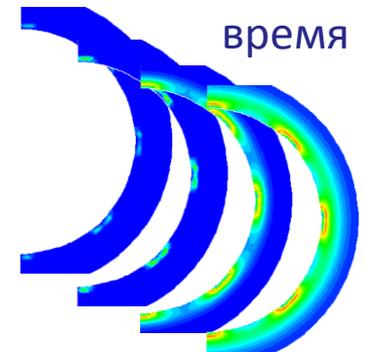
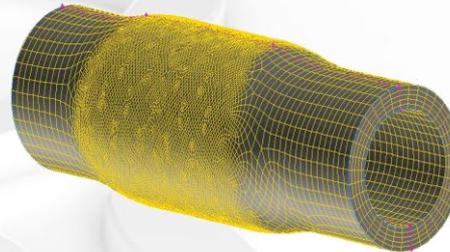
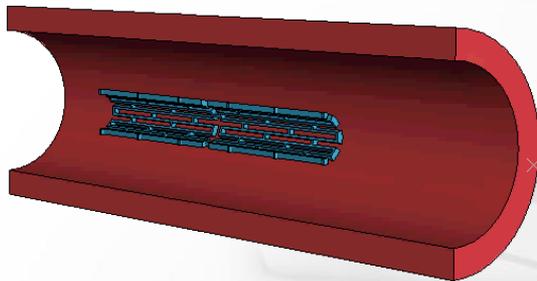
Развертывание конструкции



Создание CFD сетки после деформации конструкции



Доставка лекарств



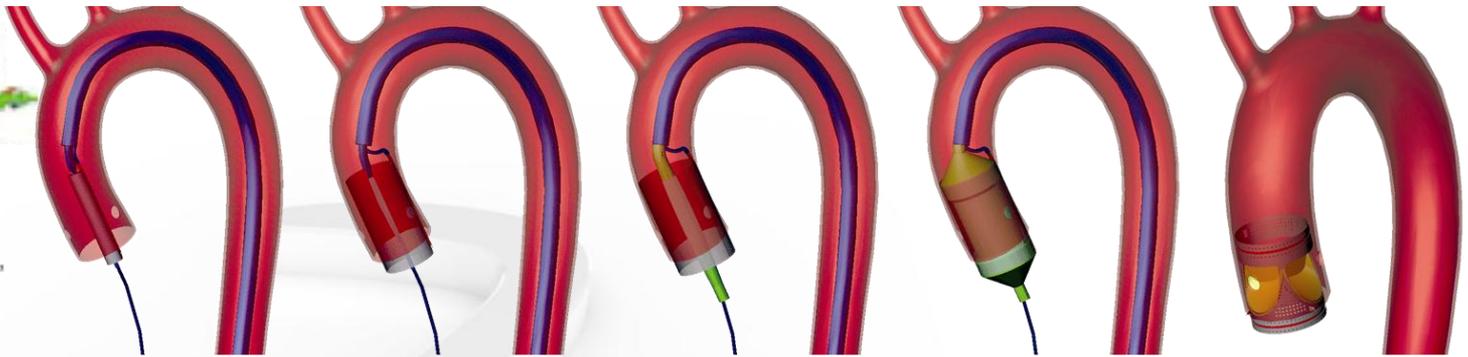
время

Моделирование диффузии лекарств в окружающие ткани

# Приборы для кардиологии – сердечные клапаны



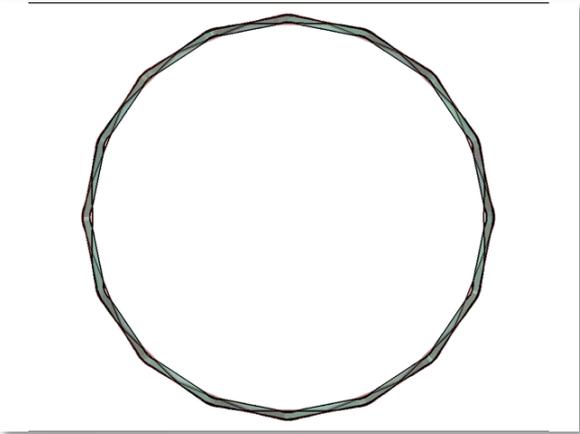
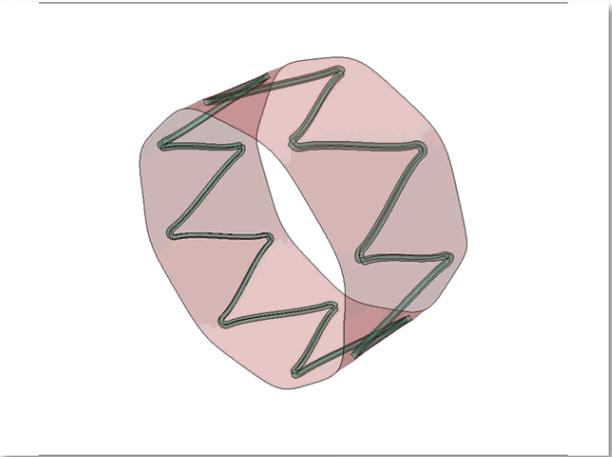
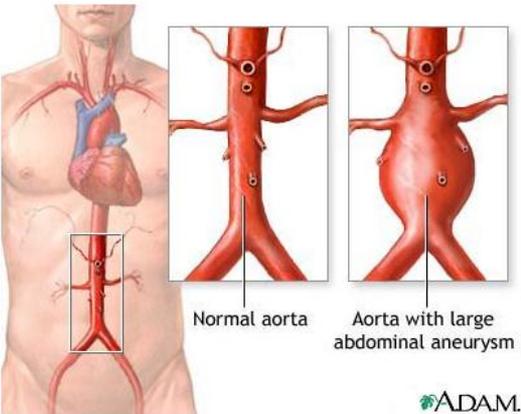
Maximum tensile strain, LEP3, (mm/mm) during flat-sheet stent roll-down, displayed on undeformed configuration.



*Ref: 2004 Abaqus User's Conference, Edwards Lifesciences*

**Стент для поддержки сердечных клапанов**

# Приборы для кардиологии – стеновый трансплантант

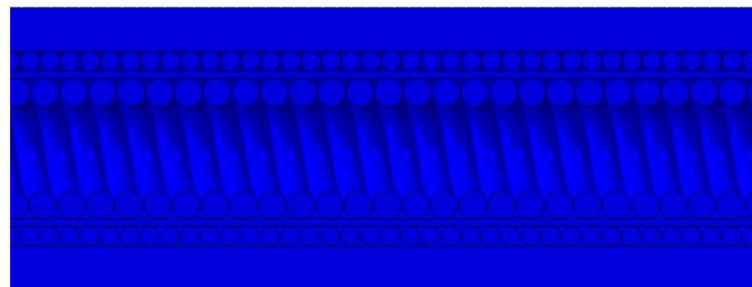
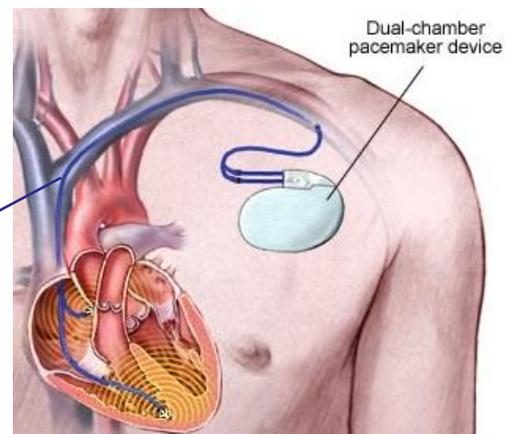


**Стеновый трансплантант неравномерное обжатие**

# Приборы для кардиологии – управление сердечнососудистым ритмом

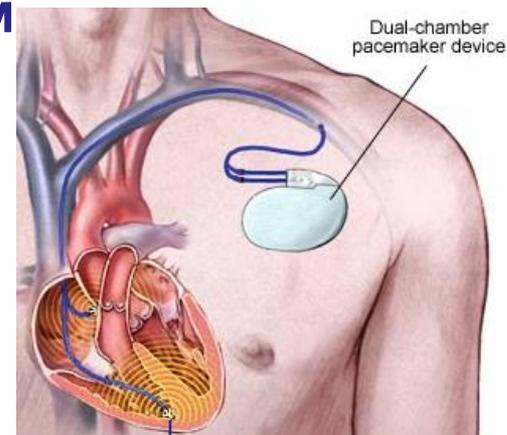
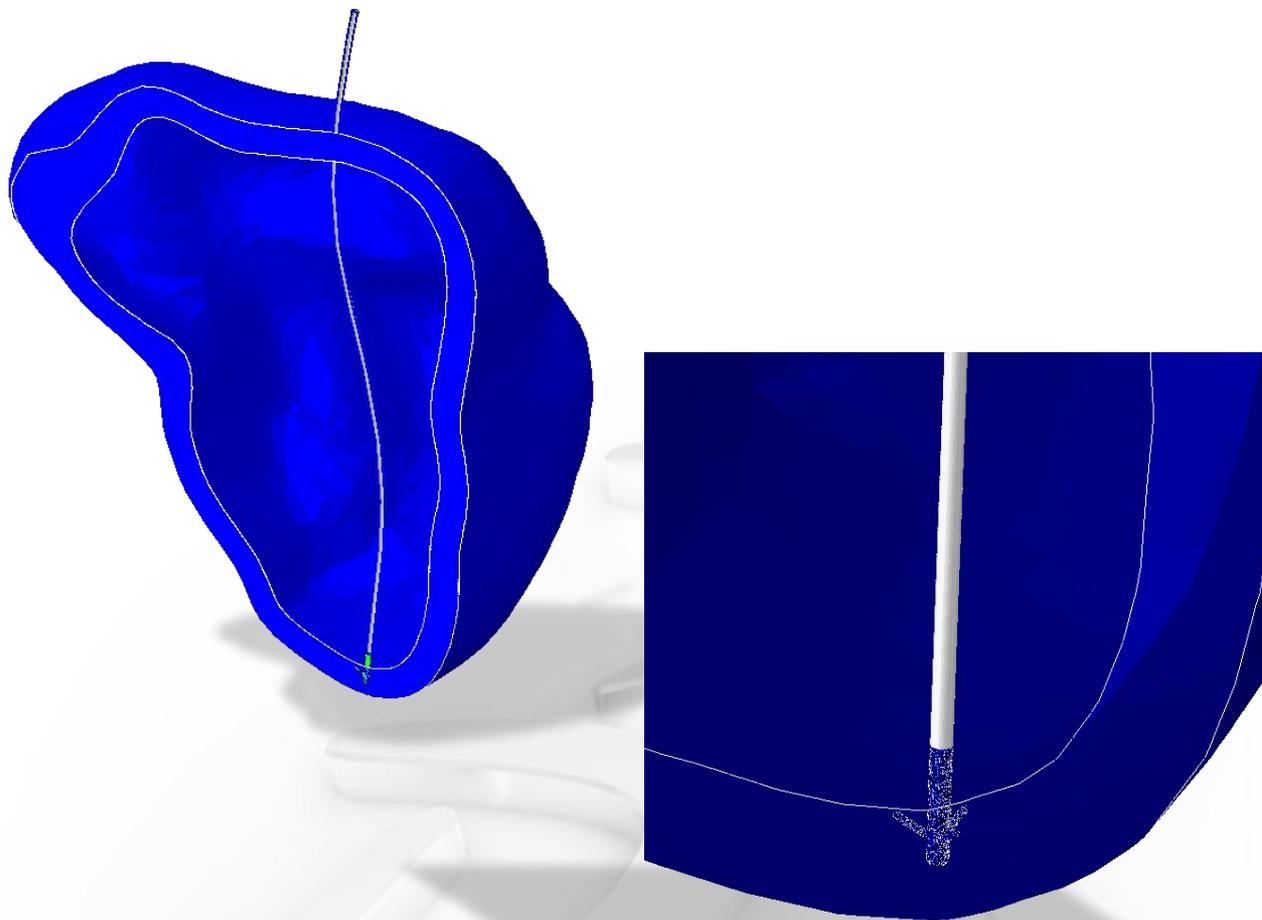


Pacemaker Lead



Кардиостимулятор  
Анализ напряжений в электроде

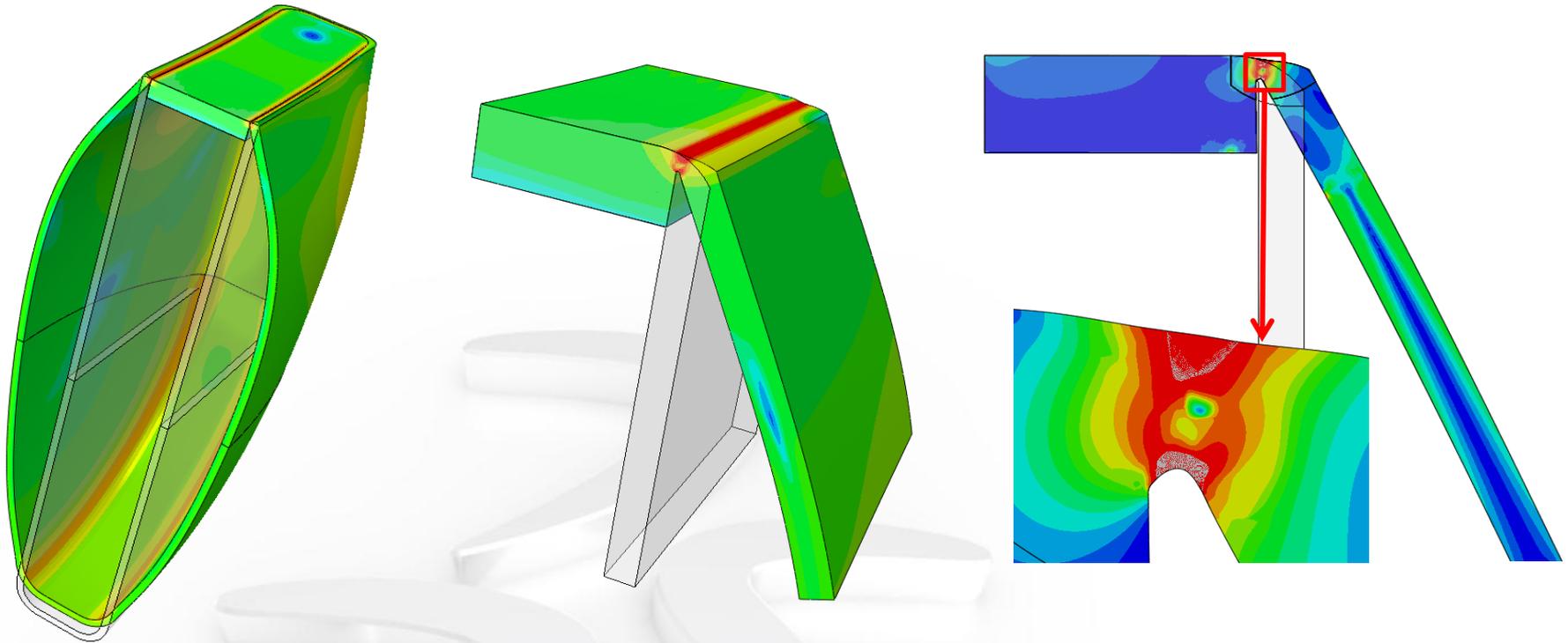
# Приборы для кардиологии – управление сердечнососудистым ритмом



Lead Fixation

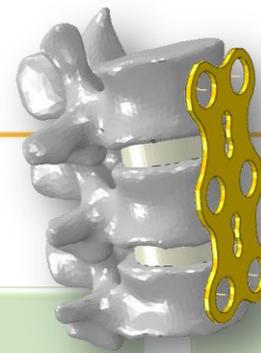
**Кардиостимулятор  
Анализ фиксации электрода**

# Приборы для кардиологии – управление сердечнососудистым ритмом



*Ref: 2010 SIMULIA Customer Conference, Medtronic*

**Анализ трещинообразования корпуса батареи для имплантации генератора пульса**



## Топ компаний

ZIMMER

DePuy (J&J)

Smith & Nephew

Synthes

## Приборы и процедуры

Замена суставов

Хирургическое планирование

Ортопедические изделия

Лечение травм

## SIMULIA ВОЗМОЖНОСТИ

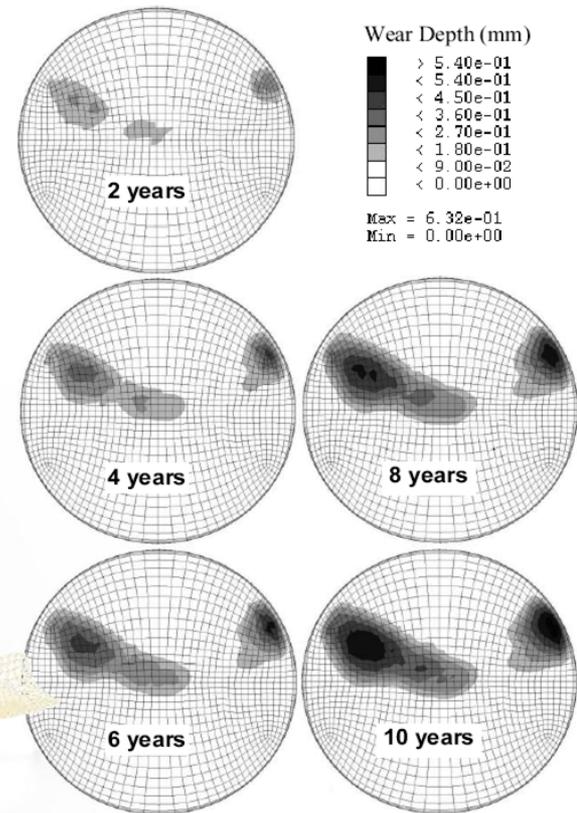
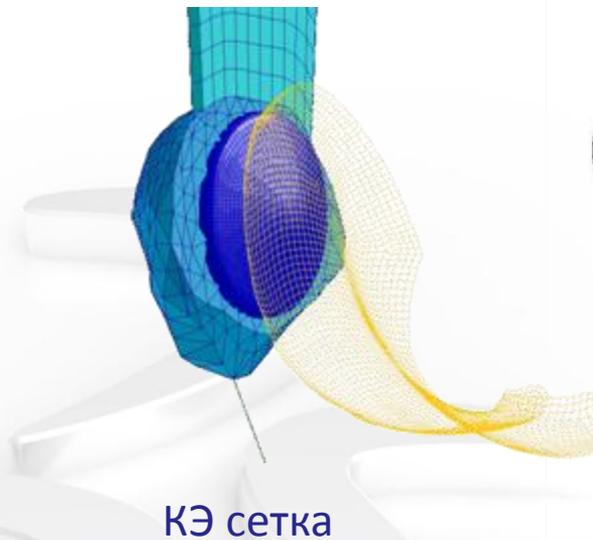
Расширенные модели материалов

Контактные задачи и анализ износа

Анализ трещин и разрушений

Интерфейс для конструкторов

# Ортопедия – сочленение суставов

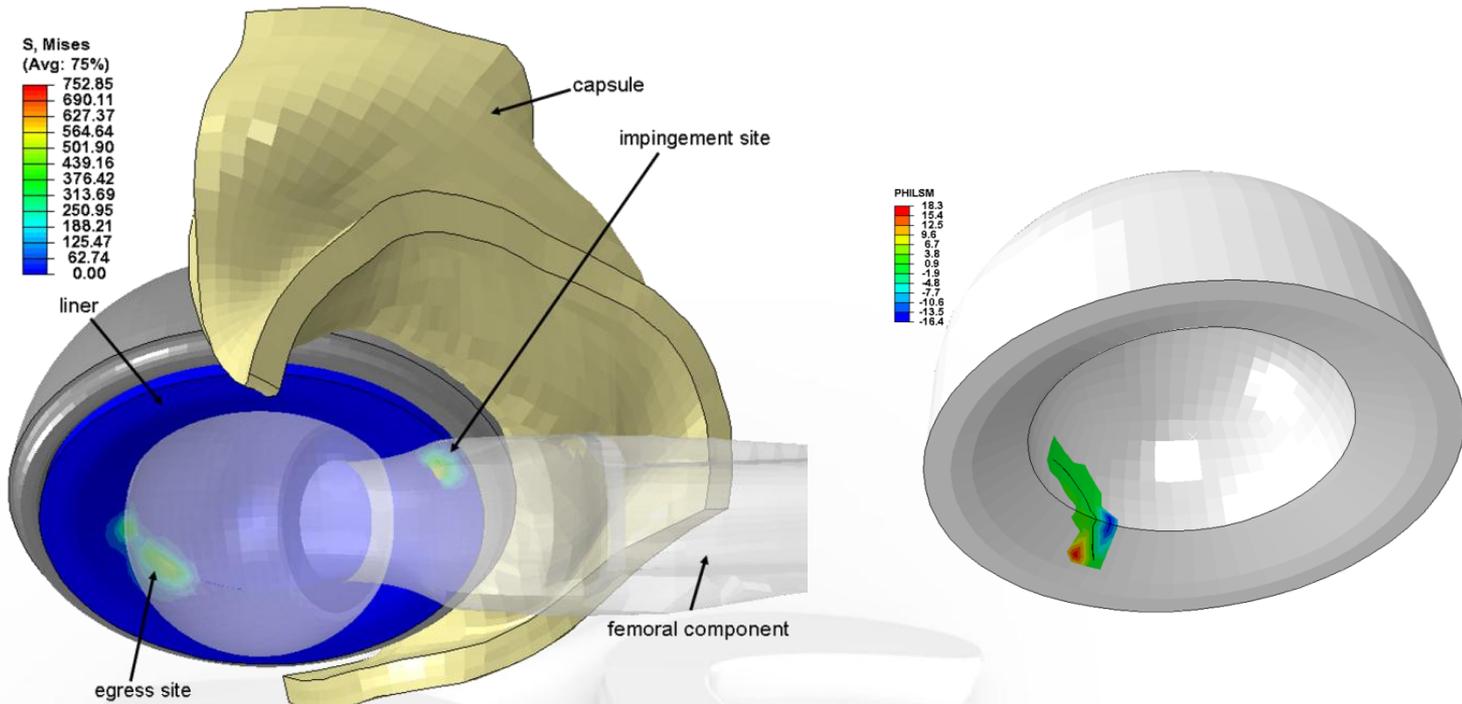


Глубина износа  
в подколенной чашечке

Ref: 2002 Abaqus User's Conference, DePuy Orthopaedics

Предсказание износа

# Ортопедия – сочленение суставов

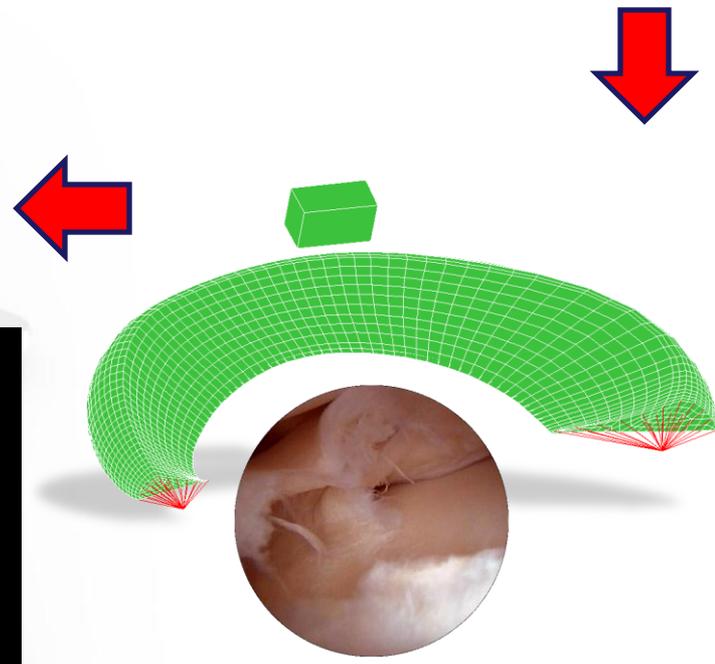
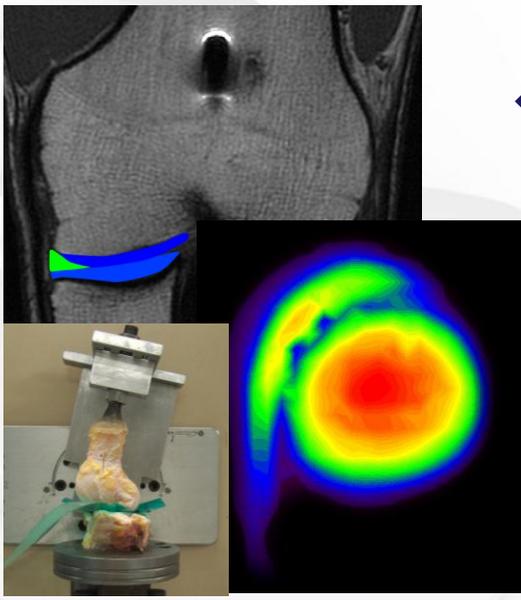
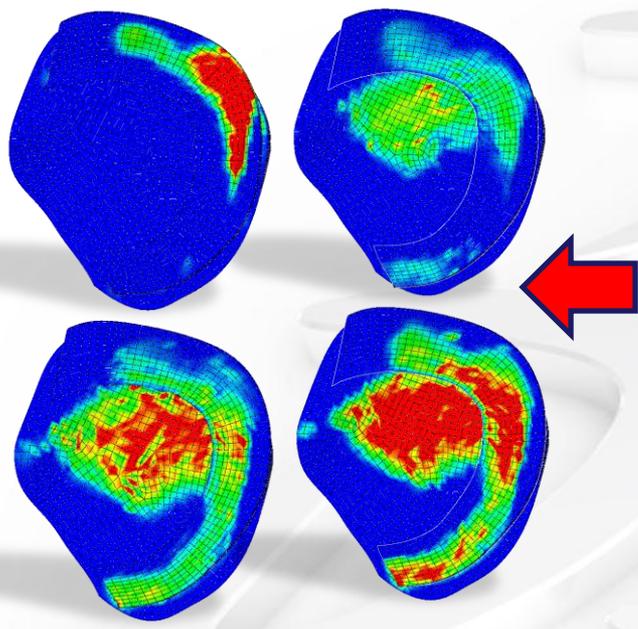
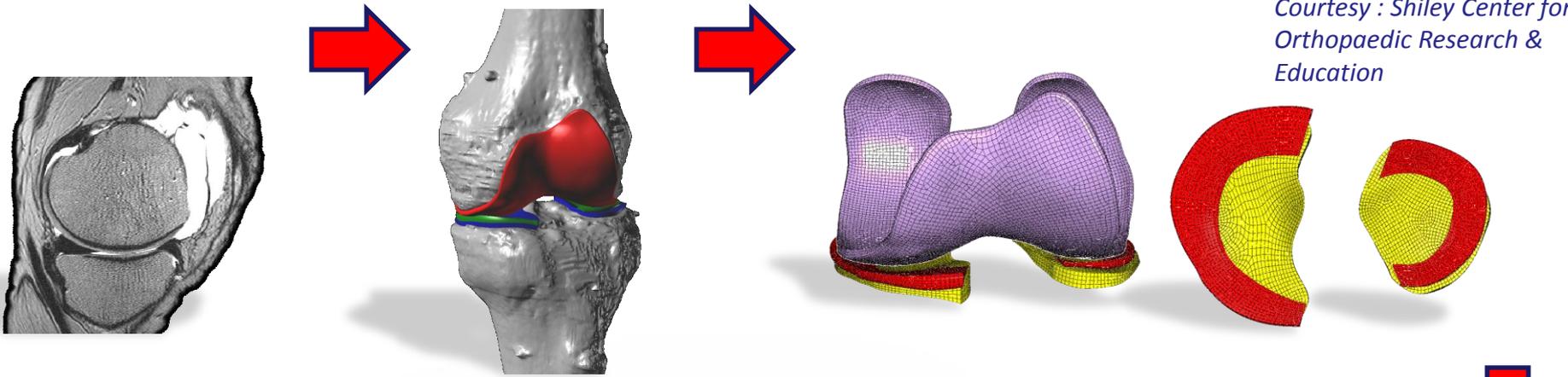


Ref: 2011 SIMULIA Customer Conference, University of Iowa and SIMULIA

**Анализ трещин в керамическом имплантате бедра**

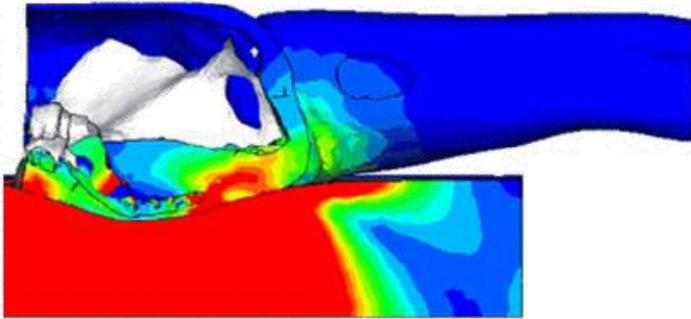
# Ортопедия – хирургическое планирование

Courtesy : Shiley Center for Orthopaedic Research & Education

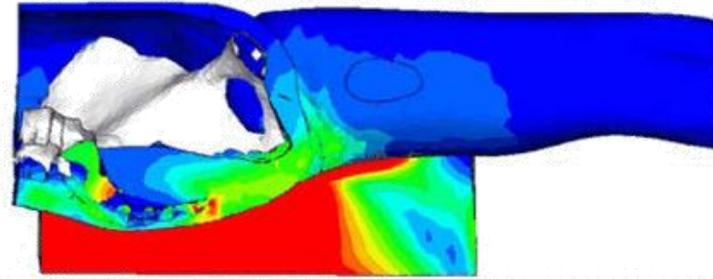


Замена мениска

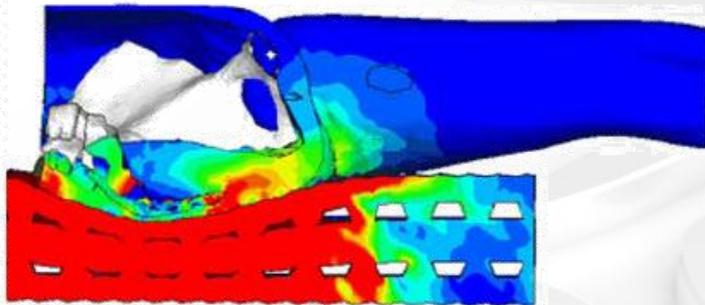
# Ортопедия – мягкие ткани и системы поддержки



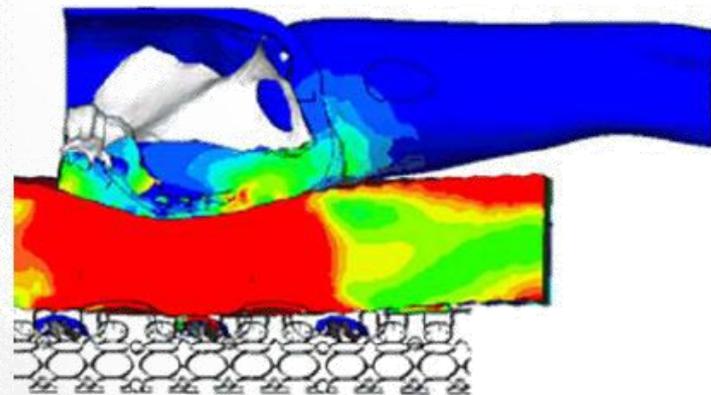
Cold-Cure Foam



Highly Viscoelastic Foam



Soft Foam Composite

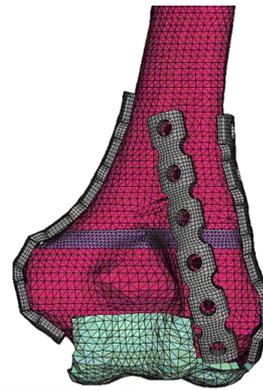
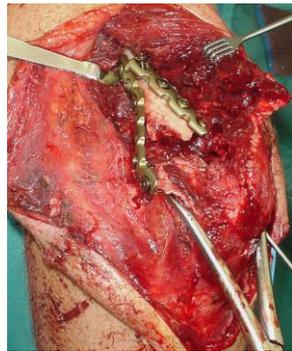


Micro-Stimulation System

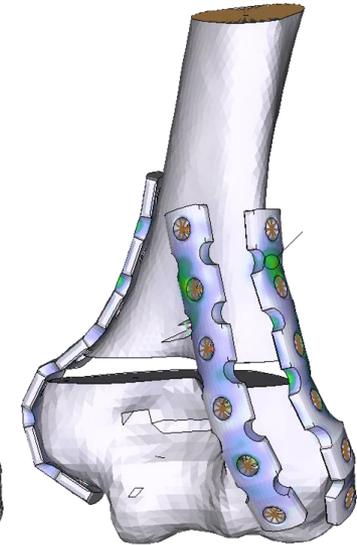
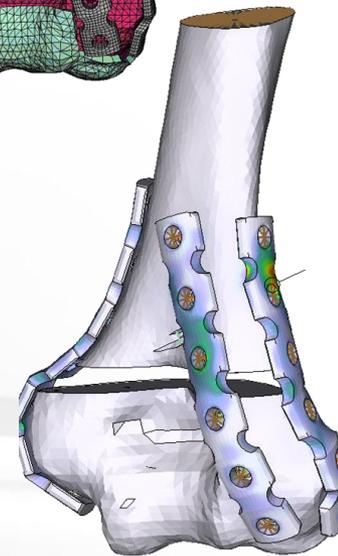
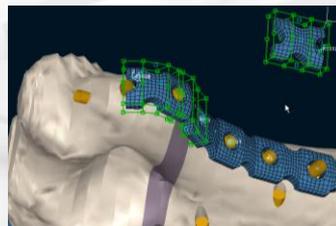
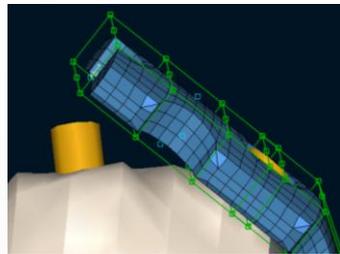
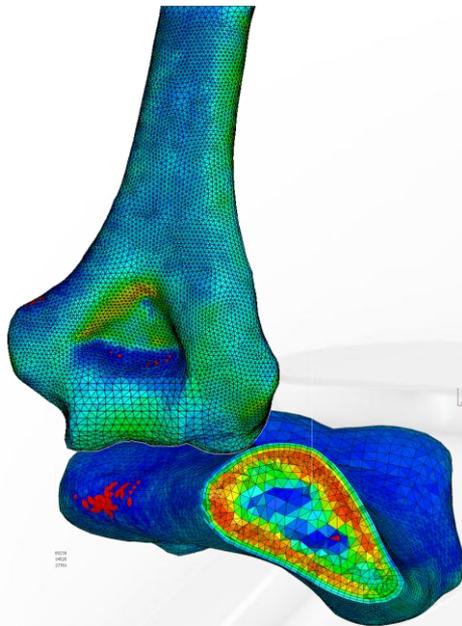
*Ref: 2009 SIMULIA Customer Conference*

**Сравнение систем поддержки для уменьшения пролежней**

# Ортопедия – лечение травм



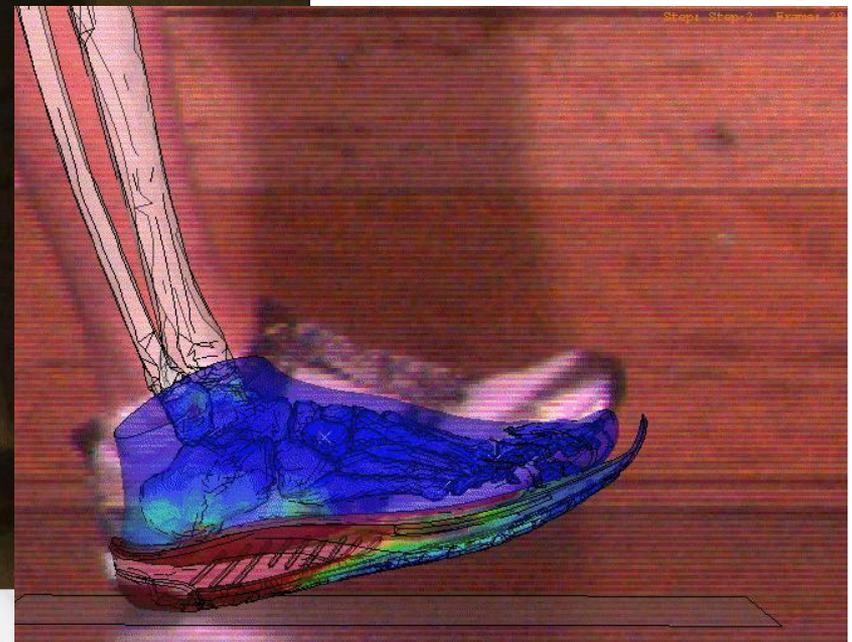
**LASSO**  
Ingenieurgesellschaft mbH



Фронтальный изгиб      Стреловидный изгиб  
3-пластинчатая конфигурация,  
напряжения в пластинах

**Технология фиксации перелома периферической кости**

# Ортопедия – Биомеханика

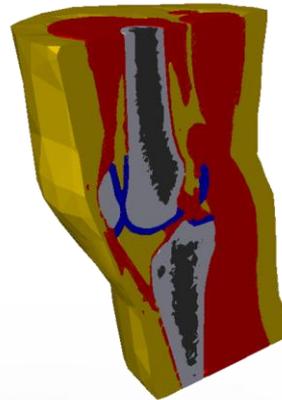


**Анализ напряжений на ступню и мягкие ткани для конструирования подошвы обуви**

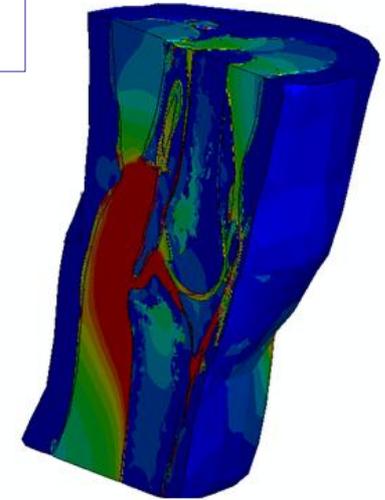
# Ортопедия – регенерация тканей



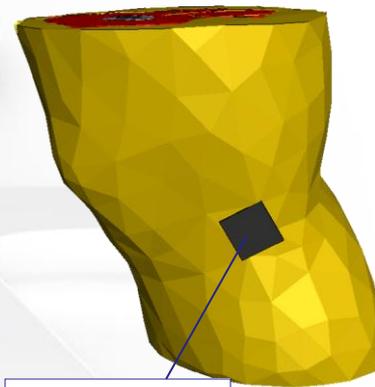
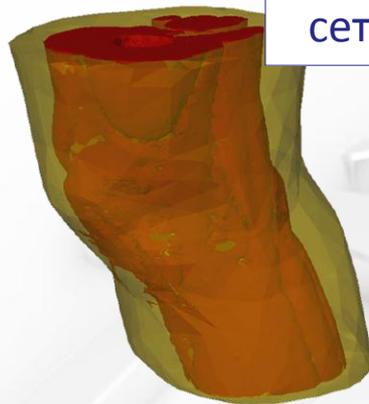
СТ Скан



Модель поперечного сечения



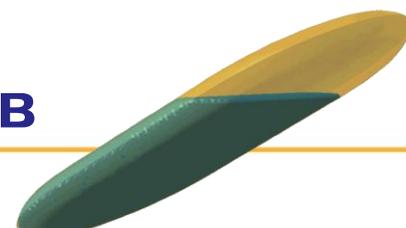
Объемная сетка



Электрод

Оптимизация позиции электрода для электрического режима с целью регенерации хрящевой ткани

# Доставка лекарственных средств



## Top Existing Customers

BD

Novo Nordisk

Abbott Laboratories

Baxter Healthcare

## Приборы

Шприцы

Автоматические  
инъекторы

Катетеры и пакеты для  
жидкостей

Мембраны, перегородки

## SIMULIA ВОЗМОЖНОСТИ

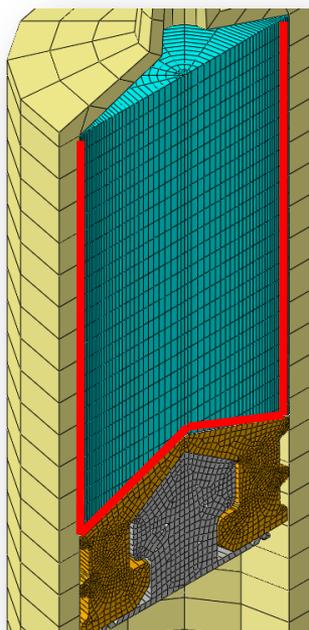
Анализ больших  
нелинейных деформаций

Надежные алгоритмы  
контакта

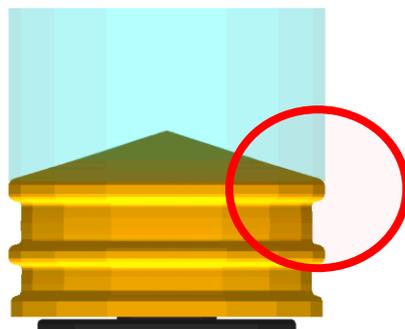
Анализ трещин и  
разрушений

Возможности  
мультифизики

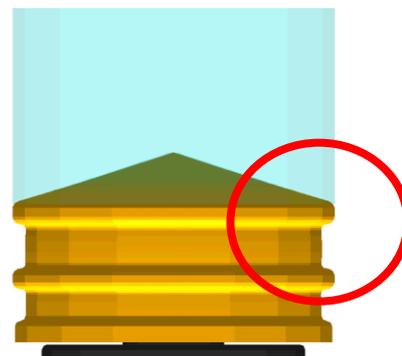
# Доставка лекарств – одноразовый шприц



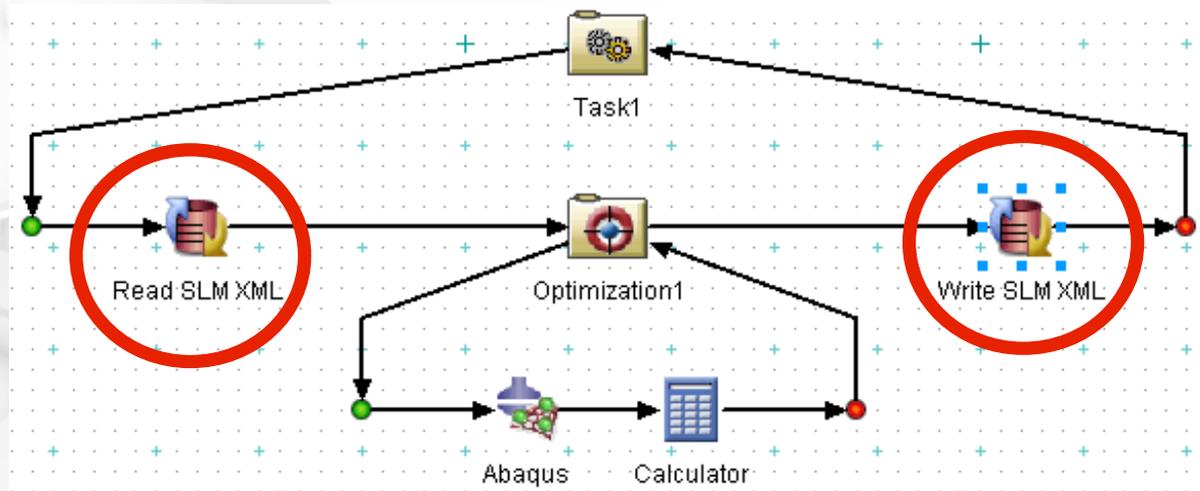
CEL модель



Неравномерные боковые нагрузки на поршень

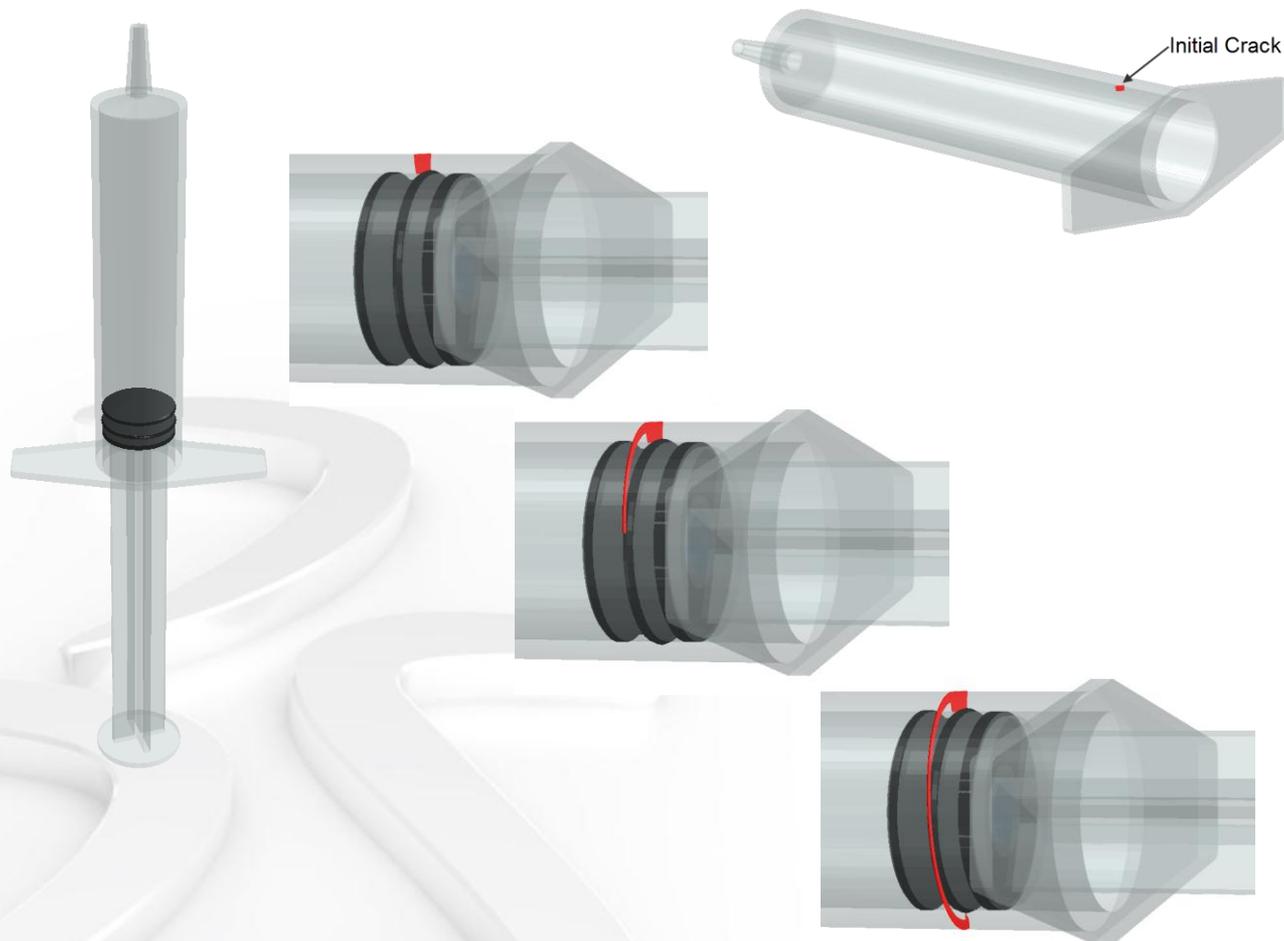


Равномерные боковые нагрузки на поршень



Оптимизация конструкции поршня с использованием для уменьшения протечек

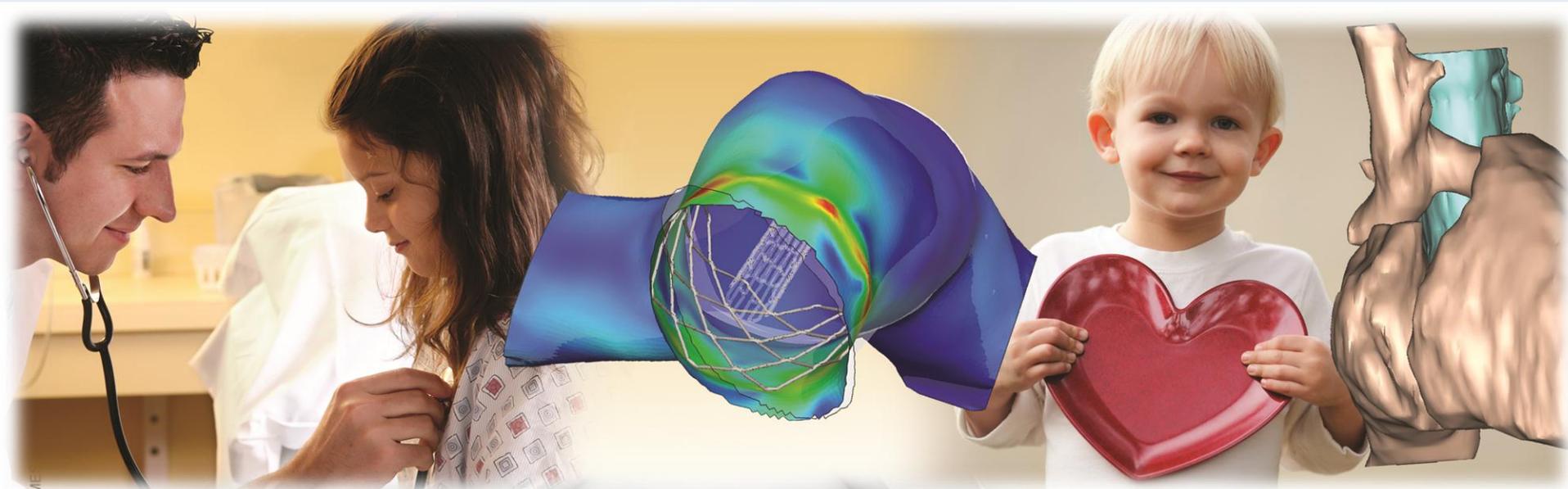
# Доставка лекарств – предварительно наполненный шприц



Анализ разрушения цилиндра шприца

# Обзор возможностей программного комплекса SIMULIA/Abaqus для задач биомедицины

27 октября 2011



Рыжов Сергей Андреевич

ООО "ТЕСИС", к.ф.-м.н. (495)612-4422 доб.300

[sr@tesis.com.ru](mailto:sr@tesis.com.ru)