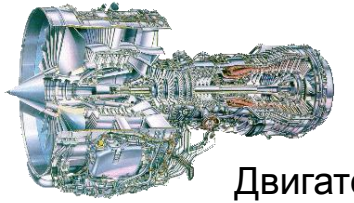
Опыт применения систем MSC Software на предприятиях России и стран СНГ

MSC Software®

Simulating Reality, Delivering Certainty™

Опыт промышленного применения систем MSC Software

Космос



Двигатели

Автомобильный транспорт

Авиация

Промышленные компании во всем мире доверяют системам и сервису MSC Software, чтобы с успехом поставлять свои продукты на рынок

ЖД транспорт

Оборонная техника

Сельхозмашиностроение

Нефтегазовая отрасль

Общее Машиностроение

Судостроение

MSC Software

Опыт применения систем MSC Software

- Более 600 докладов на 16 Московских VPD-конференциях MSC
- Большое количество докладов на международных конференциях MSC

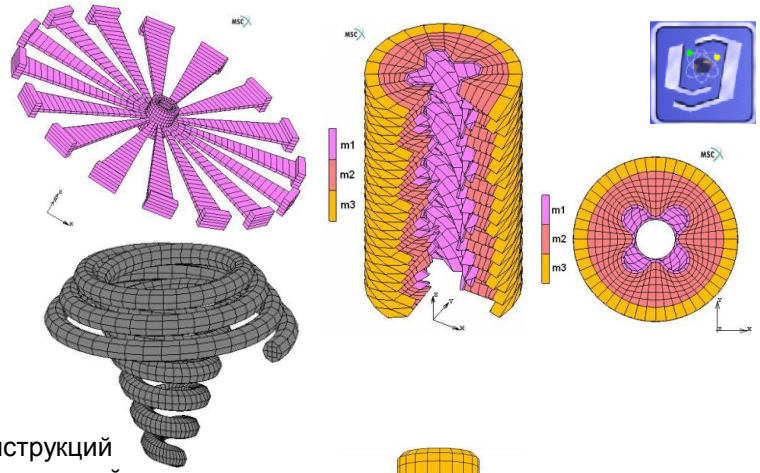
Заказать материалы международных и Российских конференций, а так же другие информационные материалы, можно прислав заявку в Московский офис MSC Software

Машиностроение

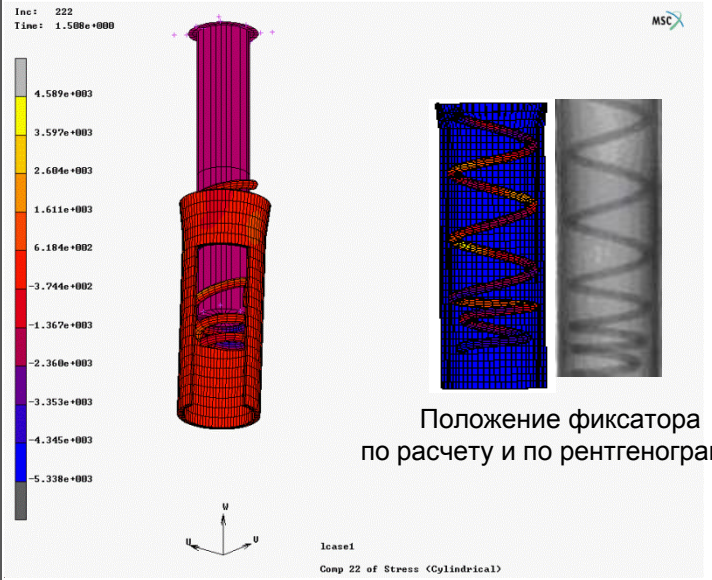
Скрипт-технологии при моделировании на примере программ Marc & Mentat

Возможности скрипт-технологии

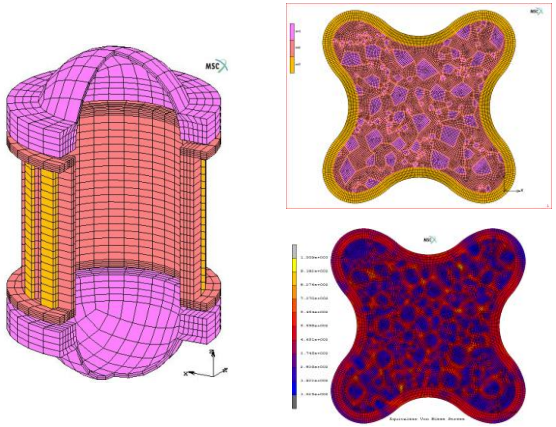
- Контроль качества сетки КЭ
- Ускорение создания моделей
- Создание моделей с неопределенной геометрией
- Автоматизация многовариантных расчетов
- Нестандартная обработка результатов

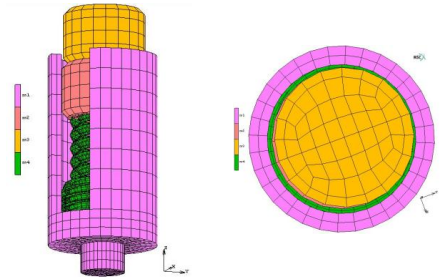


Моделирование конструкций
с неопределенной геометрией



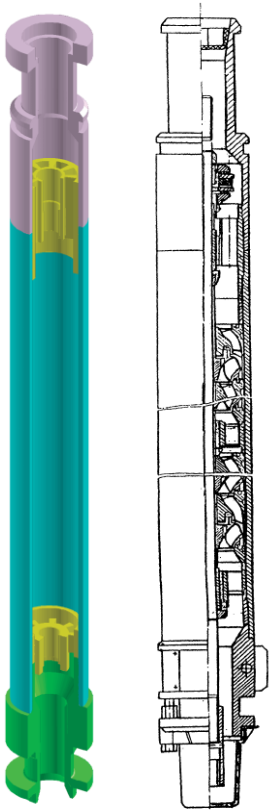
Положение фиксатора
по расчету и по рентгенограмме

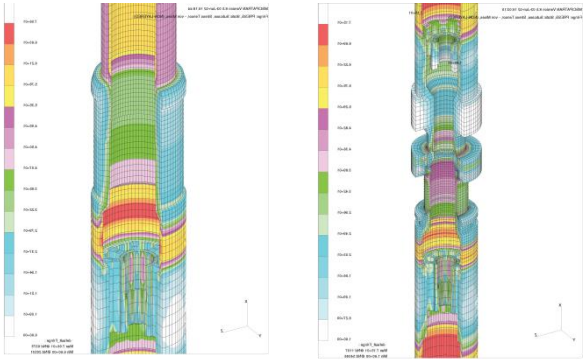




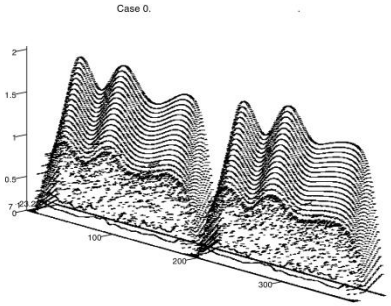
Модель сборки нижней части ТВЭЛа
с несоосными топливными таблетками

Расчетное исследование напряженно-деформированного состояния и динамики процесса работы погружного центробежного насоса

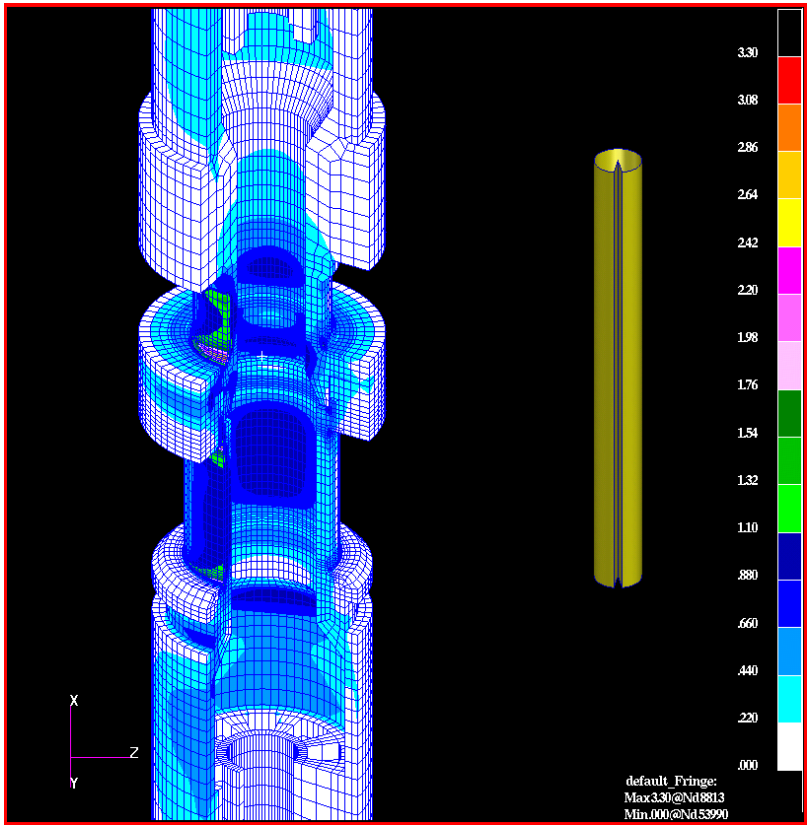




Примеры расчета локального НДС

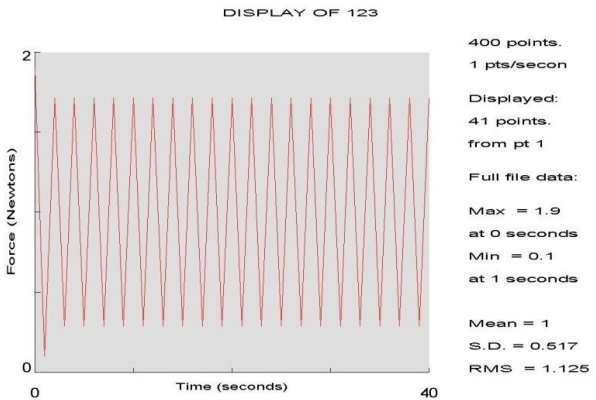


Радиальный зазор



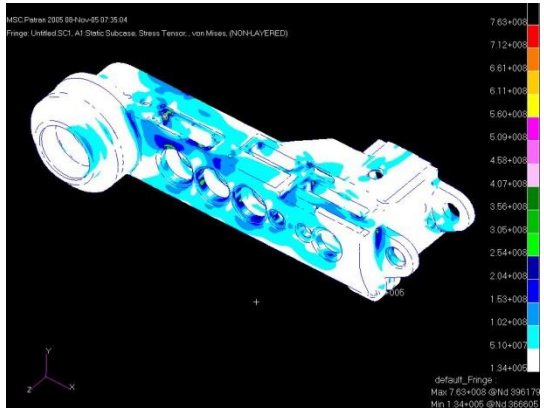
Изменение локального НДС при прецессии

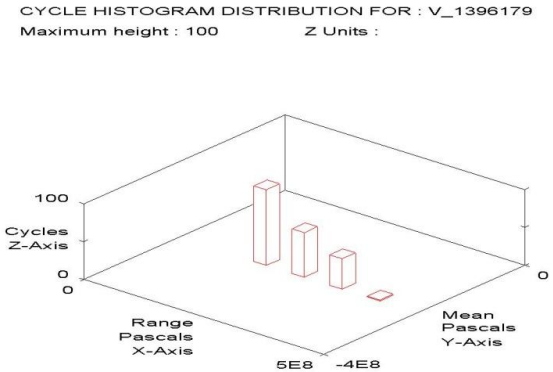
Расчет долговечности корпуса резания угольного комбайна в MSC Fatigue



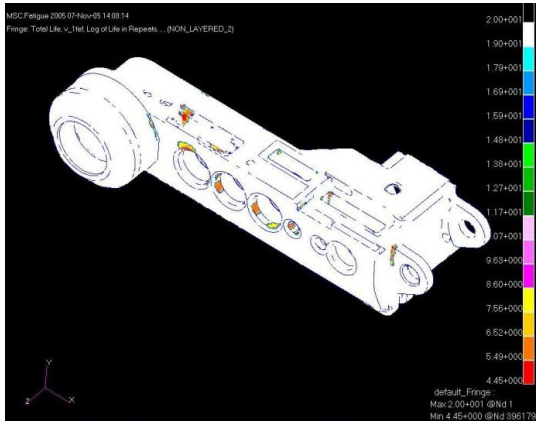
Характер изменения нагрузки

НДС корпуса резания угольного комбайна





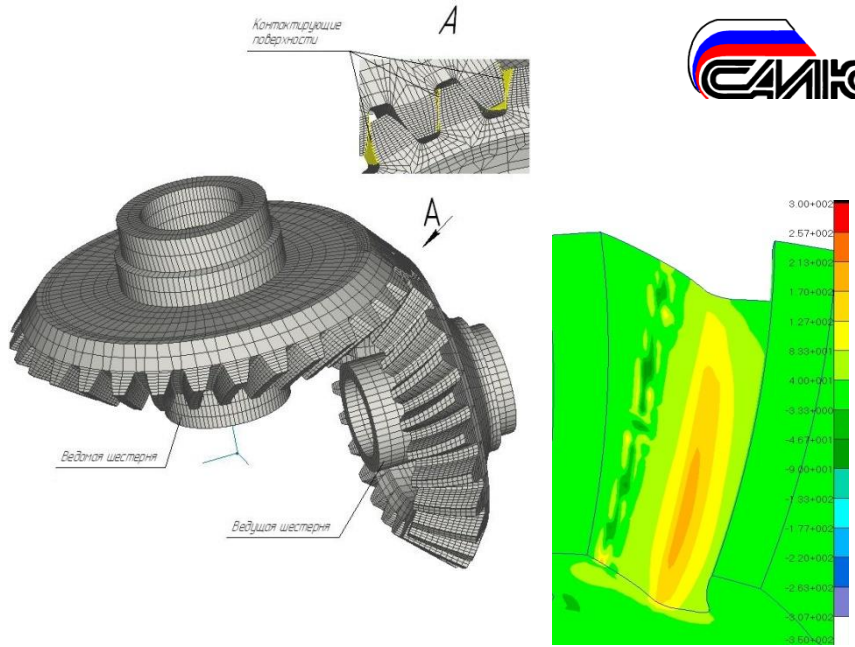
Гистограмма циклов, полученная в MSC Fatigue



Суммарная долговечность детали

Анализ НДС конической пары шестерен на основе контактной задачи Marc

- Проведен ряд расчетов для определения изгибных и контактных напряжений в шестернях с учетом деформации шестерен от центробежных нагрузок
- Представленные результаты хорошо согласуются с результатами, полученными на основе традиционных методик.
  Однако, применение МКЭ позволяет более подробно изучить изменение НДС шестерен, а также определить влияние на НДС шестерен различных технологических факторов (зазоров между зубьями вследствие изменения межосевого расстояния, перекосов и т.п)

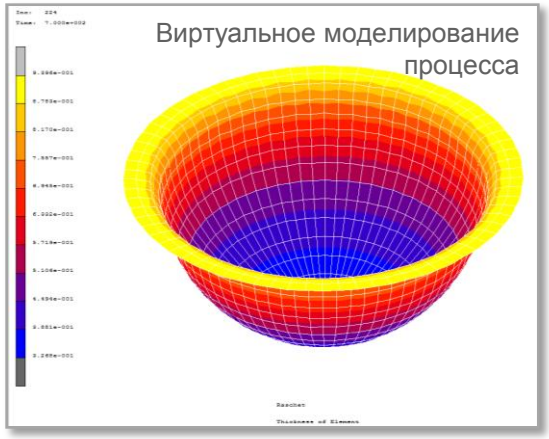


Распределение первых главных напряжений на ведущей шестерне, МПа

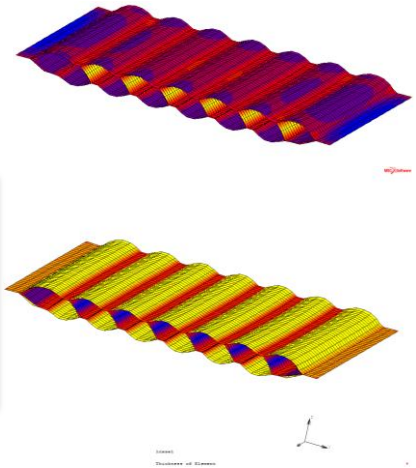
Моделирование пневмотермической формовки многослойных конструкций в Marc

Натурные эксперименты пневмотермической формовки

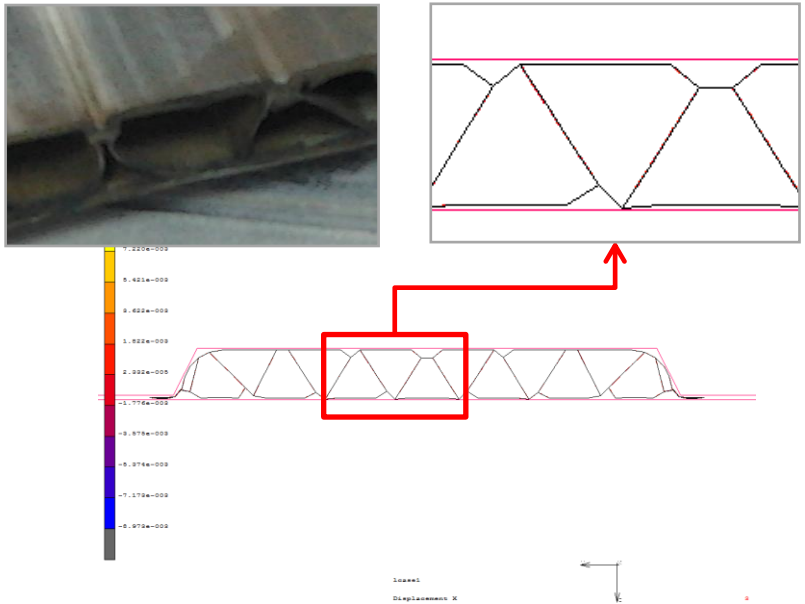
Виртуальное моделирование процесса



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Возникновение дефектов формы многослойной панели

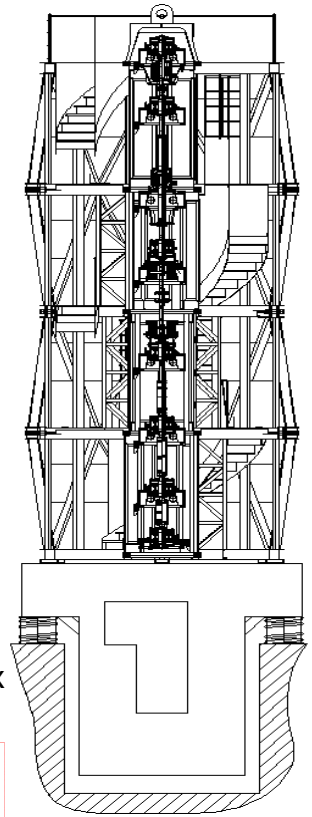


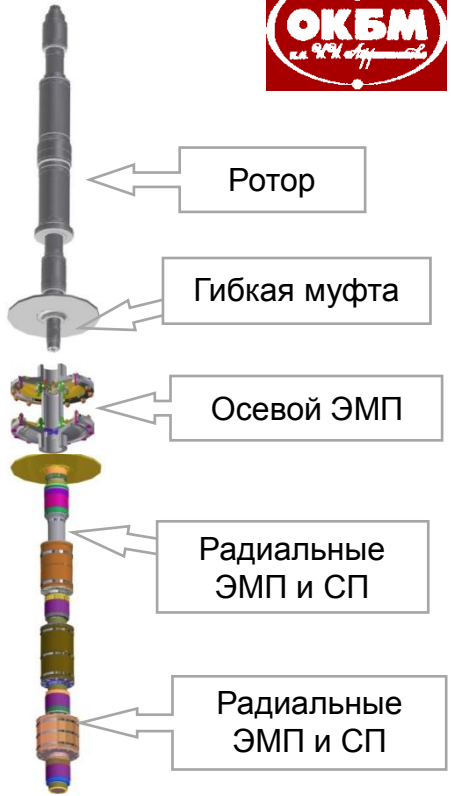
Исследование динамики системы «ротор – страховочный подшипник» при отказе электромагнитного подвеса

Объект исследования: стенд ММР

Особенности конструкции:

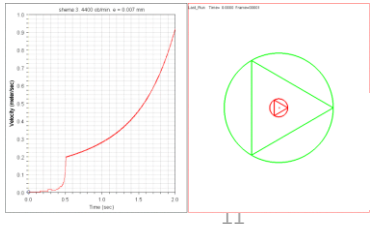
- «гибкий» ротор сборной конструкции;
- произвольное распределение дисбаланса на различных участках ротора;
- соединение роторов гибкой муфтой;
- определенная неустойчивость вращения ротора на ЭМП;
- СП, установленные с зазором;
- сухое трение в зоне контакта втулки ротора и СП





В результате компьютерного моделирования с использованием комплекса Adams:

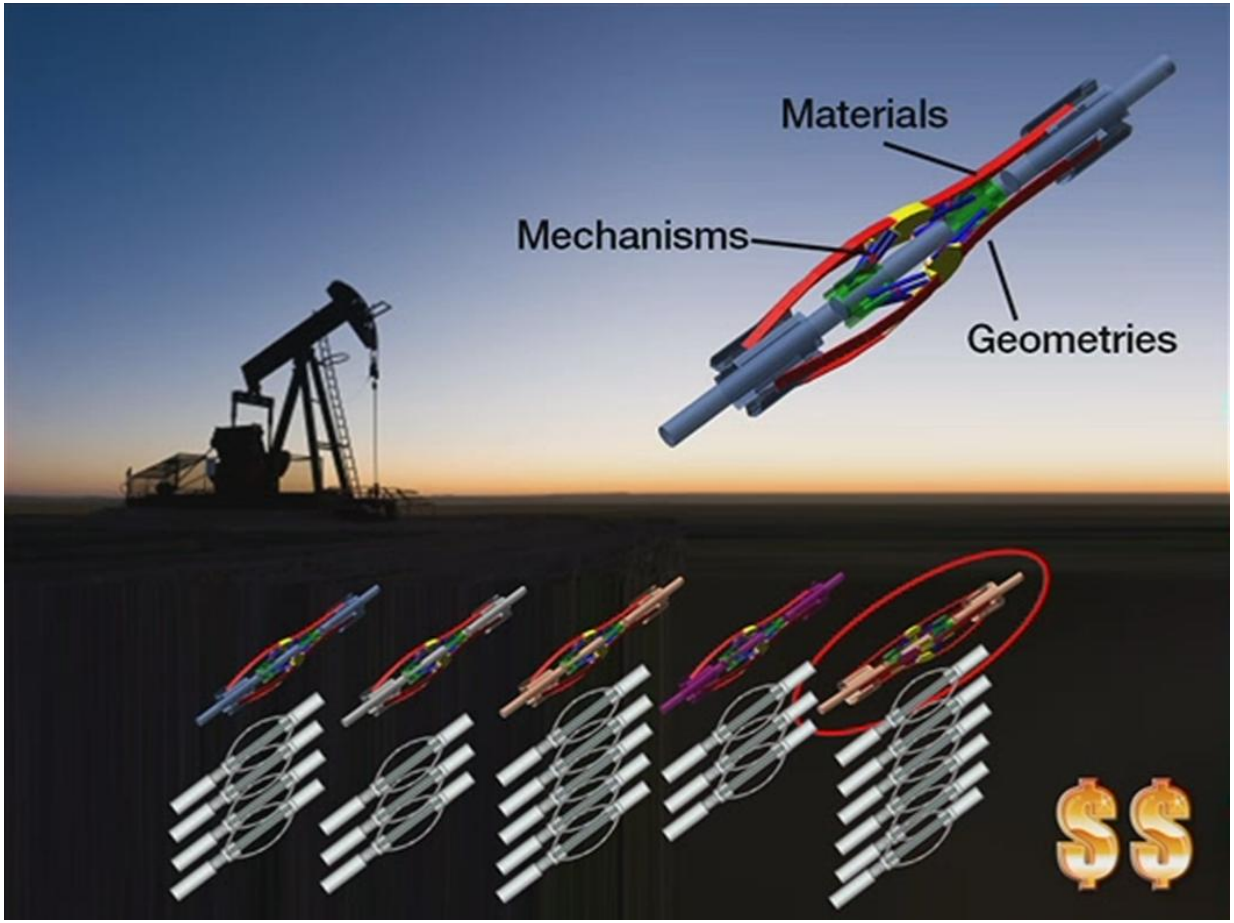
- исследована динамика ударного взаимодействия ротора с СП;
- определены оптимальные значения параметров СП, при которых движение ротора устойчиво;
- минимизированы нагрузки на СП;
- разработана конструкция крепления СП



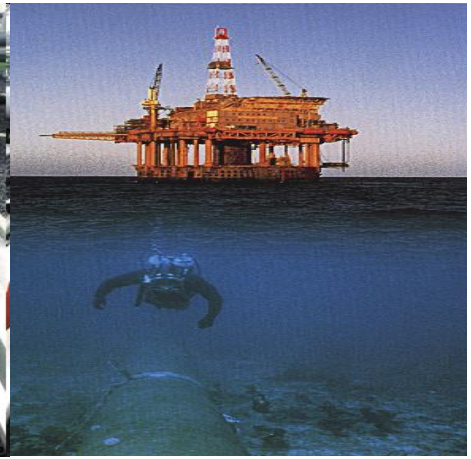
Движение центра массы ротора, вращающегося в СП жёстко связанным с опорной конструкцией

MSC Software Confidential

Моделирование работы устройства для центровки труб



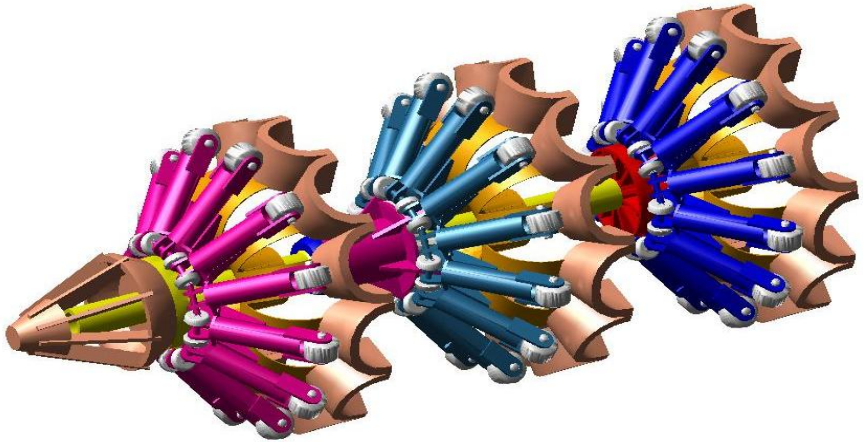
Моделирование работы устройства для дефектоскопии труб

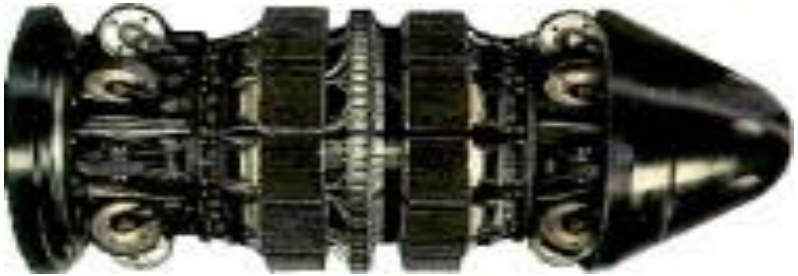


Задача: Оценить возможность выхода из строя и возможность застревания устройства для дефектоскопии труб. Устранить недостатки устройства для дефектоскопии

Решение: Полная виртуальная модель в ***Adams***

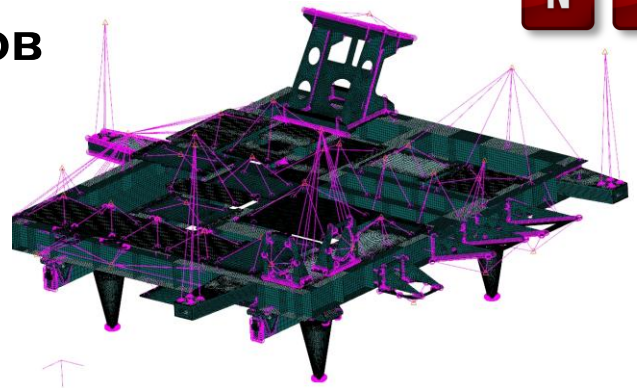
Результат: Созданный виртуальный прототип позволил выявить недостатки устройства дефектоскопии труб и сделать необходимые конструктивные изменения для их устранения



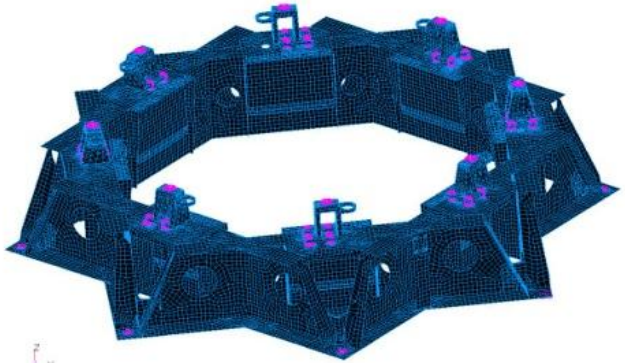


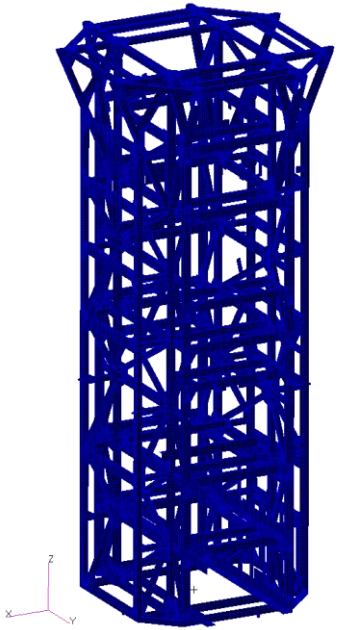
Космос

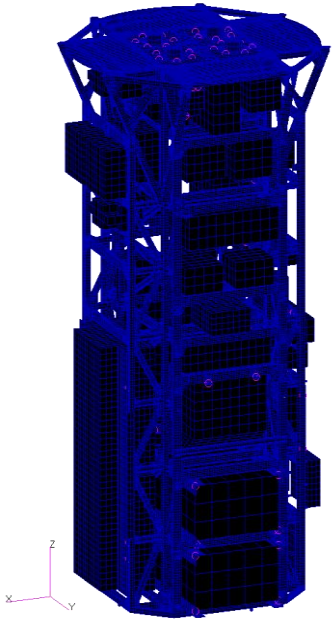
Создание динамических моделей КА с использованием метода суперэлементов



- Применение СЭ для модели КА позволило:
  - Создать единую динамическую модель КА на основе конечно-элементных моделей отдельных сборок, используемых для прочностных расчетов
  - Унифицировать процедуру соединения сборки (подконструкций)
  - Проанализировать влияние отдельных сборок на общи динамические характеристики КА
  - Сократить время расчетов и расширить возможности п отладке и анализу математической модели КА
  - Сократить объем передаваемой модели без потери точности с исходных 1.75 млн. степеней свободы до 96



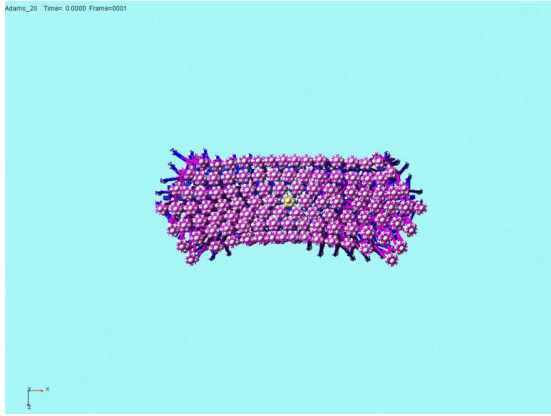


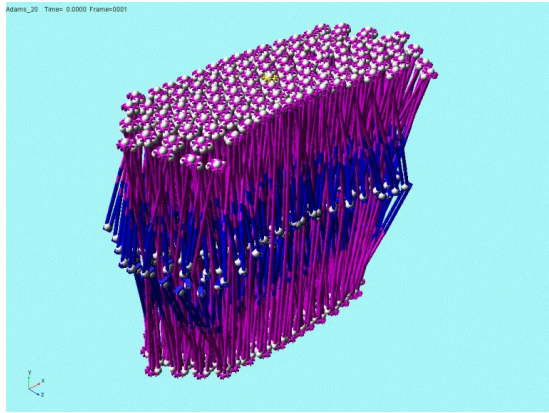


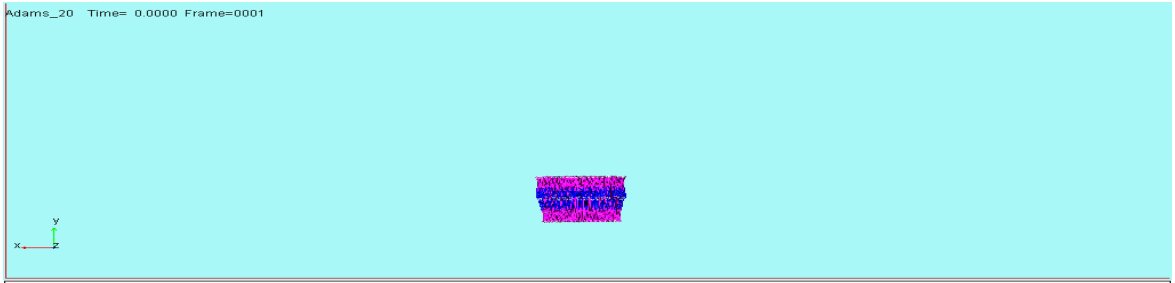
ФГУП НПП “ВНИИЭМ”

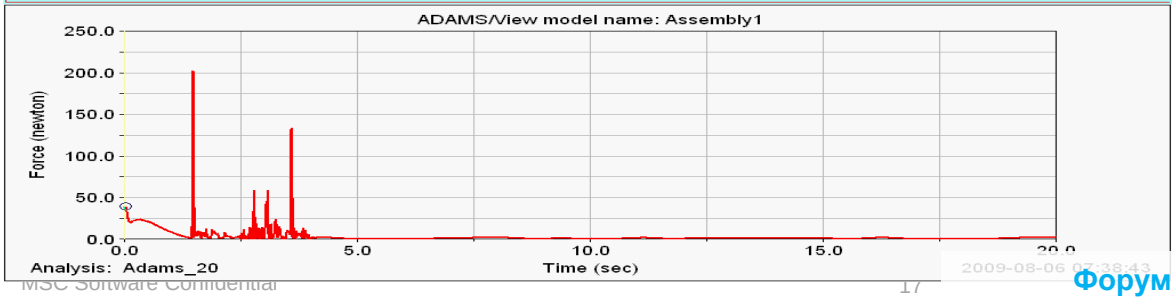
Решение динамической задачи о раскрытии рефлектора

- Краткое описание модели
  - Более 3200 подвижных частей
  - Более 2500 контактных пар
  - Более 2500 упруго-демпфирующих элементов
  - Более 1200 упругих элементов (BUSH)
  - Более 2500 кинематических связей



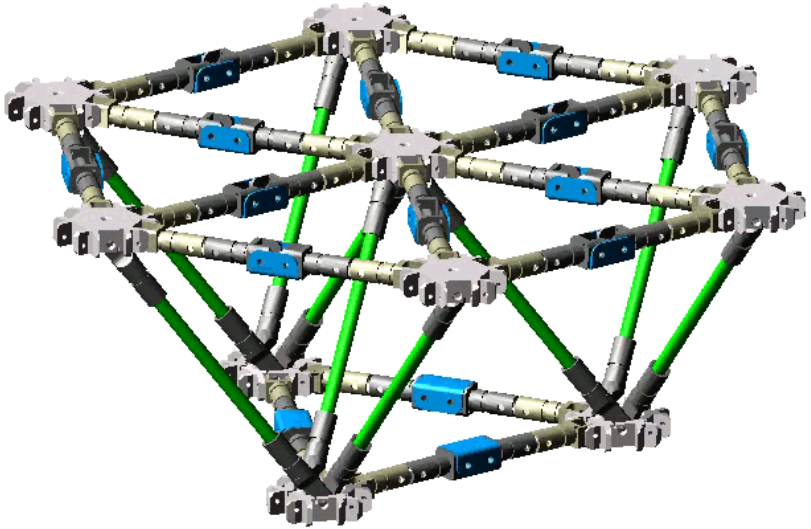






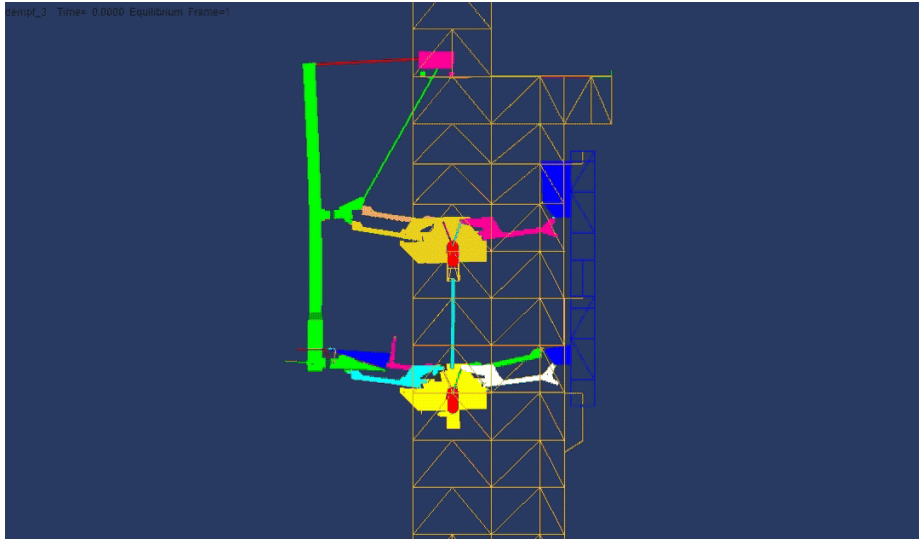
Моделирование процесса раскрытия космической антенны-рефлектора

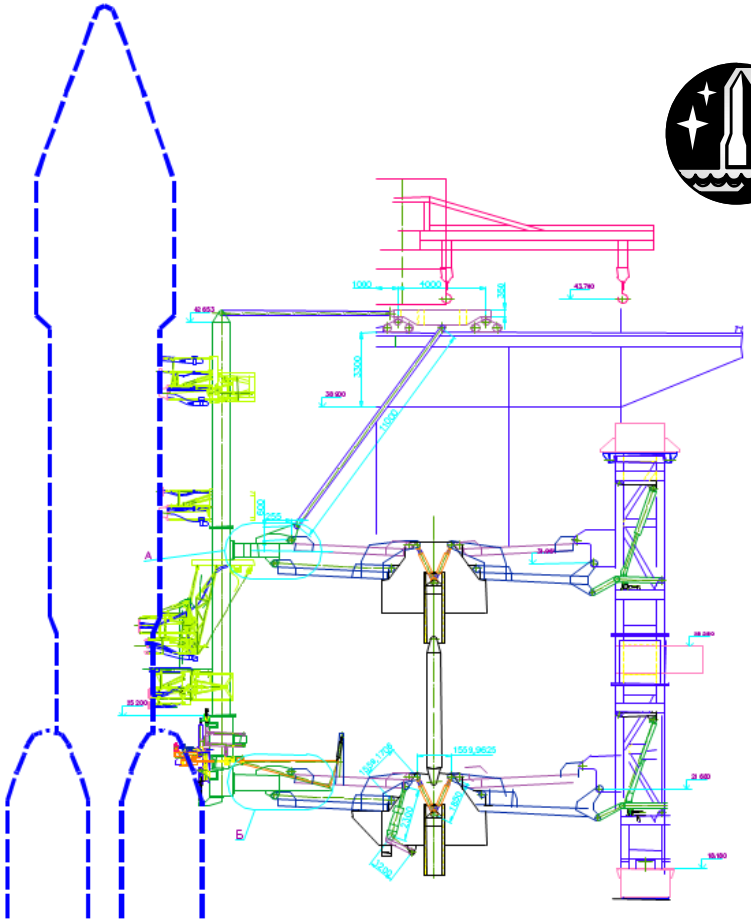
- Краткое описание модели
  - Более 3200 подвижных частей
  - Более 2500 контактных пар
  - Более 2500 упруго-демпфирующих элементов
  - Более 1200 упругих элементов (BUSH)
  - Более 2500 кинематических связей



Проектирование механизма удержания РКН

- **Механизм удержания РКН**
  - Жёсткие части – 87
  - Упругие тела – 13
  - Соединители –166
  - Контакты – 50
  - Силы – 2
  - Гравитация





Комплекс расчетно-экспериментальных работ по анализу динамики космического радиотелескопа «Радиоастрон»

КРТ в стартовой конфигурации

Диаметр зеркала 10 м

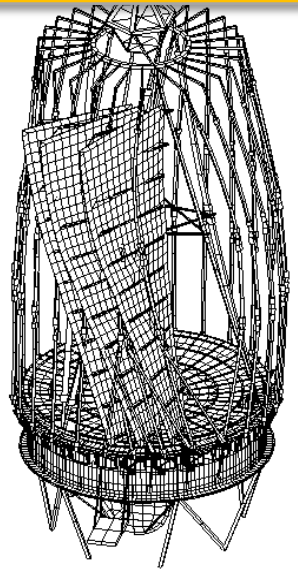
Масса – около 5400 кг

Астрокосмический Центр
ФИ им. Лебедева РАН

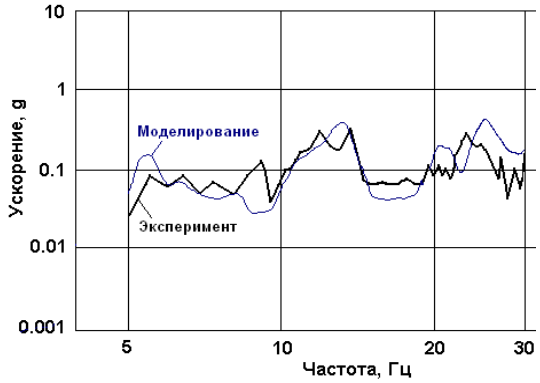
Научно-производственное
объединение им. Лавочкина

Моделирование вибродинамических испытаний

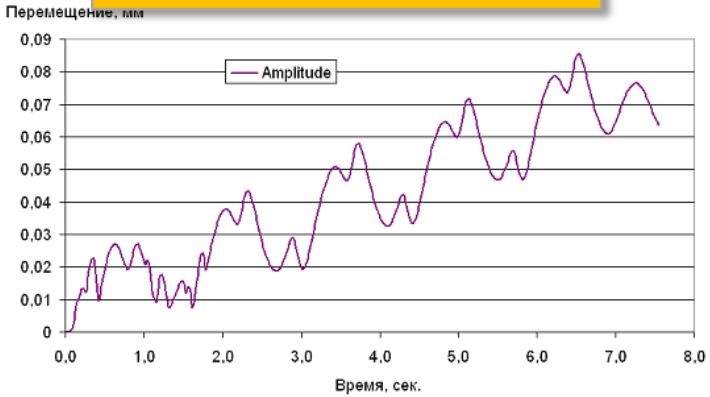
Модальный анализ (SOL 103)



Тона лепестков (частота 8.58 Гц)



Переходной анализ (SOL 109)



Максимальные отклонения отражающей поверхности КРТ

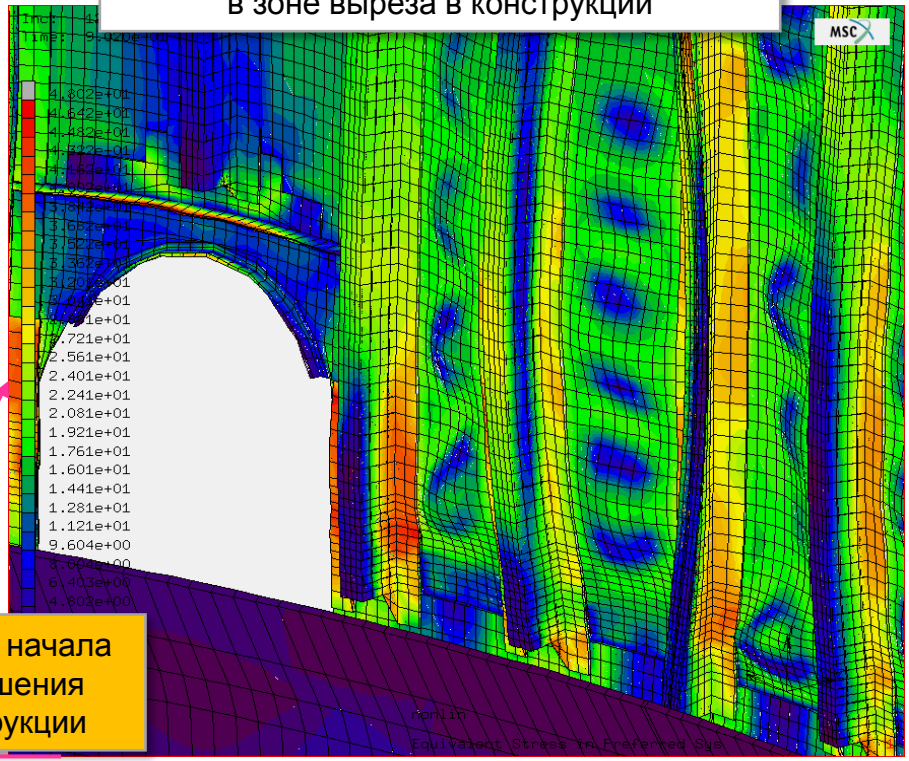
Гармонический анализ (SOL 111)

Сравнение результатов расчета с испытаниями приборного отсека III ступени КА

Вид снаружи

Стендовая конструкция после испытаний на осевое сжатие до разрушения. Запас прочности = 1.07

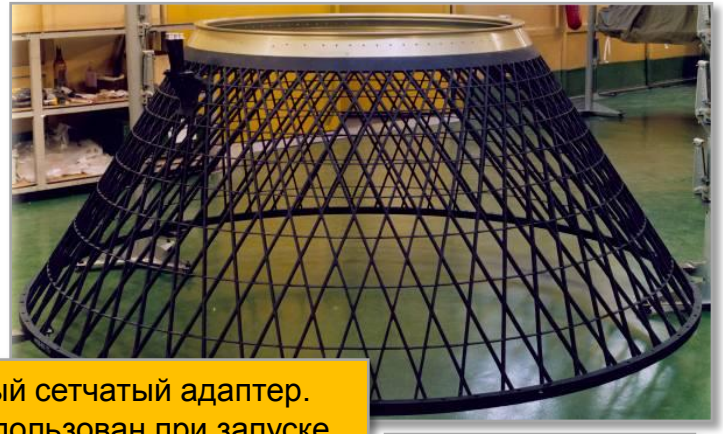
Вид изнутри. Эквивалентные напряжения в зоне выреза в конструкции



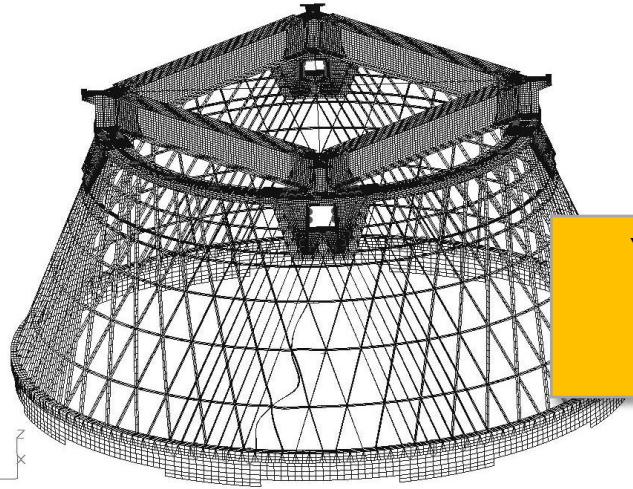
Расчетный запас прочности по предельной несущей способности = 1.08

Виртуальная разработка композитных сетчатых конструкций для ракет-носителей и космических аппаратов

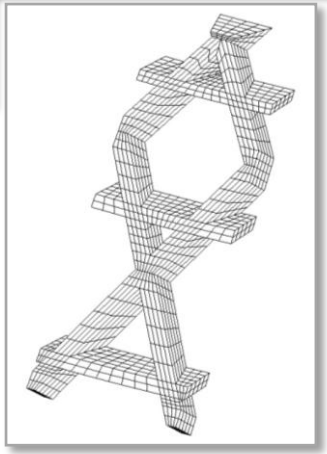
Ранее применявшийся адаптер изготовленный из металла



Углепластиковый сетчатый адаптер. Впервые был использован при запуске КА «Нимик-2». Снижение массы составило около 80 кг (или 50%)

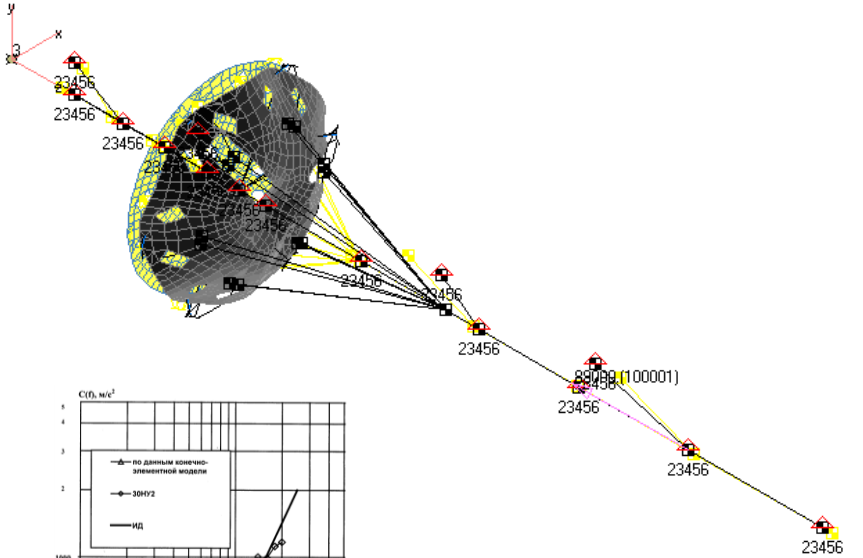


Уточненная расчетная модель адаптера MSC Nastran
1 млн. DOF
Форма потери устойчивости

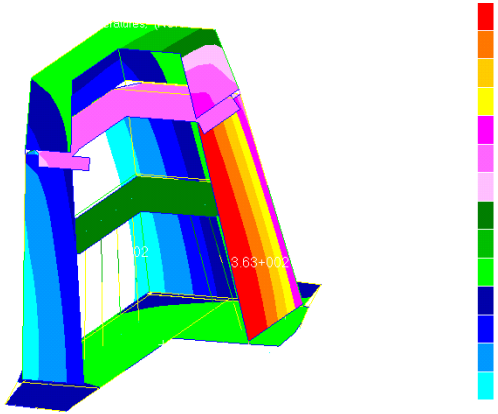


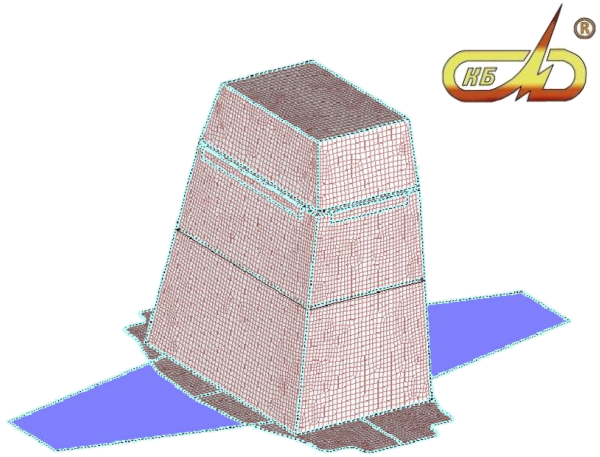
ГКНПЦ им. М. В. Хруничева

Расчетная модель ракеты «Волна СА-1» на случай разделения первой и второй ступеней

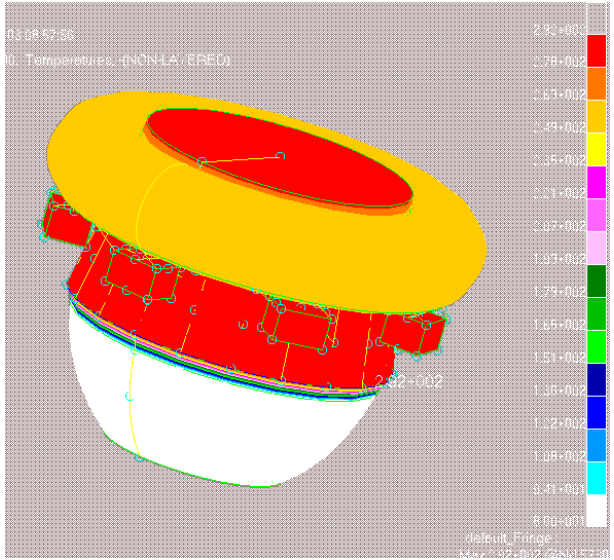

23456
23456
23456

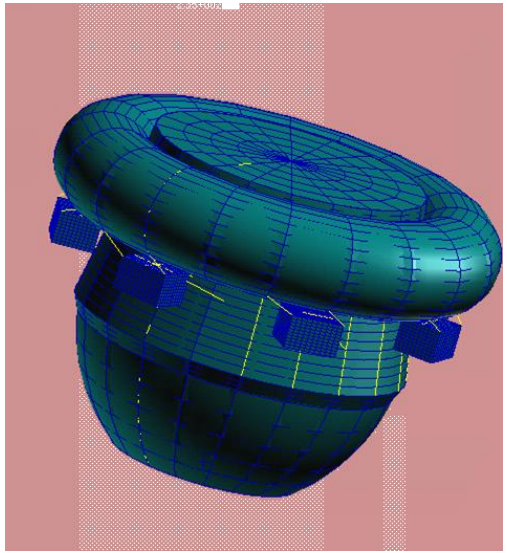
Разгонный блок РН «Воздушный Старт»





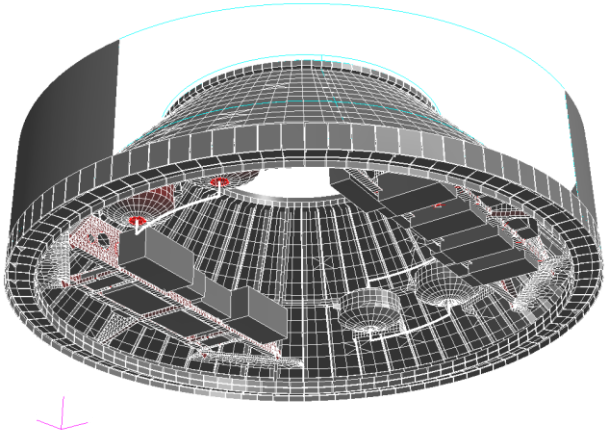
Расчет температурных режимов
КА «Компас»



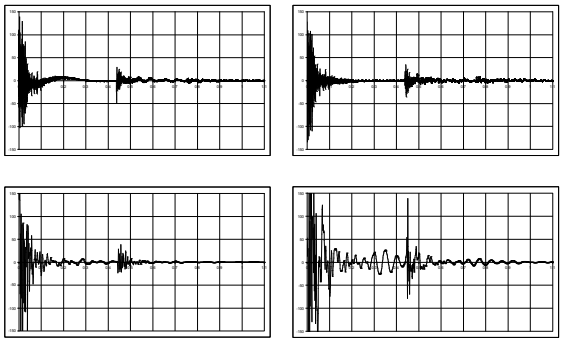


«КБ им. академика В. П. Макеева»

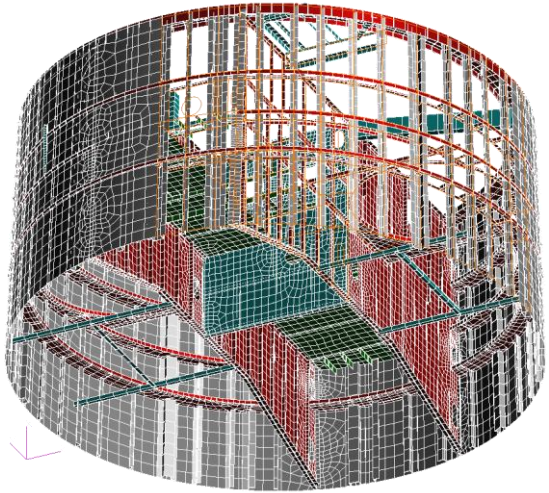
Опыт практического применения программных продуктов корпорации MSC Software в проектных разработках НПО «Машиностроения»



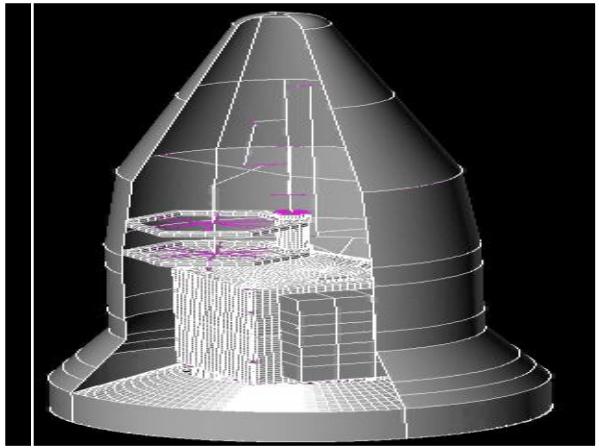
Отсек измерительной аппаратуры



Перегрузки в процессе раскрытия

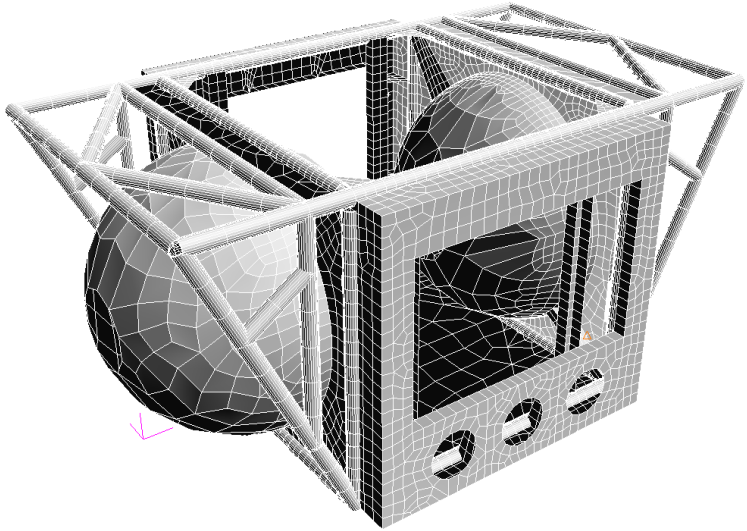


Интерфейс

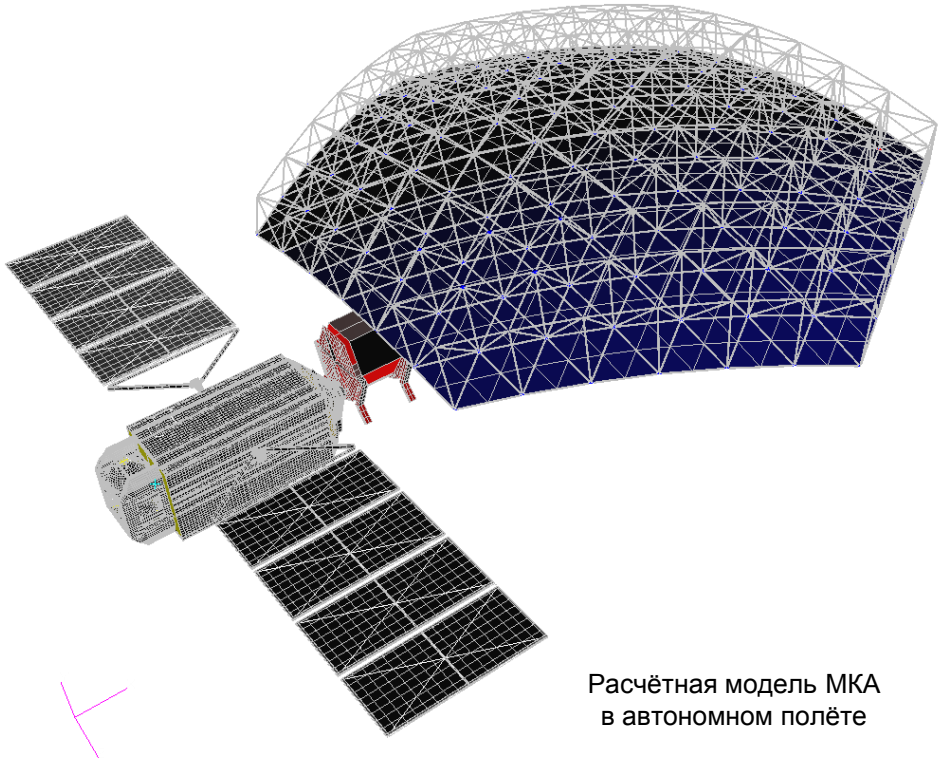


МКА под обтекателем

Опыт практического применения программных продуктов корпорации MSC Software в проектных разработках НПО «Машиностроения»

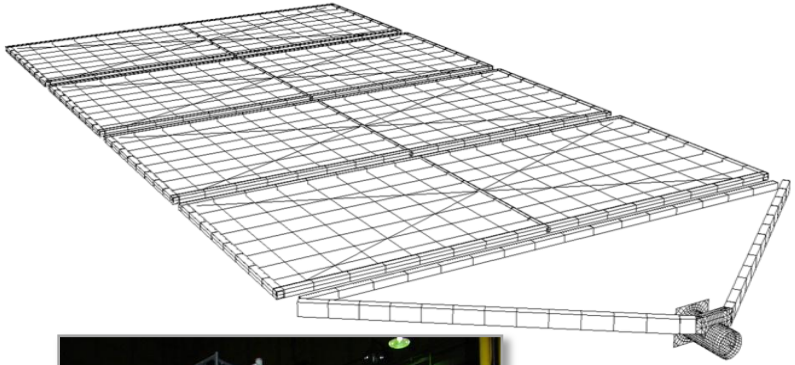


КЭ-модель двигательной установки МКА

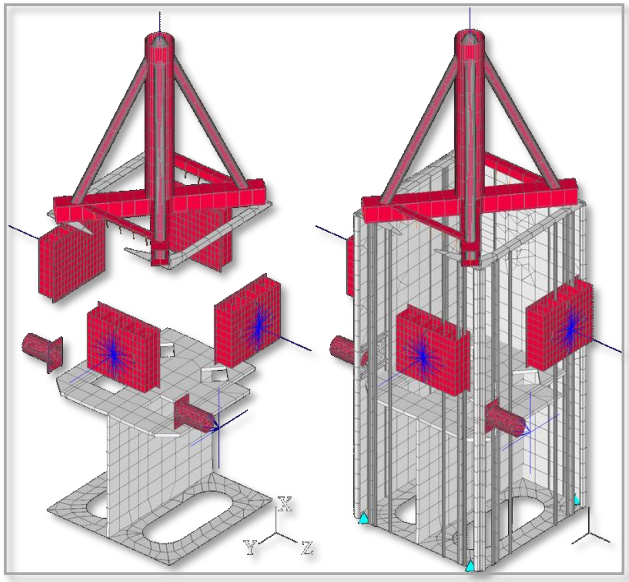


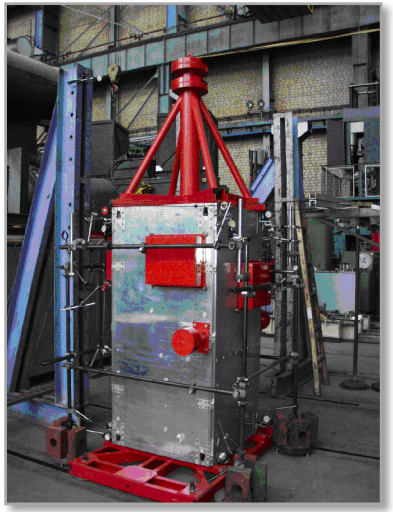
Расчётная модель МКА в автономном полёте

Опыт практического применения программных продуктов корпорации MSC Software в проектных разработках НПО «Машиностроения»



КЭ-модель корпуса МКА



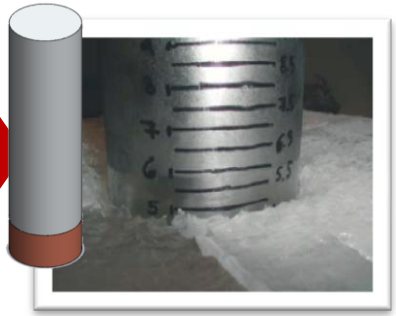


Частотные испытания солнечной батареи

Оценка скорости криобота в MSC Nastran

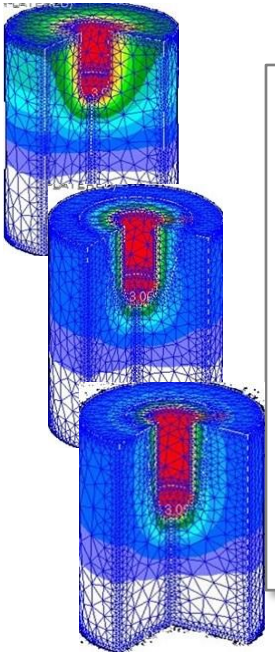
Эксперимент 1

Эксперимент 2

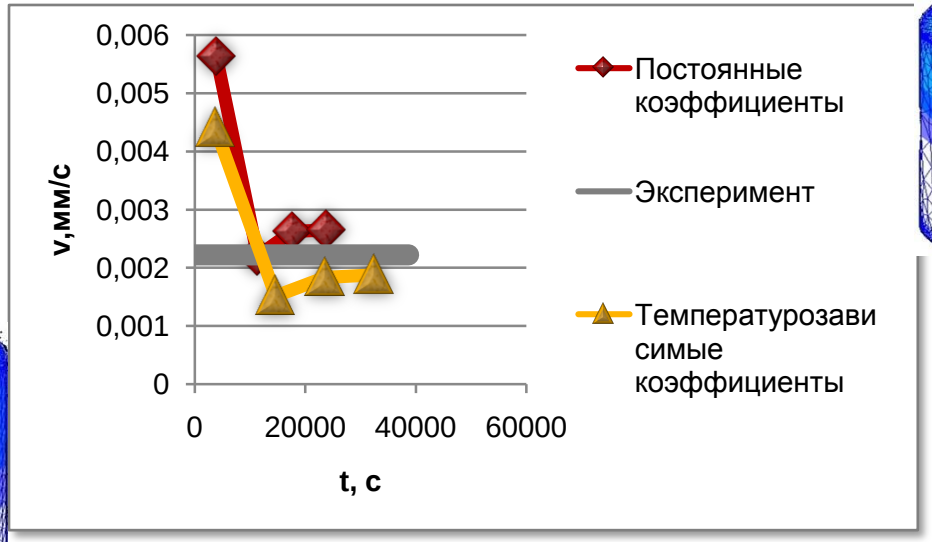


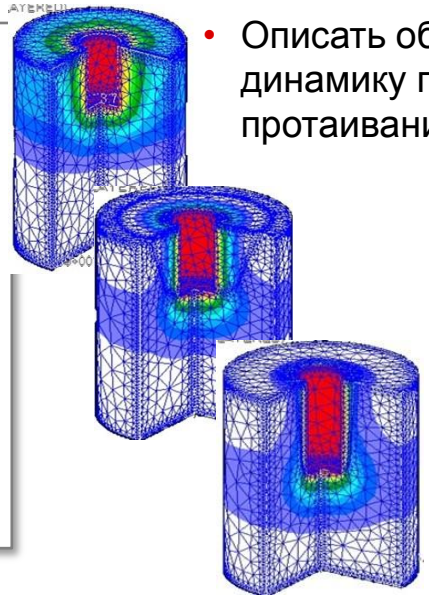
Поставленные задачи:

- Оценить скорость перемещения криобота
- Описать общую динамику процесса протаивания



Температурные поля, полученные в MSC Nastran (Thermal)



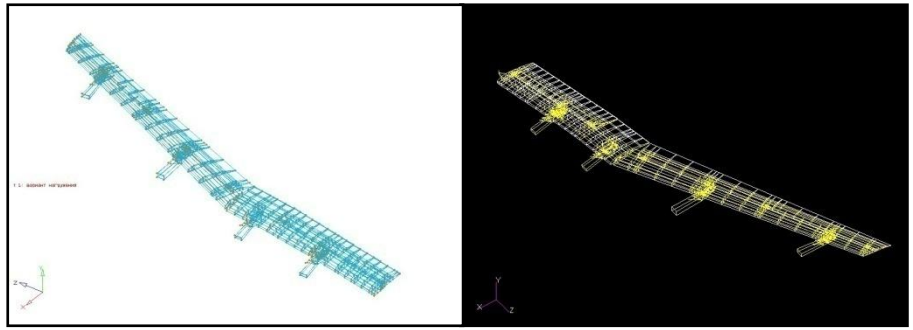


Авиация

Применение пакета программ MSC Nastran для расчетных моделей системы ДИАНА в ОАО «Туполев»

- Создан конвертер ДИNA для преобразования конечно-элементных моделей в системе ДИАНА, являющейся стандартом предприятия ОАО «ТУПОЛЕВ» 30 лет, в систему MSC Nastran
- Конвертер ДИNA позволяет использовать архив конечно-элементных моделей конструкций в системе ДИАНА для расчета в пакете программ MSC Nastran
- Пакет программ MSC Nastran включен в стандарт предприятия ОАО «ТУПОЛЕВ»

ДИАНА MSC Nastran



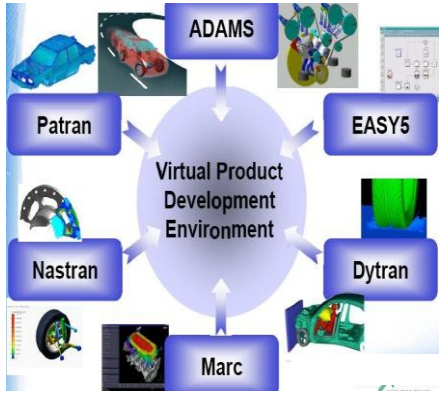
Расчетные схемы закрылка в системах ДИАНА и MSC Nastran

CRD

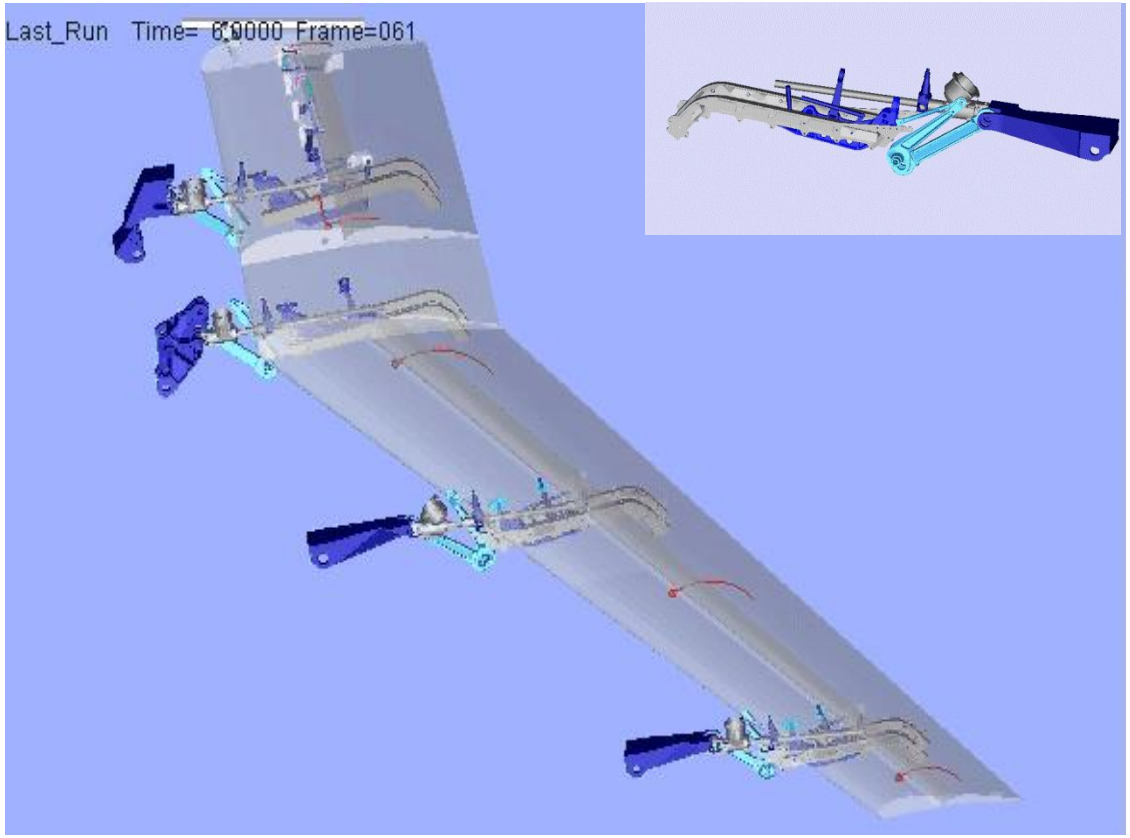
Преобразование ДИАНА-моделей в MSC Nastran-модели

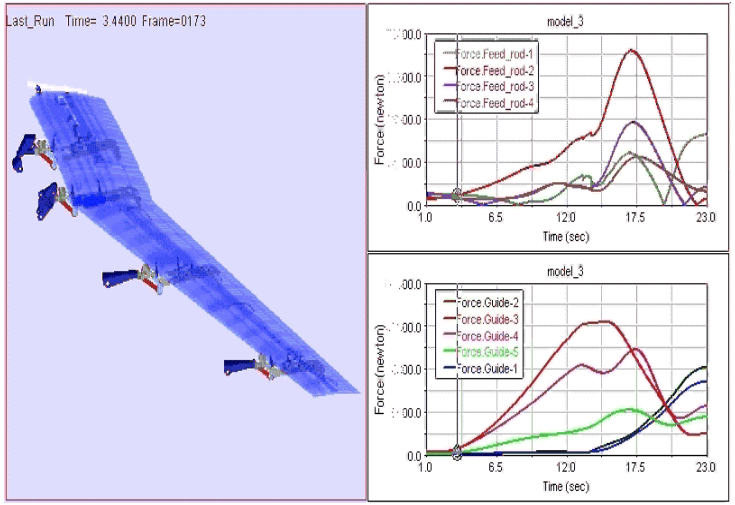
КОНВЕРТЕР ДИАНА-MSC Nastran ДИNA

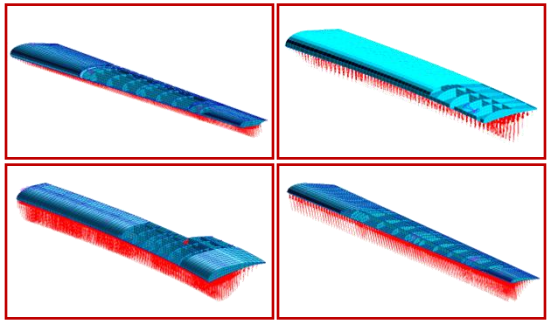
BDF



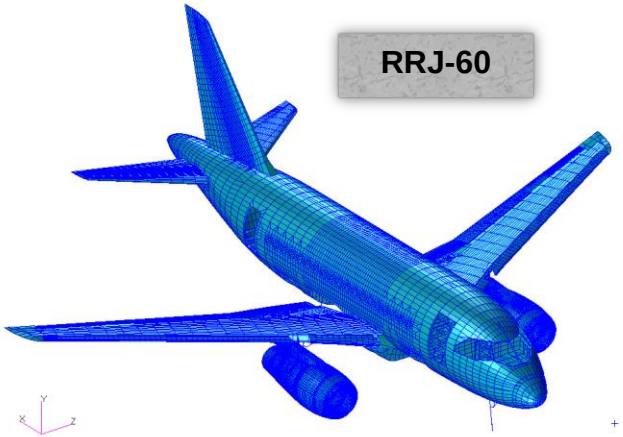
Исследование работы механизации крыла самолета типа Ту-204 с учетом податливости двухщелевых закрылков и действующих аэродинамических сил

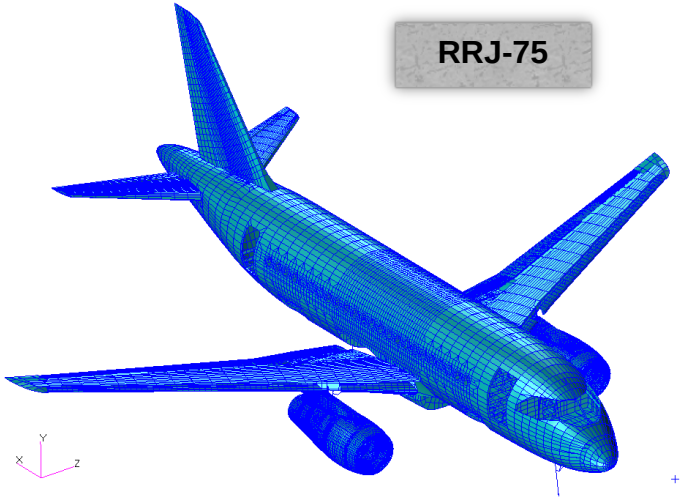


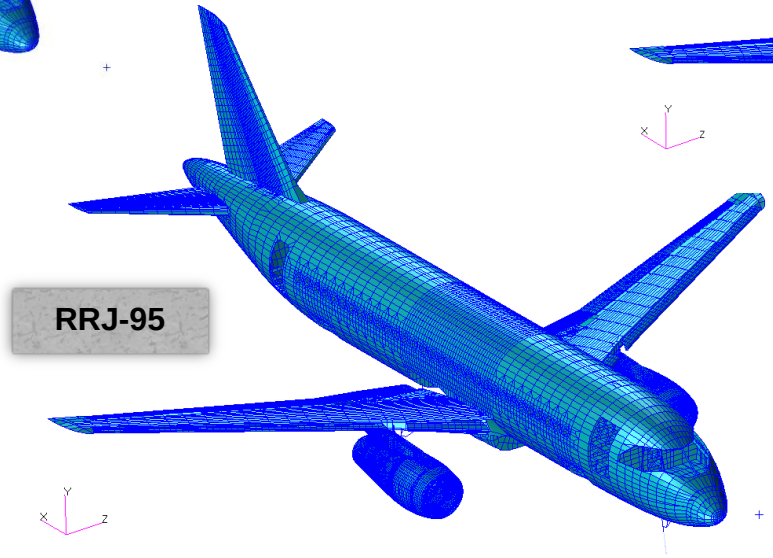




Семейство расчетных моделей общего НДС

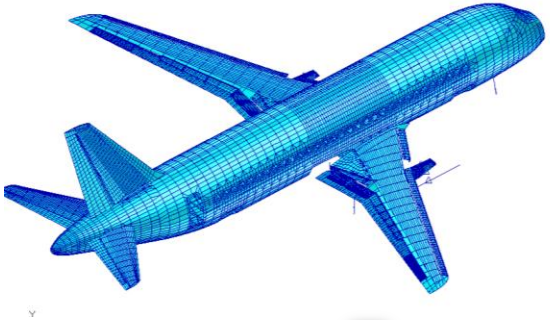


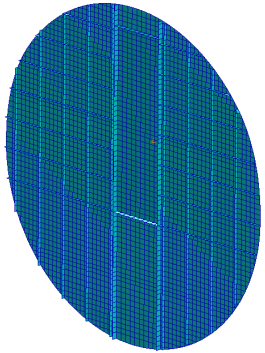




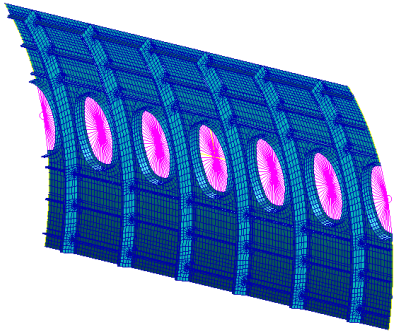
Семейство расчетных моделей

Модели общего НДС

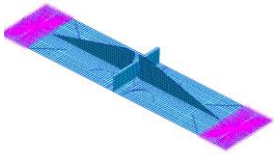


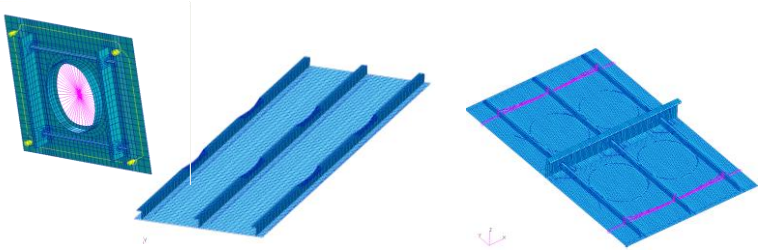


Модели местного НДС 1-го уровня

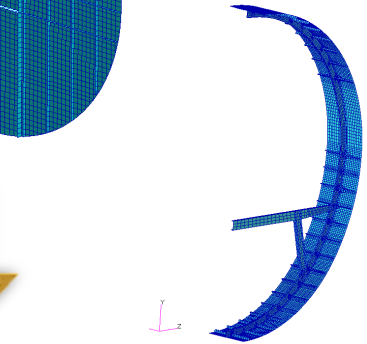


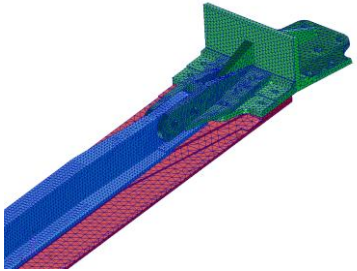
Модели экспериментальных объектов

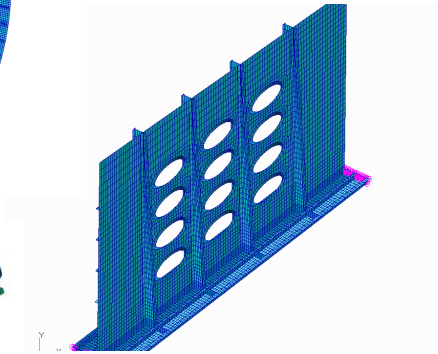




Модели местного НДС 2-го уровня

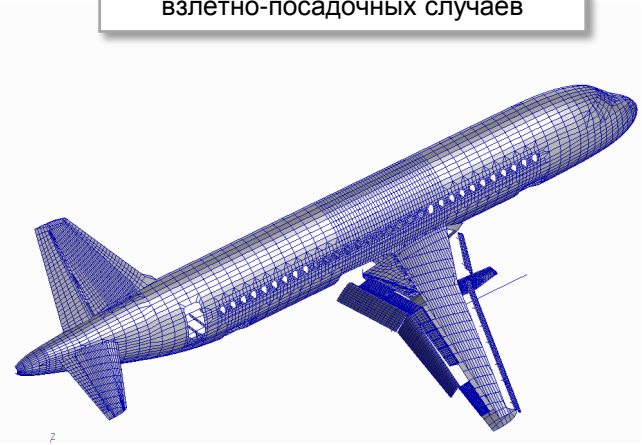


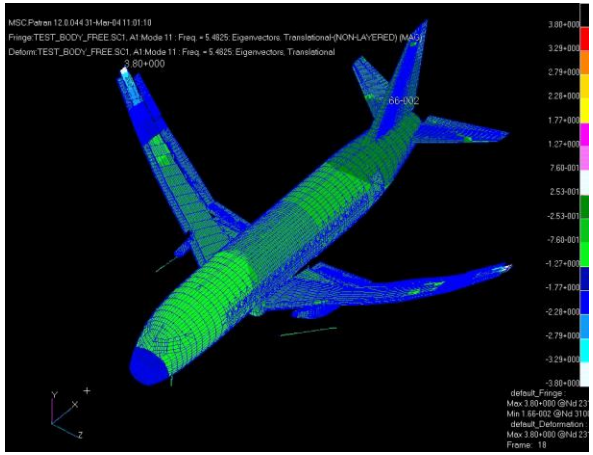




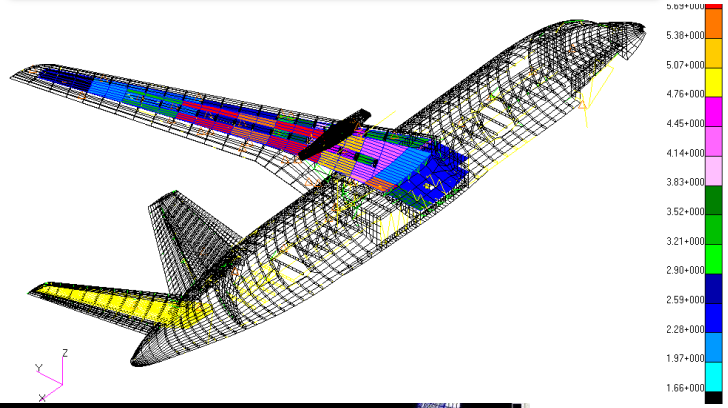
Примеры использования модели общего НДС

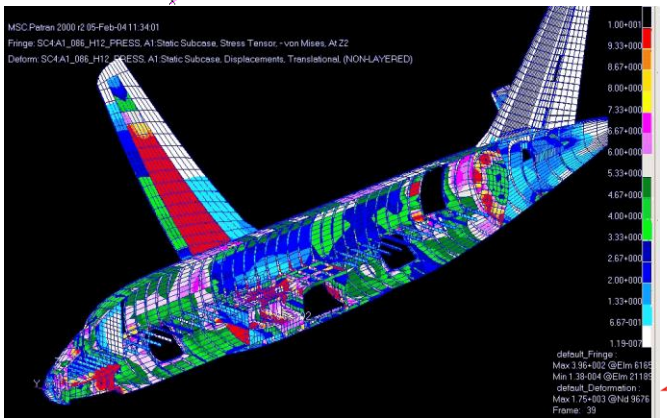
Модификация для исследования взлетно-посадочных случаев





Оптимизация силового набора (SOL 200)

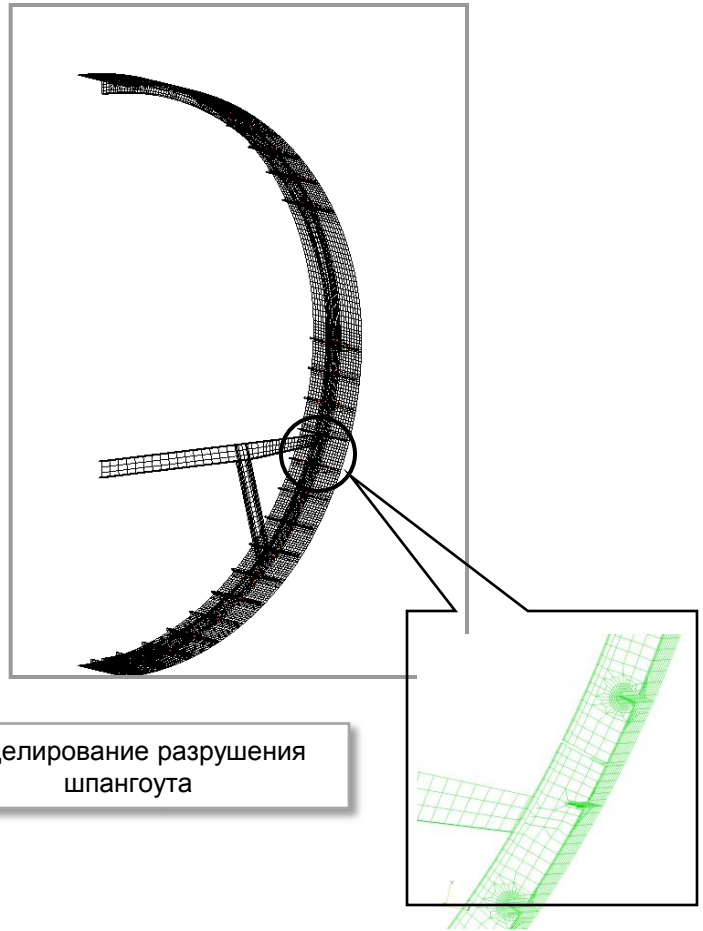




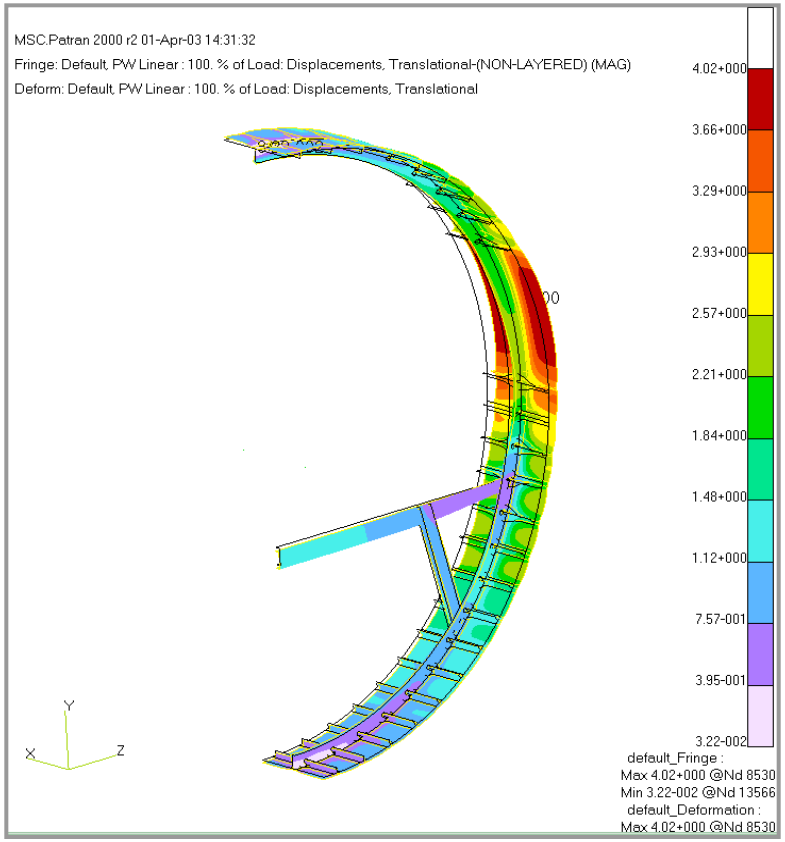
ЗАО «ГСС», Форум MSC

Использование моделей местного НДС

Местная прочность шпангоута и обшивки

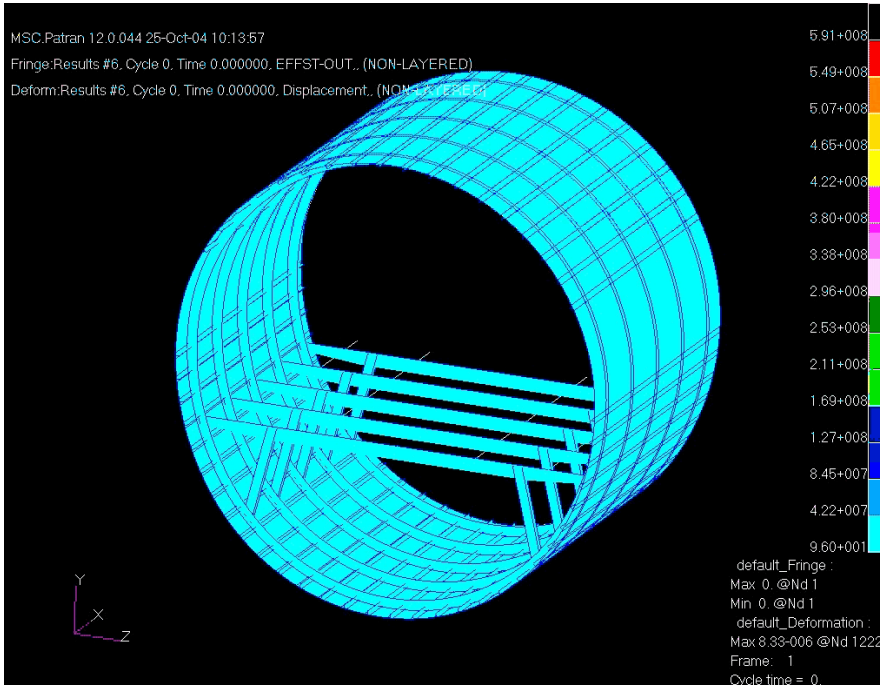


Моделирование разрушения шпангоута

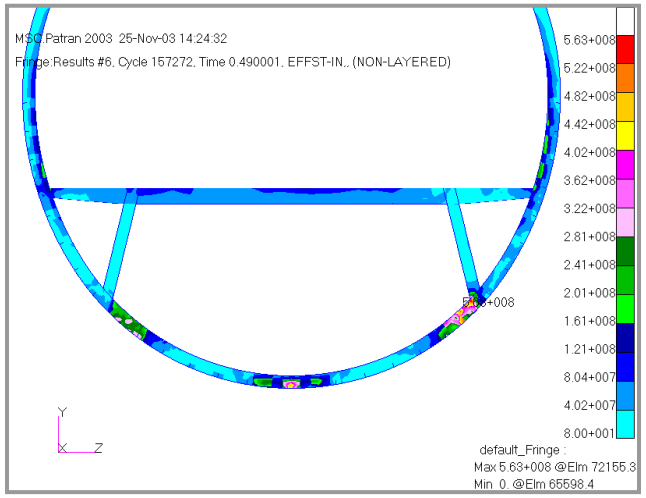


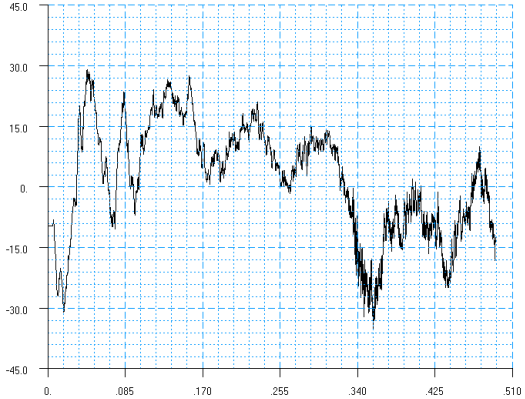
ЗАО «ГСС», Форум MSC 2004 г.

Моделирование аварийной посадки

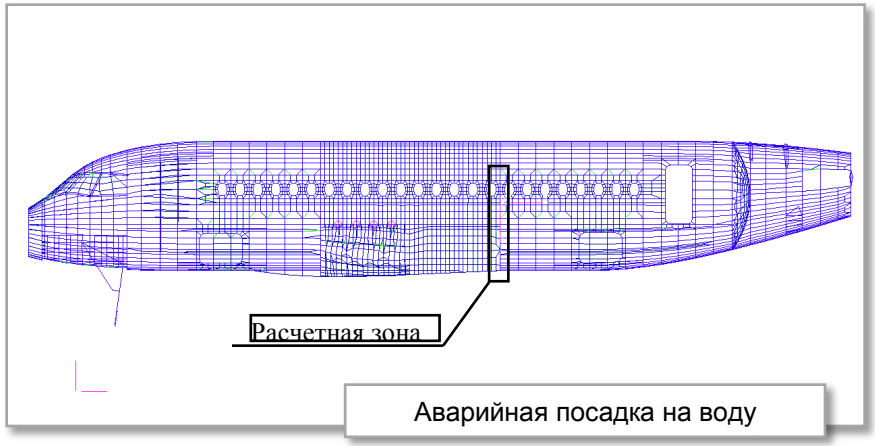


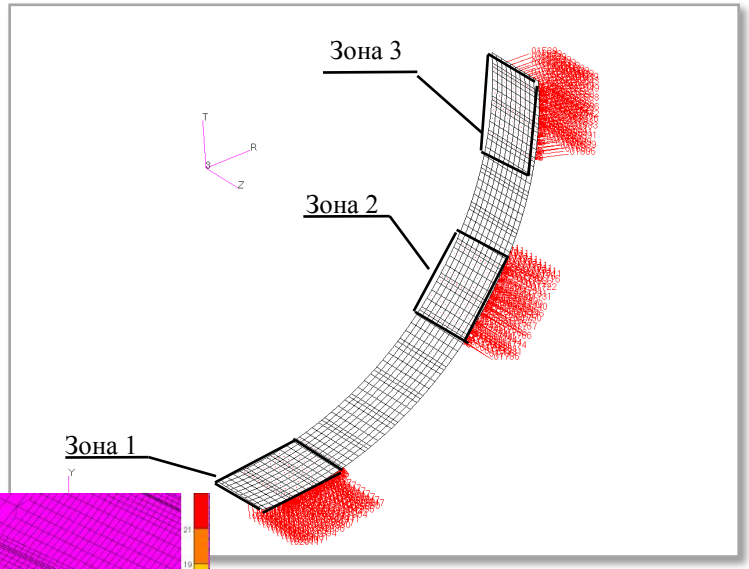
Аварийная посадка на землю

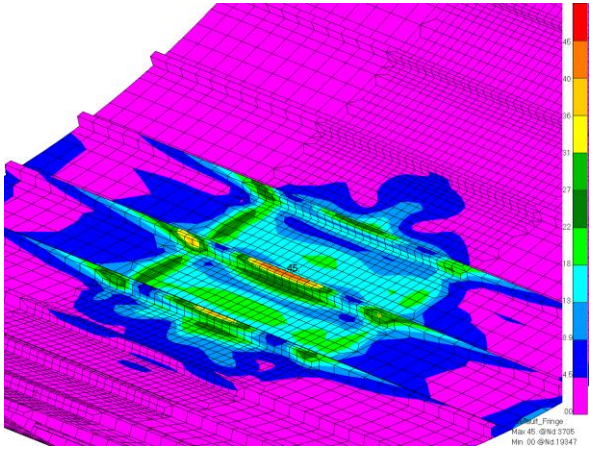


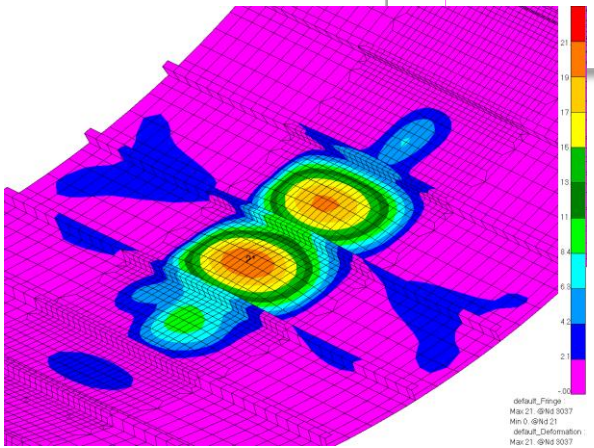


Моделирование аварийной посадки

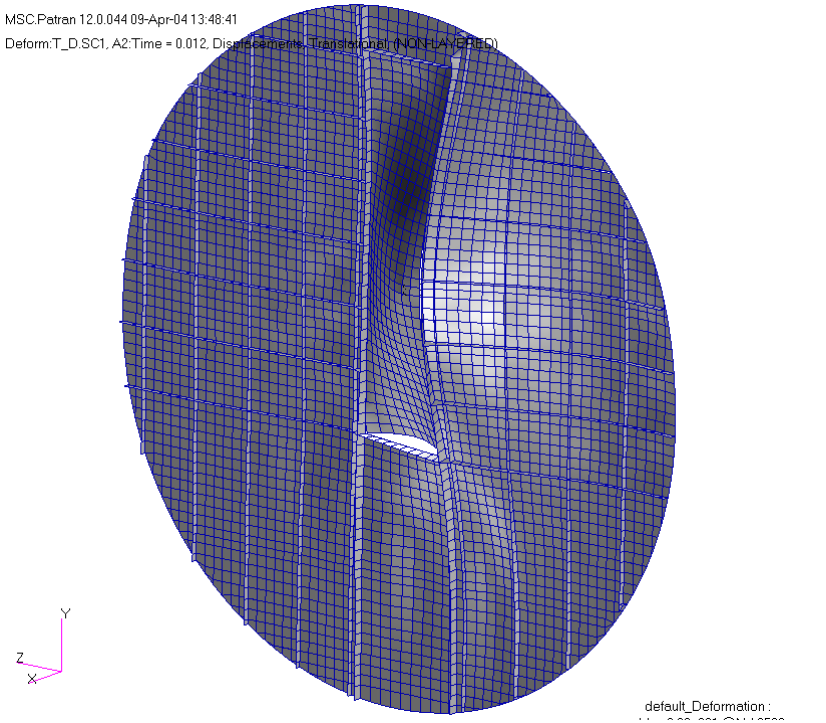




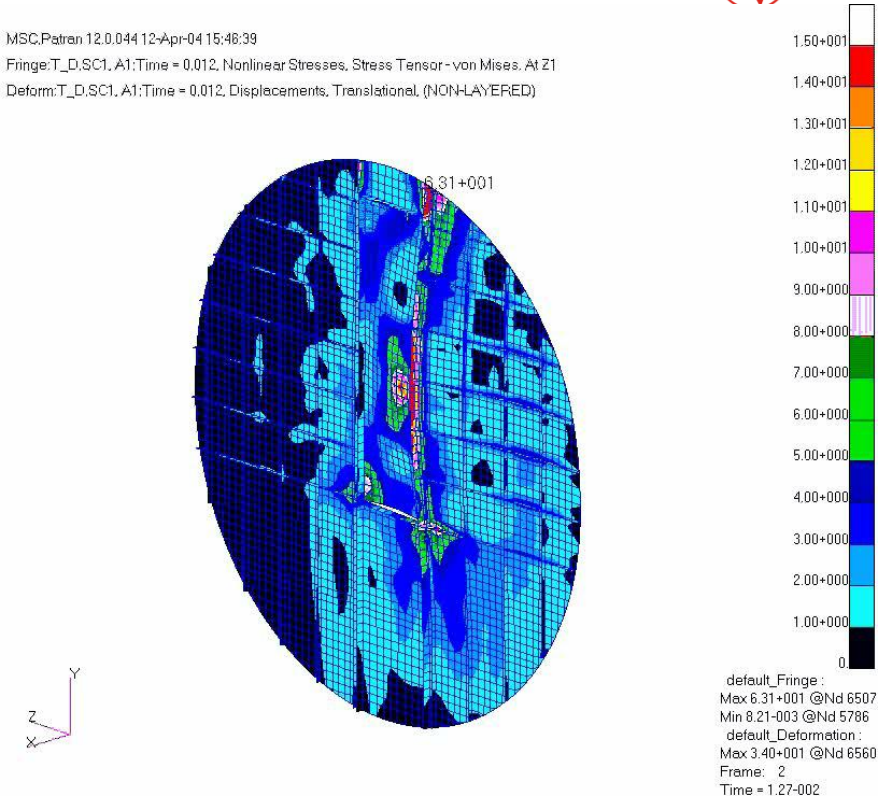




Попытка проникновения в кабину экипажа

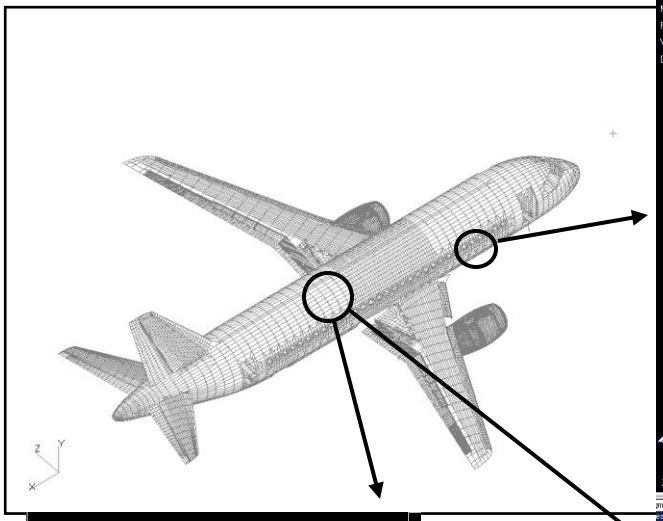


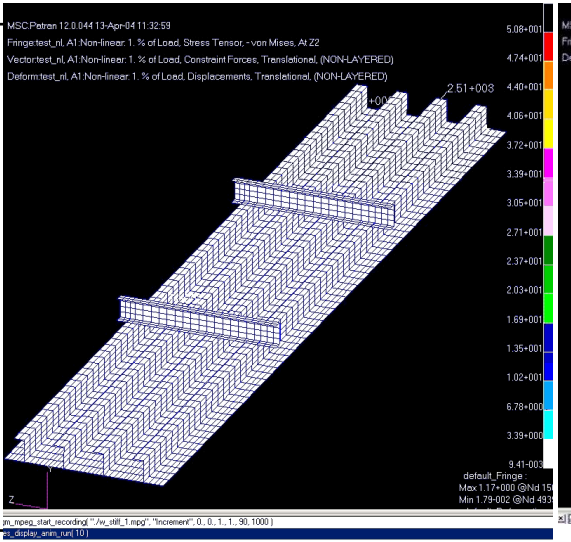
Деформированное состояние в момент времени 0.012 сек

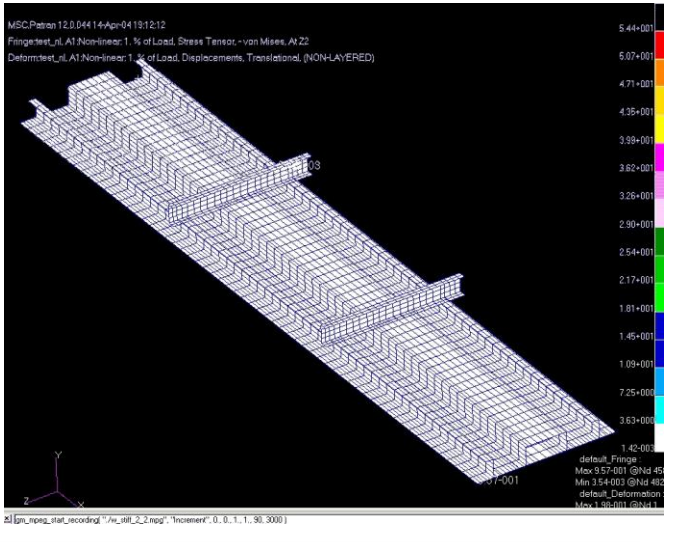


Распределение эквивалентных напряжений

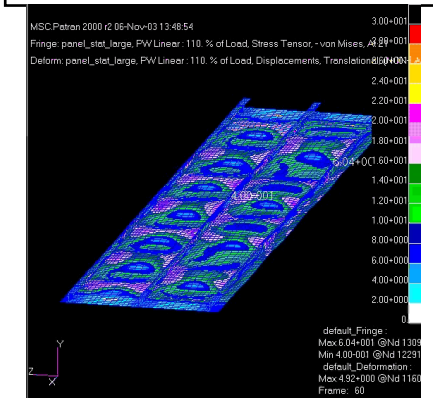
Анализ несущей способности



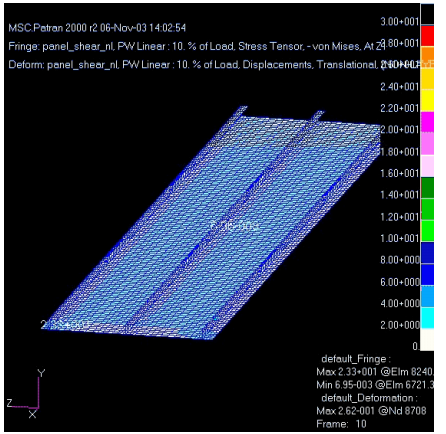




Несущая способность крыльевых панелей



Деформированное состояние



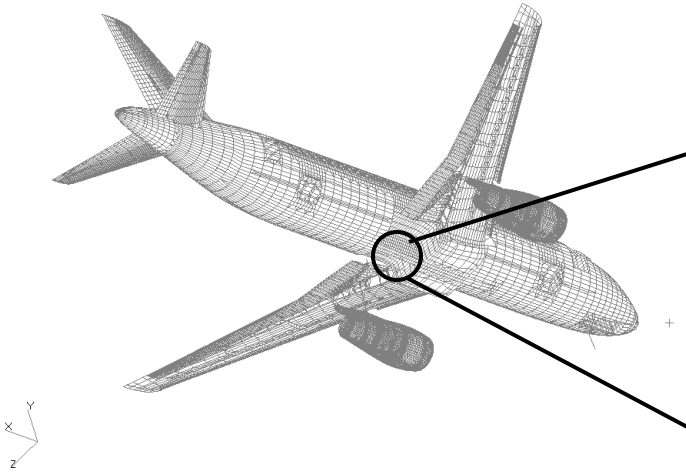
Несущая способность панелей фюзеляжа

SUKHOI CIVIL AIRCRAFT

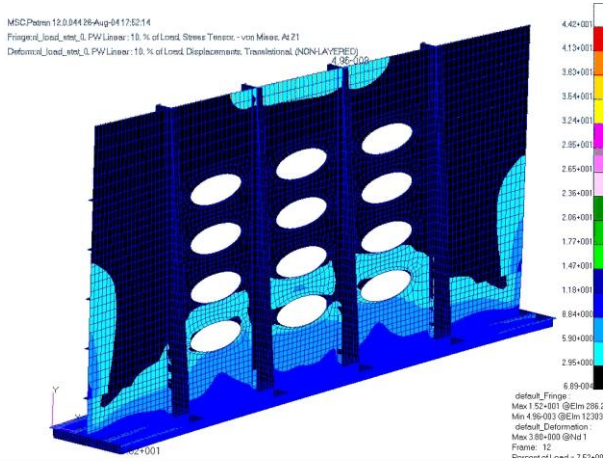
MSC Software

Анализ несущей способности

Несущая способность подфюзеляжного бимса

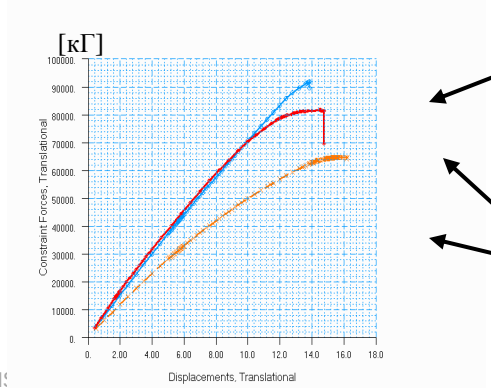


Вариант А



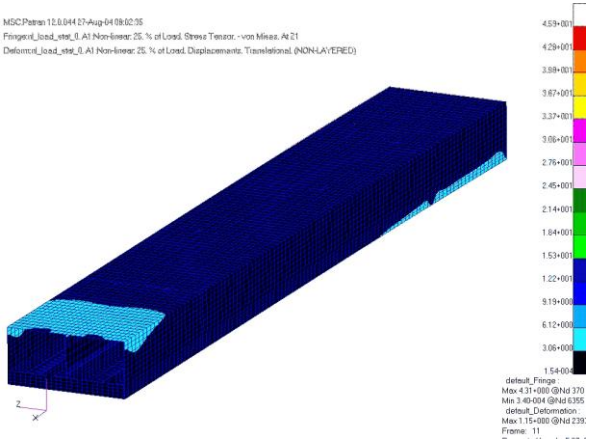
Вариант Б

ЗАО «ГСС», Форум MSC 2004 г.

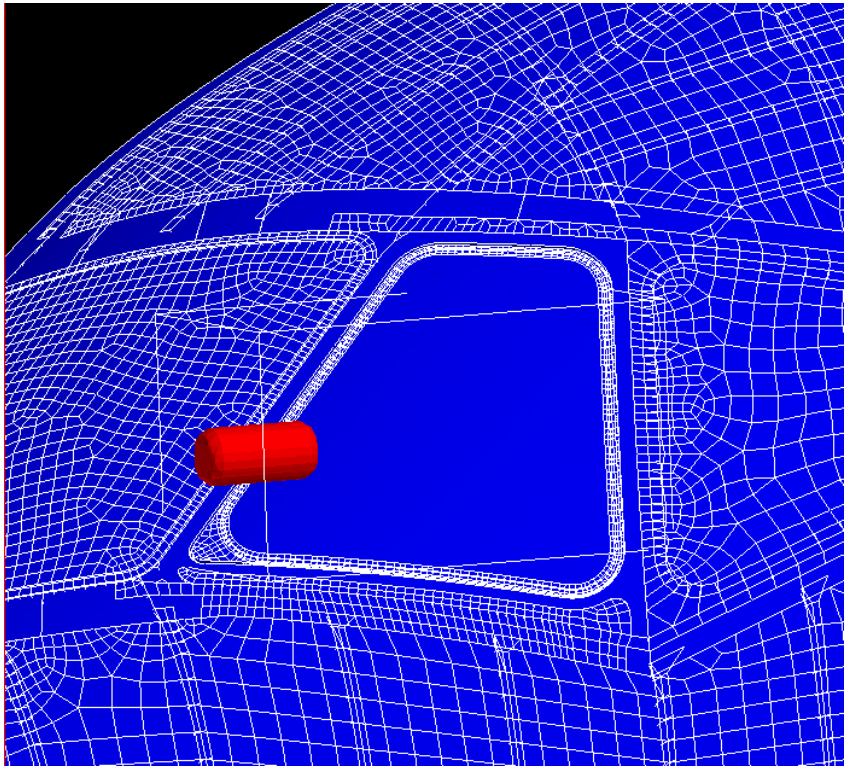


Вариант А

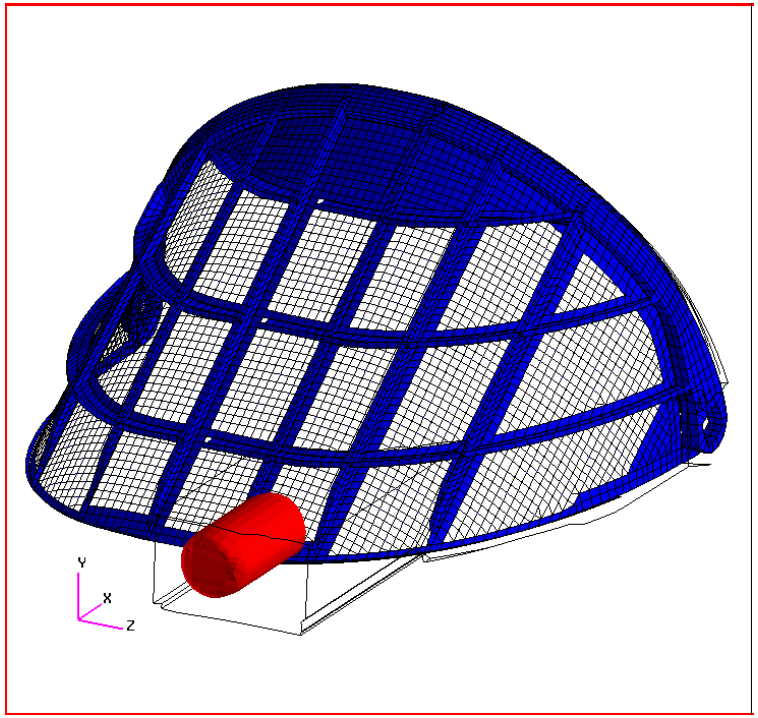
Вариант Б



Расчет элементов конструкции самолета при взаимодействии с птицей

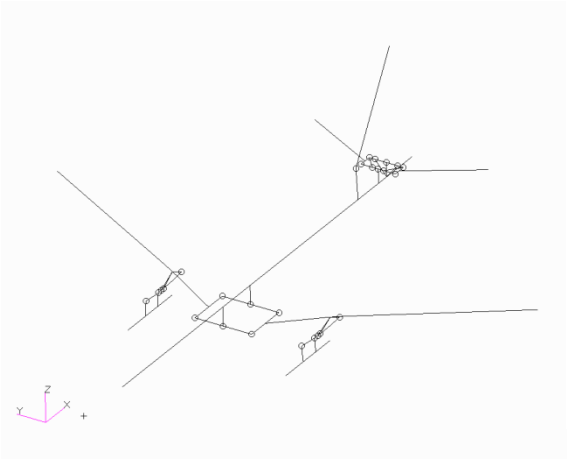


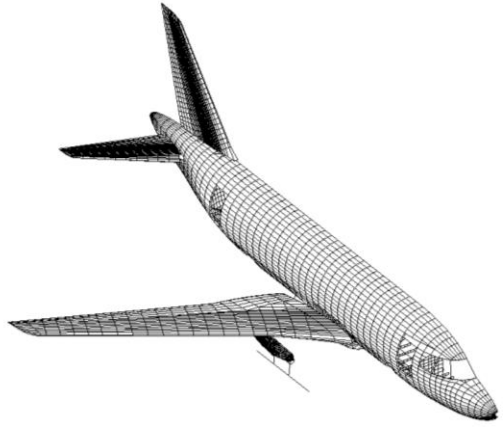
Расчет форточки регионального самолета при ударном взаимодействии (попадание птицы)

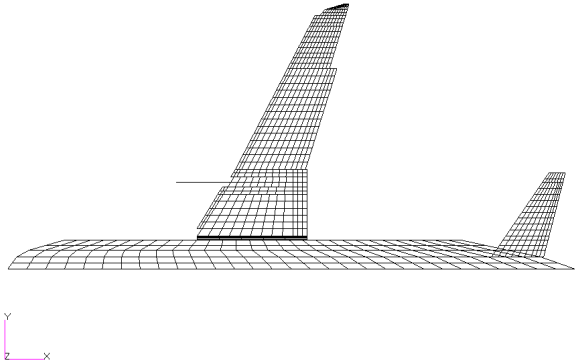


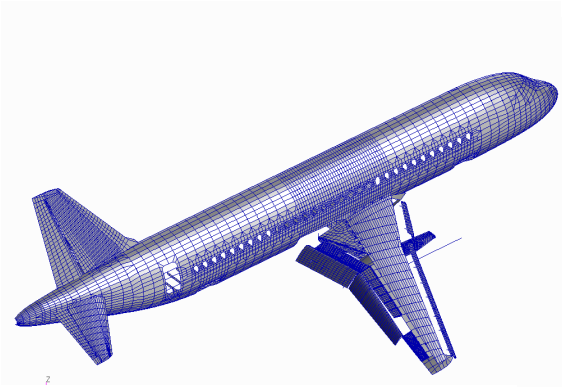
Расчет защитного устройства воздухозаборника при ударном взаимодействии (попадание птицы)

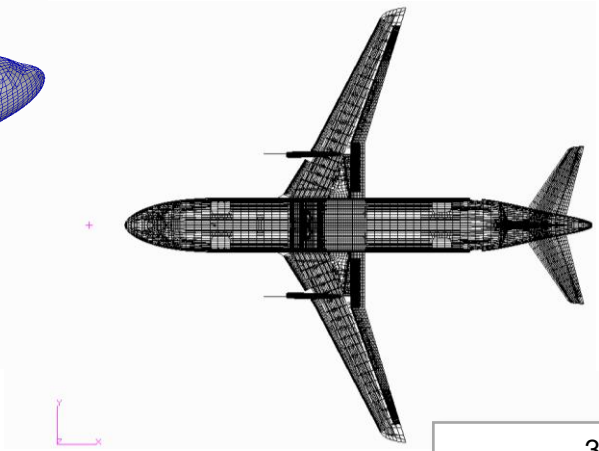
Степень детализации упругих моделей

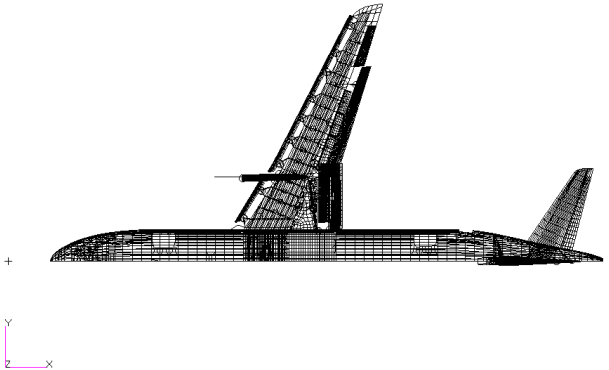






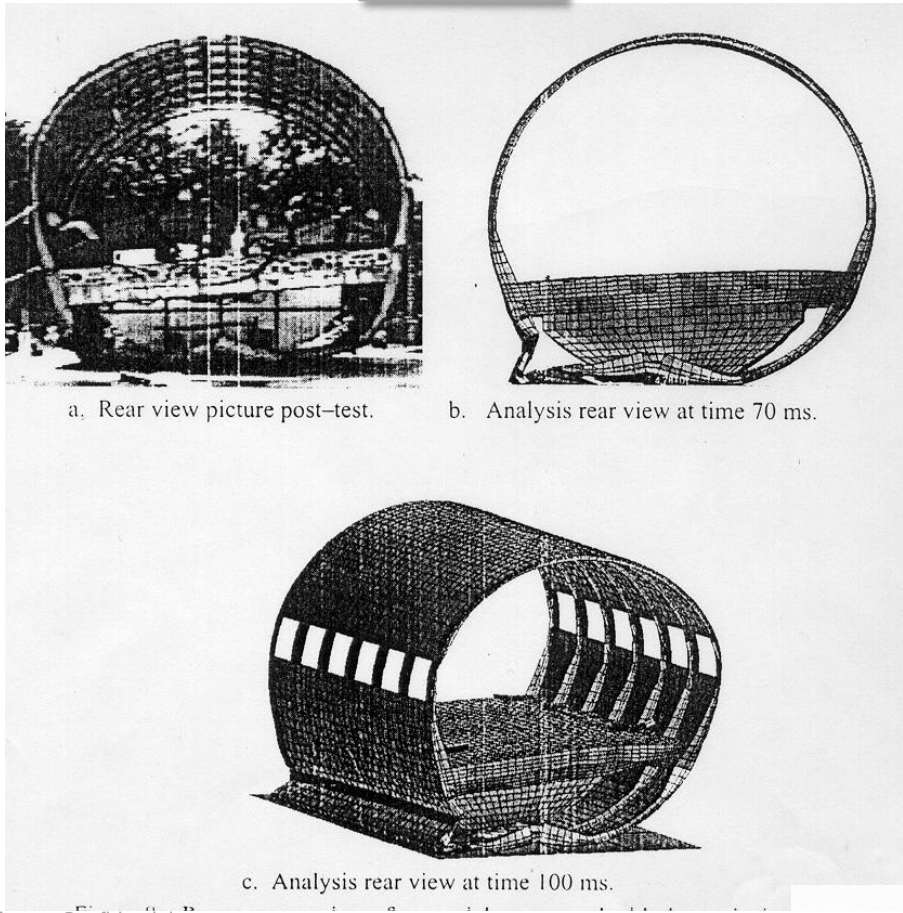




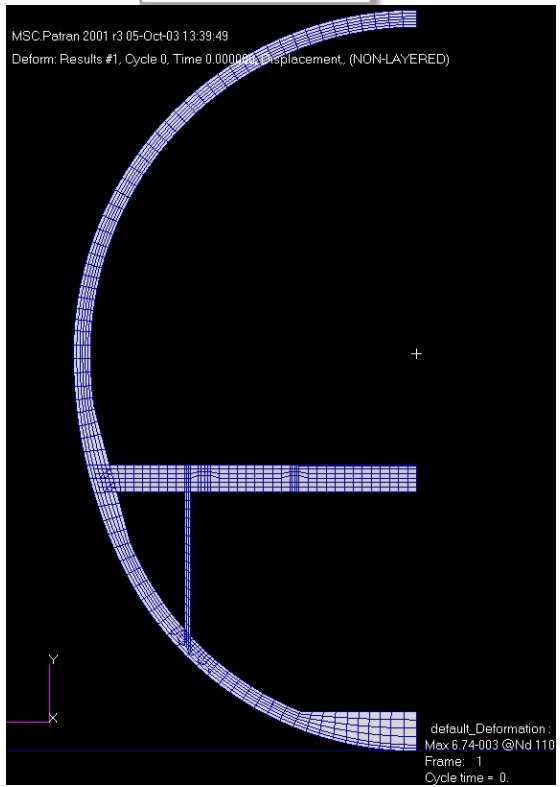


Применение продуктов MSC Software для анализа прочностных и динамических характеристик фюзеляжа пассажирского самолёта

Эксперимент

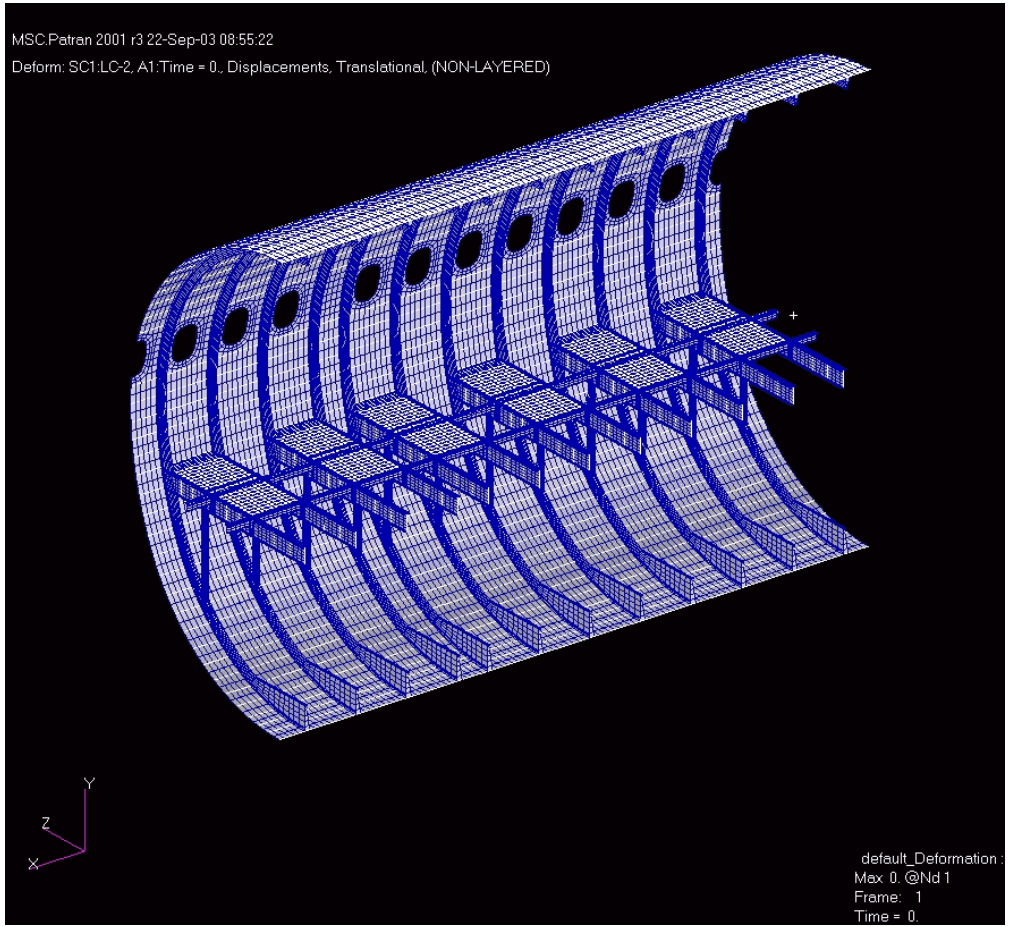


Опытный отсек

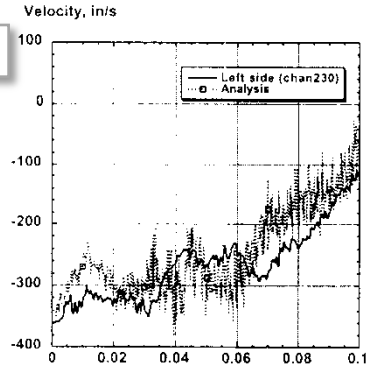


ЦАГИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

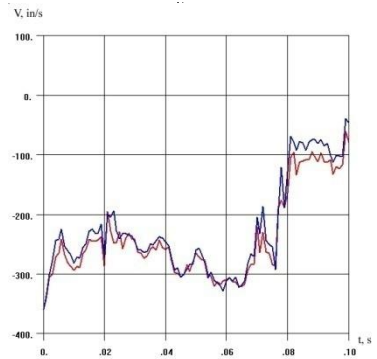
Применение продуктов MSC Software для анализа прочностных и динамических характеристик фюзеляжа пассажирского самолёта



Отсек в эксперименте

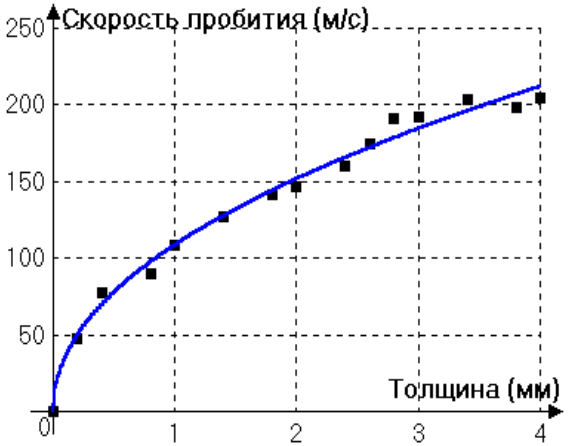


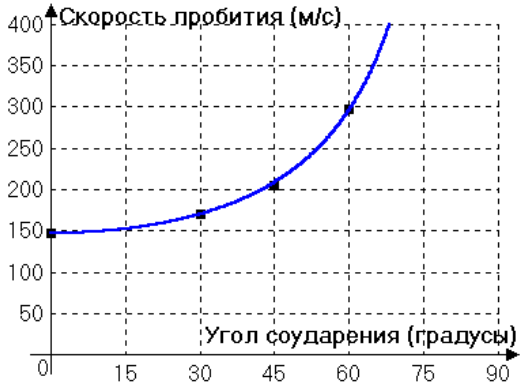
Опытный отсек



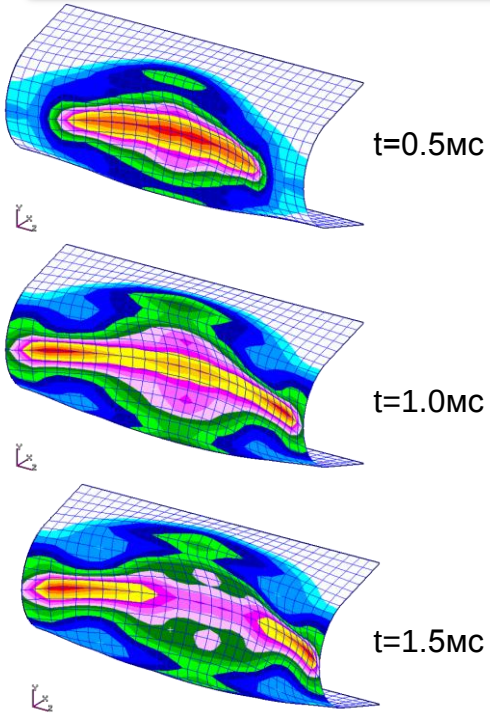
ЦАГИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Использование Dytran для разработки инженерных методик оценки прочности элементов конструкции летательного аппарата при ударных взаимодействиях

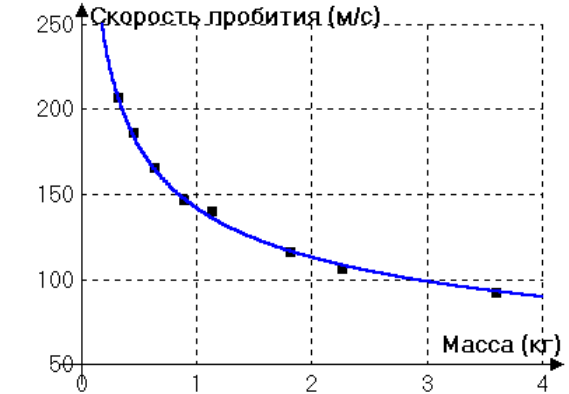




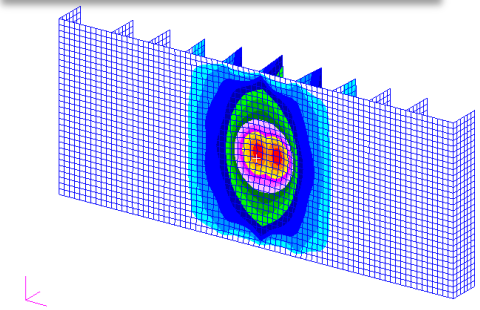
Деформации в передних кромках



R=150мм, δ=2мм



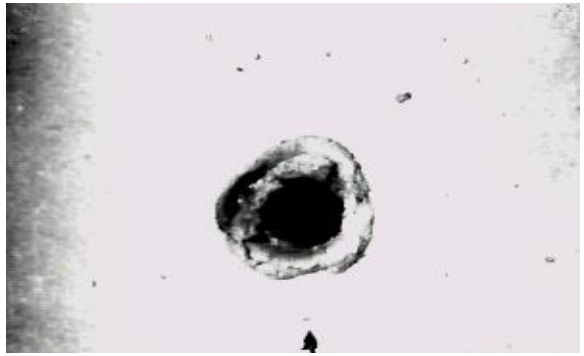
Прогибы при ударе в стрингер

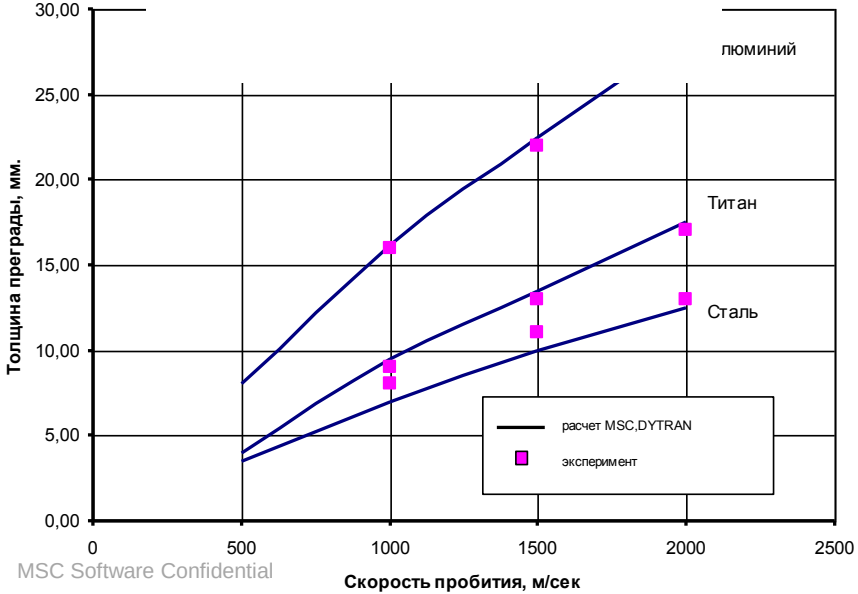


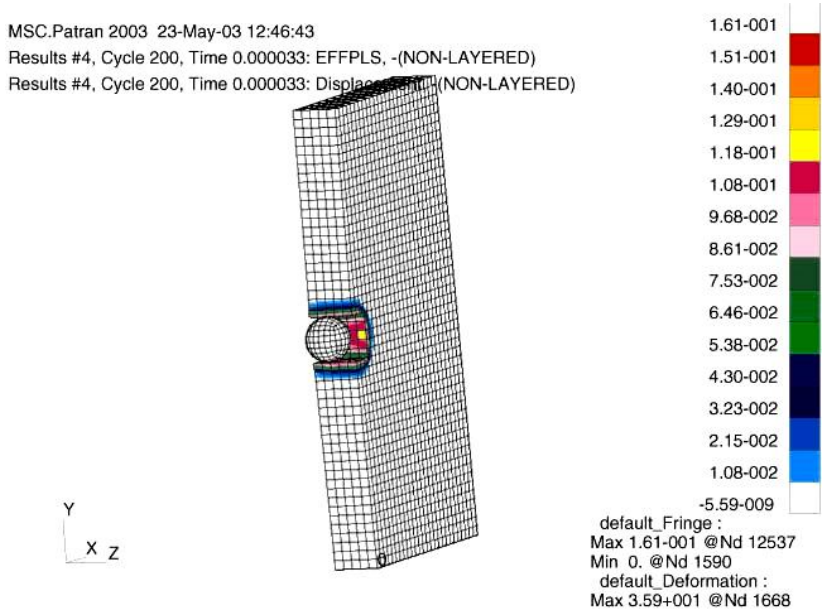
$$V_{пр} = 32{,}2 \cdot \delta^{1/2} \cdot m^{-1/3} \cdot \cos^{-2/3}\theta \cdot l^{0,2} \cdot \exp[m^{1/3}/R]^{1/2}$$

ЦАГИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Моделирование удара нелокализованного обломка двигателя по конструкции с использованием Dytran







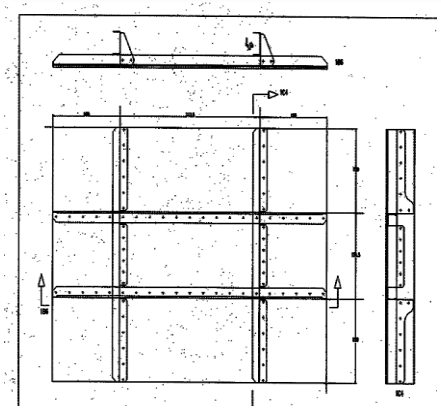
Удар шарика по пластине

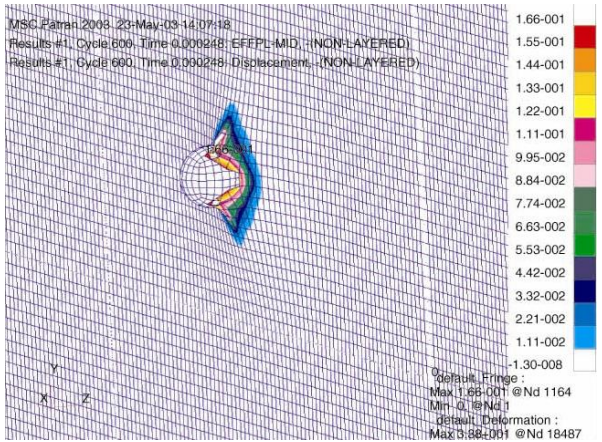
Сравнение результатов натурных испытаний и Dytran

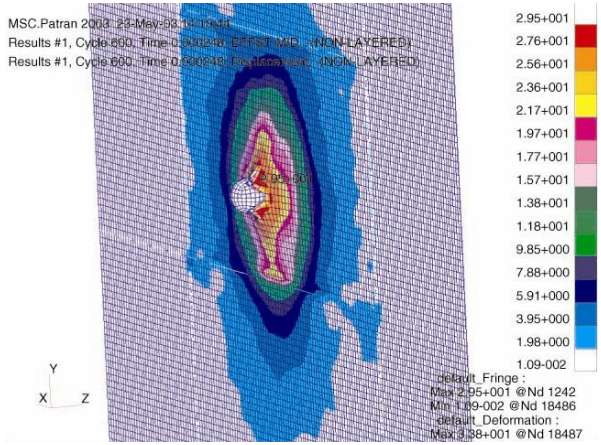
ЦАГИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

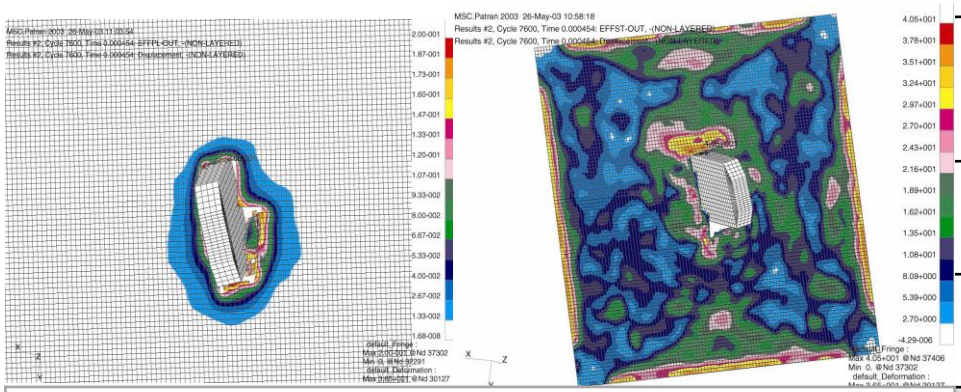
Моделирование удара нелокализованного обломка двигателя по конструкции с использованием Dytran

Удар шарика по панели фюзеляжа





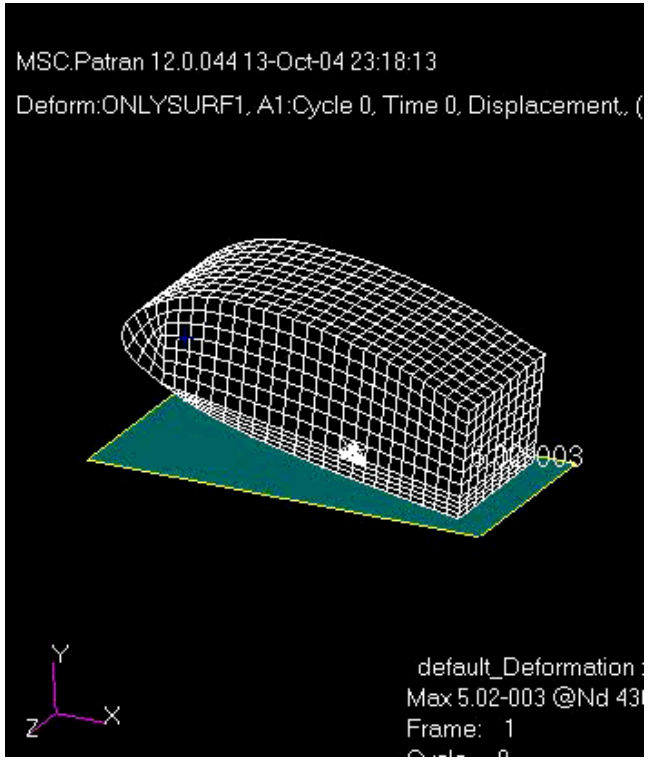


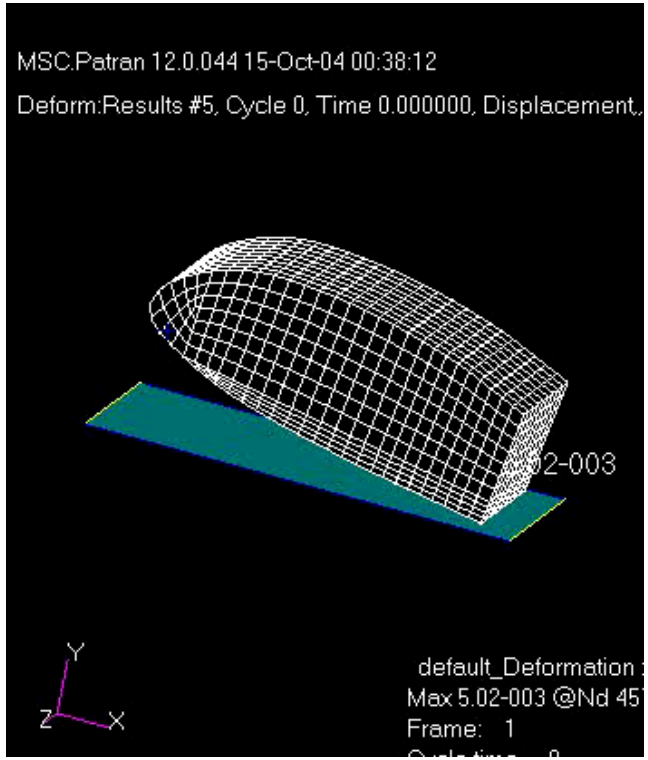


Материал пластины	Толщина пластины мм	Начальная скорость ударника, м/сек	**Эксперимент**	**Расчет MSC.DYTRAN**	Повреждение
			Остаточная скорость ударника, м/сек		
Алюминиевый сплав 2024	1,0	59	-20	-22	Отскок
Алюминиевый сплав 2024	1,0	95	61,8	61	Пробивание пластины

Воздействие ударника, моделирующего малый обломок двигателя, по обшивке фюзеляжа

Баковый отсек





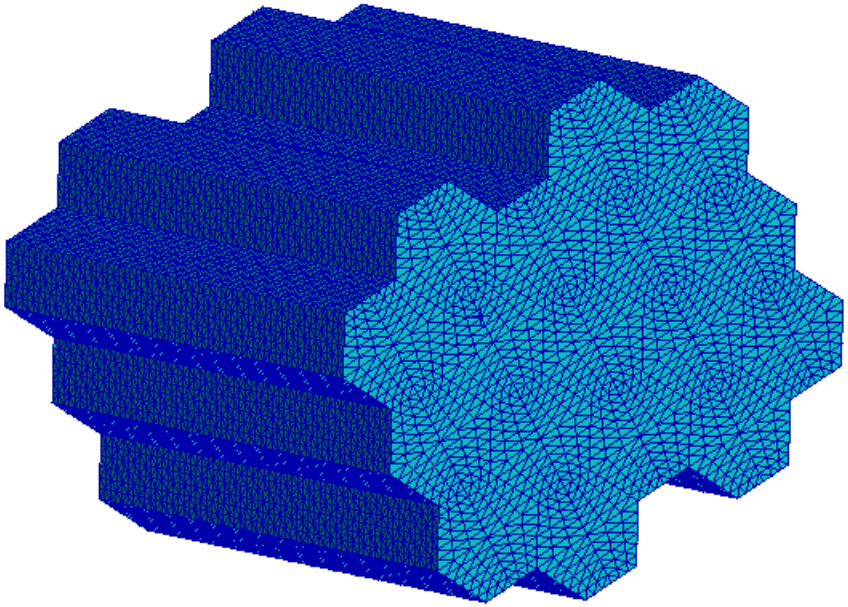
Пустой бак (5000 уравнений) | Бак с жидкостью (+6000ур.)

10000 шагов по времени, контакты, пластика, разрушение

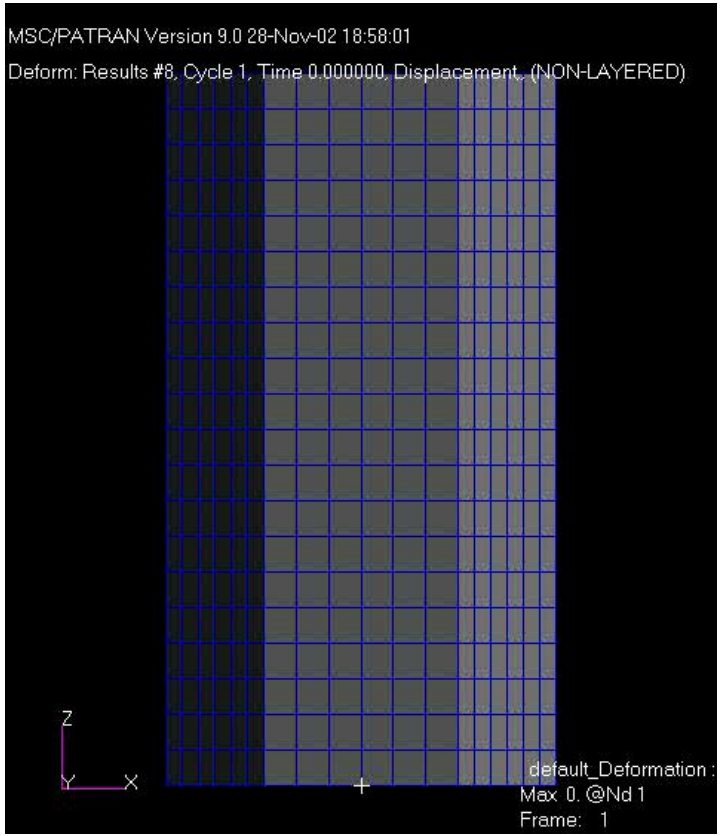
ЦАГИ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

MSC Software

Сотовая панель

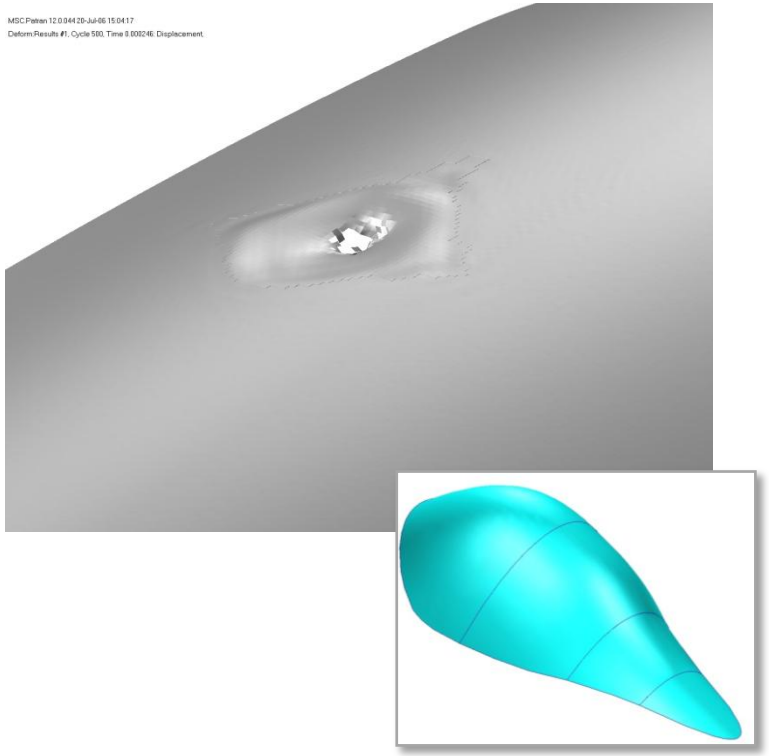


Контакты, пластика, разрушение

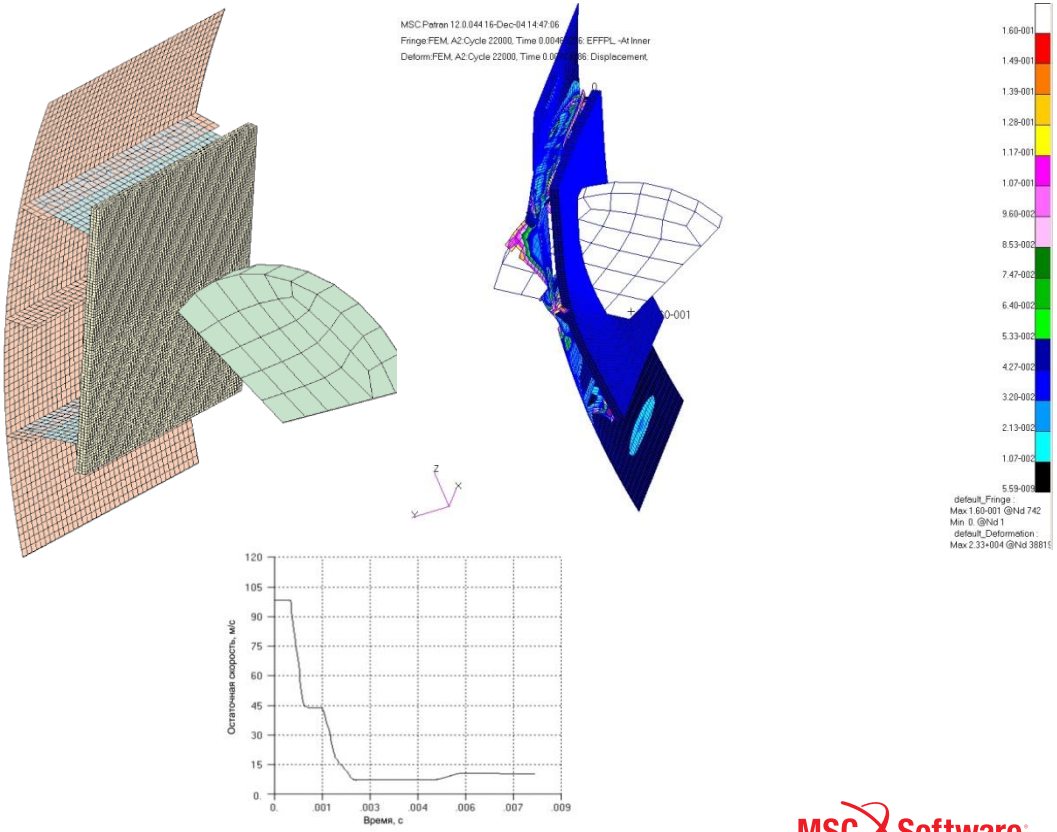


Примеры применения Dytran для решения задач динамической прочности авиационных конструкций

Удар града диаметром 19,05 мм со скоростью 800 км/час в радиопрозрачный обтекатель антенны



Проектировочный расчет экрана для защиты от нелокализованных обломков вспомогательной силовой установки (ВСУ)

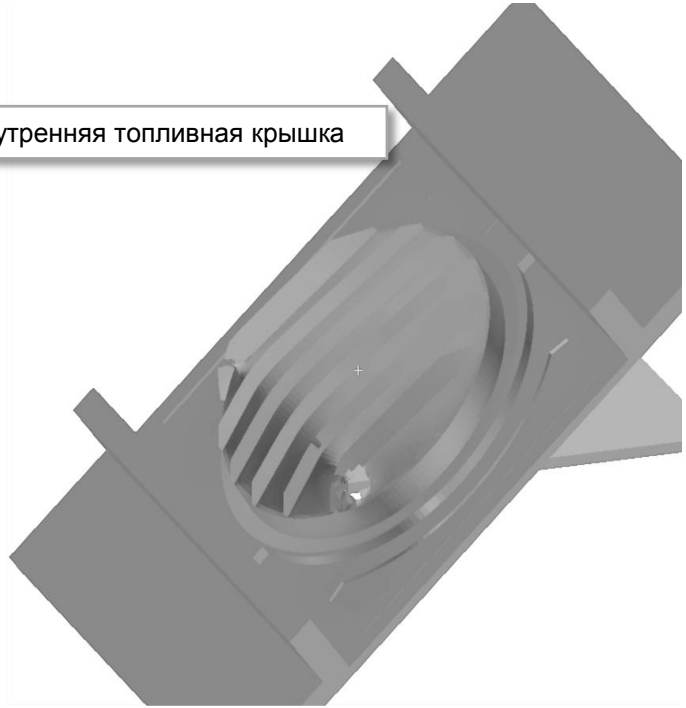


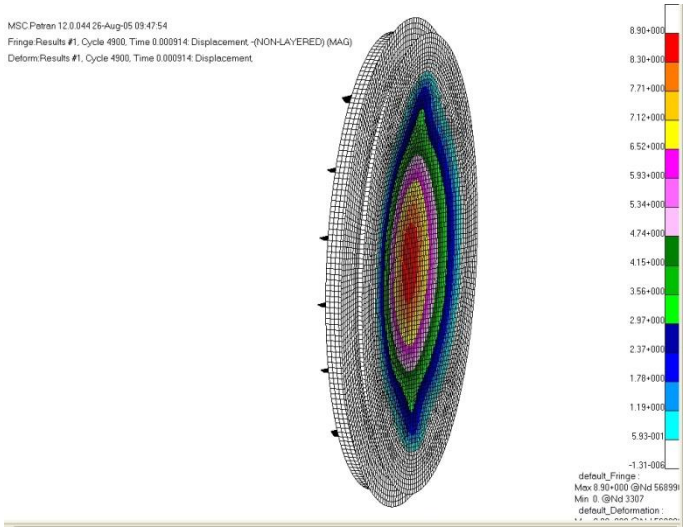
Примеры применения Dytran для решения задач динамической прочности авиационных конструкций

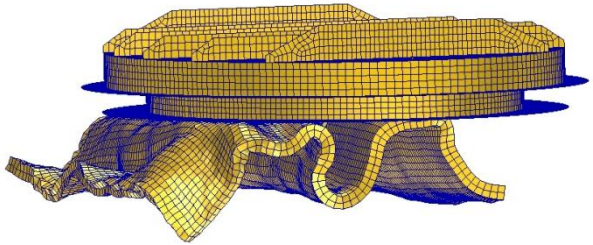
Удар фрагмента пневматика колес шасси

по люкам топливных баков пассажирского самолета

Внутренняя топливная крышка





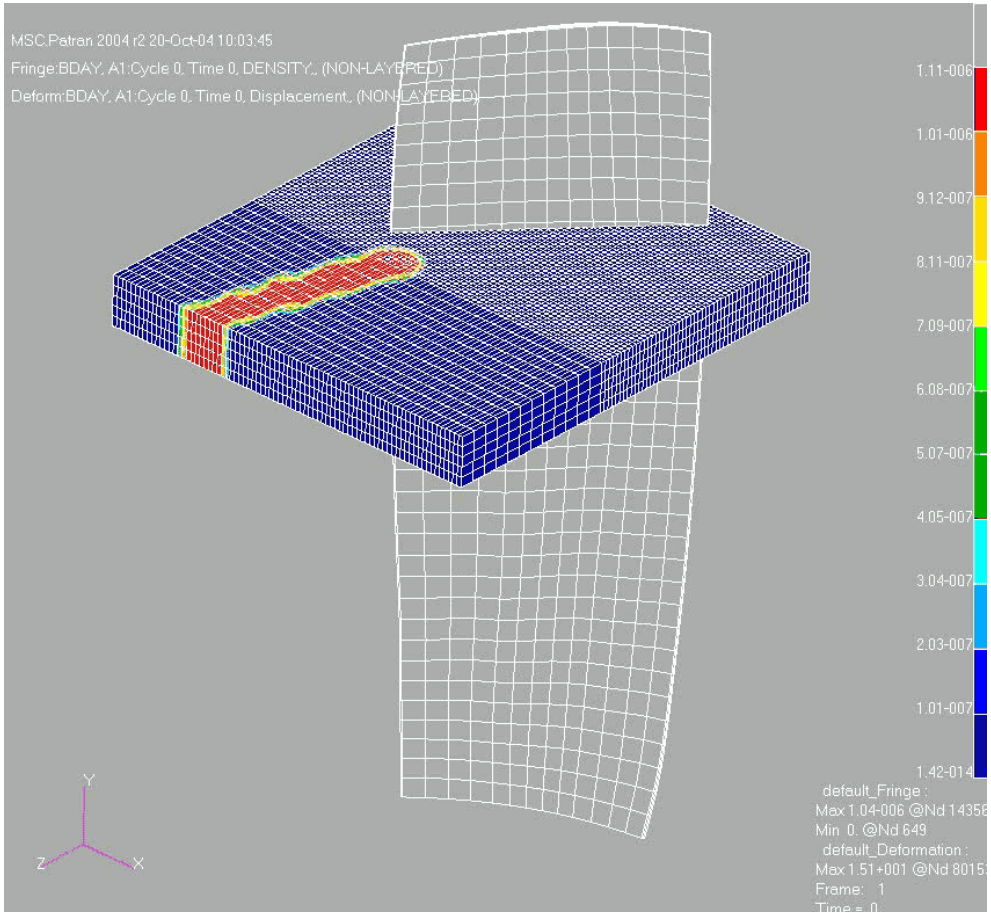


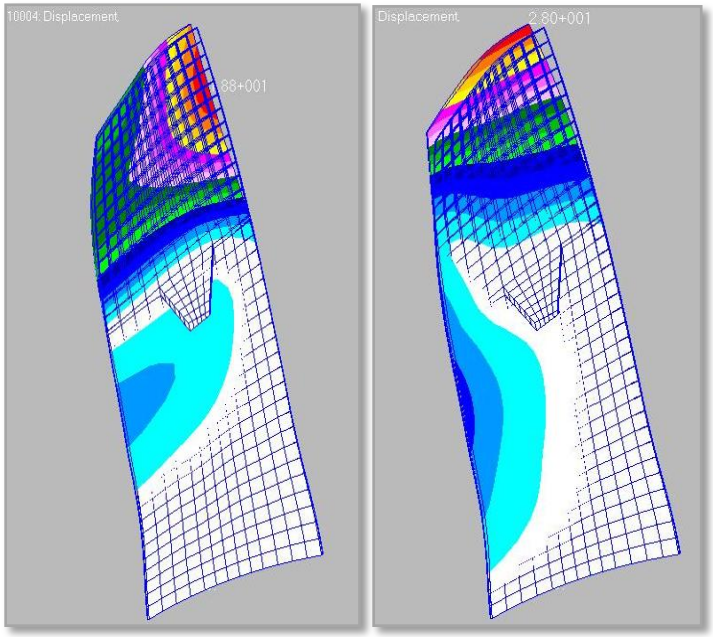
ЦАГИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

MSC Software

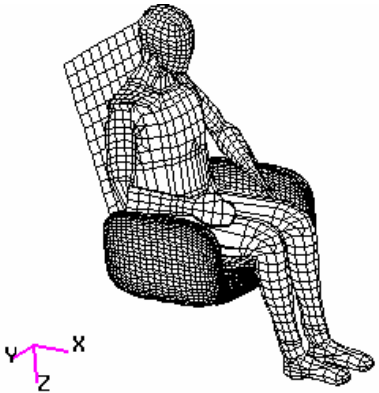
Исследование сопротивления лопатки вентилятора с антивибрационными полками удару крупной птицы с использованием программных средств MSC

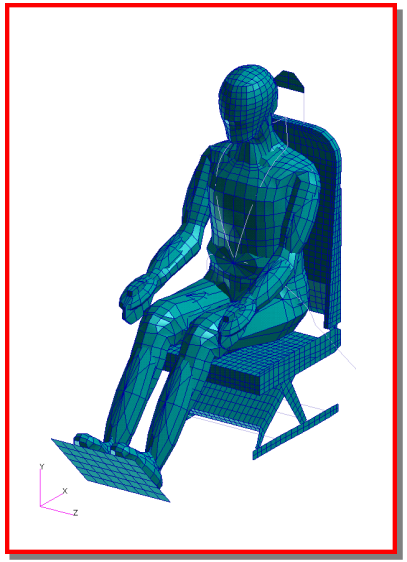


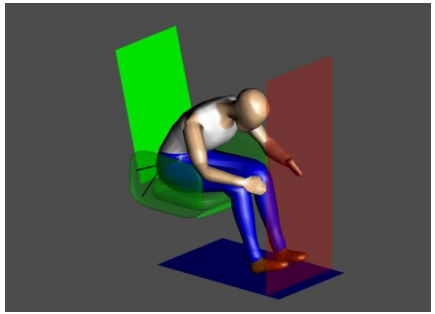


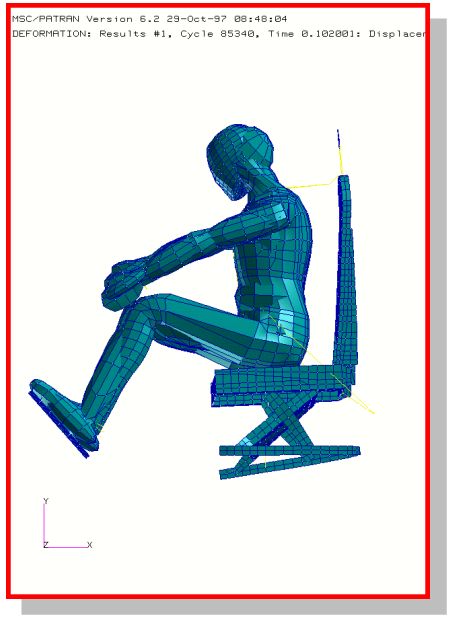
Перемещения пера лопатки при ударе птицы массой 1,8кг

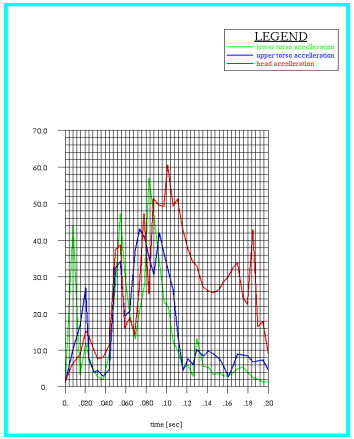
Моделирования кресел самолёта



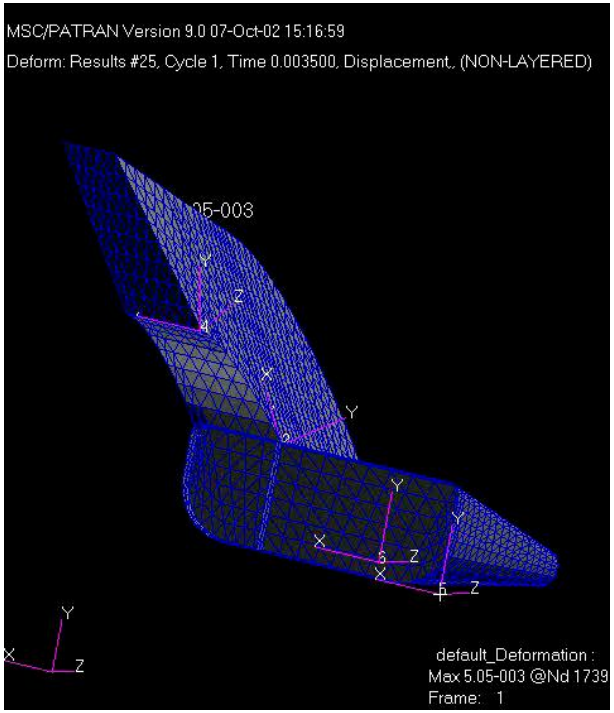


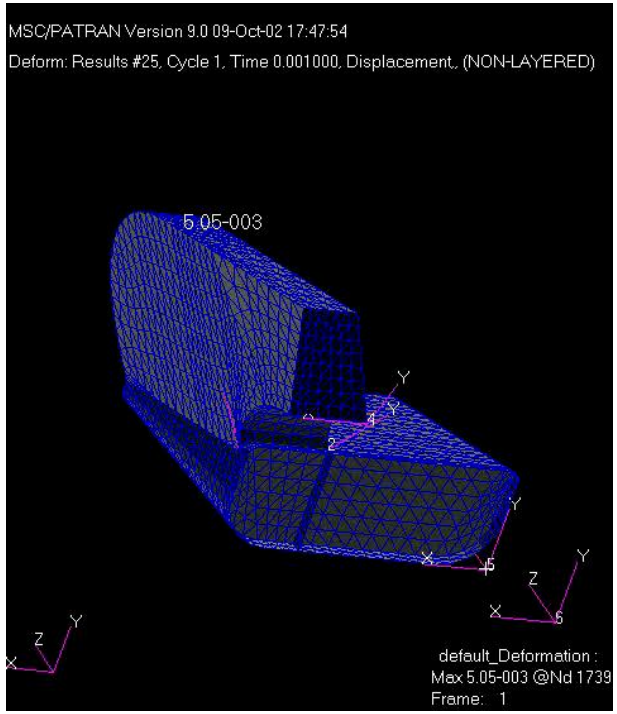


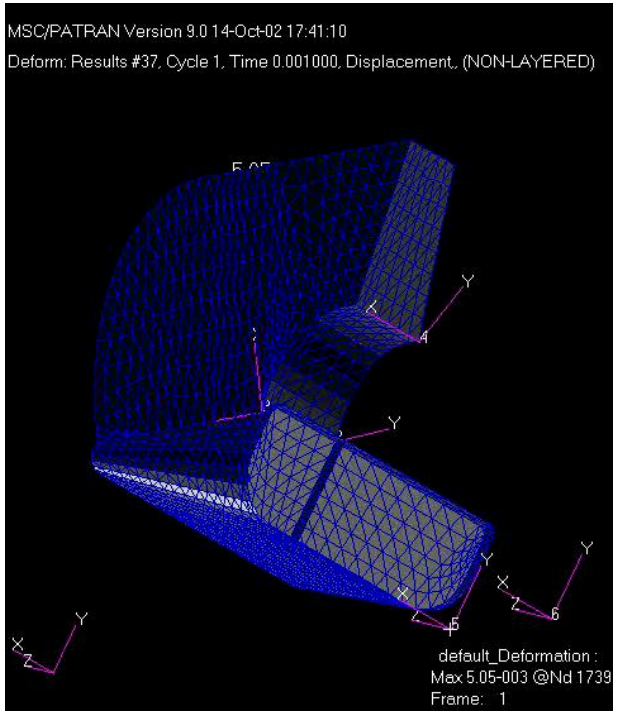




Проектирование пневматического баллонета для аварийного покидания вертолета в воздухе



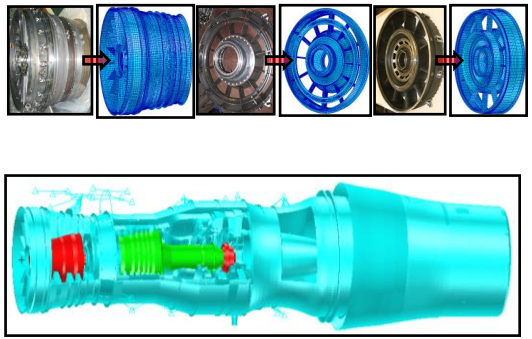


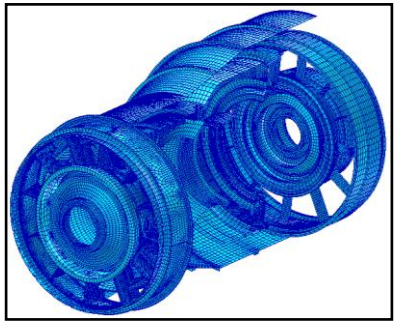


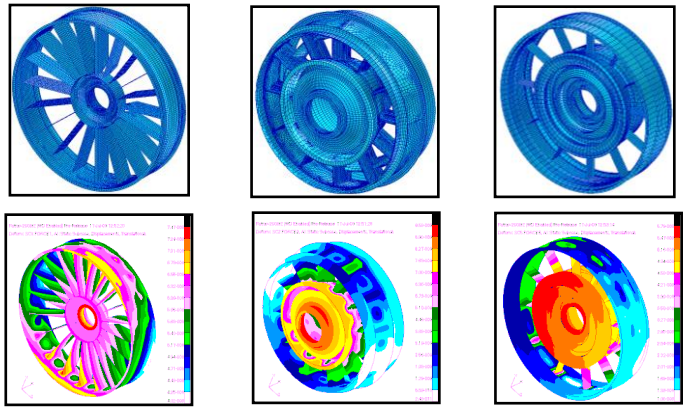
- Отработана методика расчета баллонета, предназначенного для аварийного покидания вертолета в воздухе.
- Определены качественные параметры работоспособности баллонета, выработаны практические рекомендации по совершенствованию его конструкции.

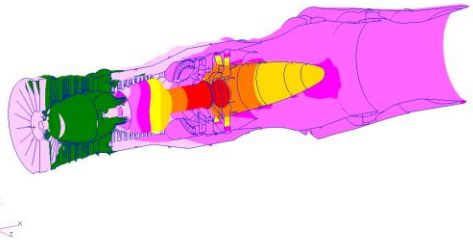
Использование суперэлементного подхода в MSC Nastran для определения критических частот вращения связанной системы роторов для полноразмерной модели авиационного ГТД

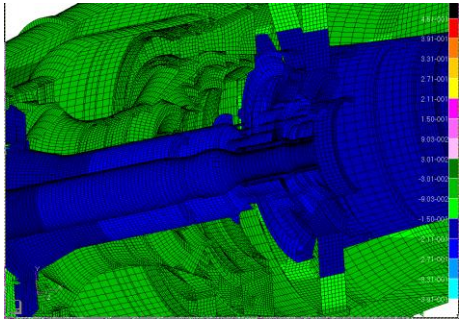
НПО САТУРН





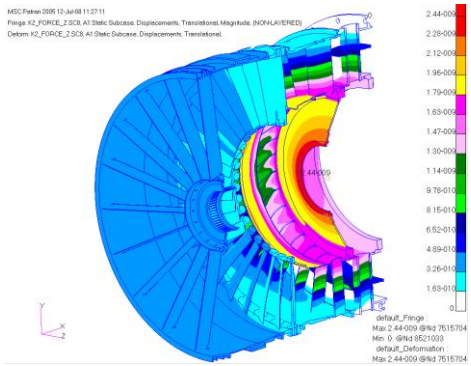


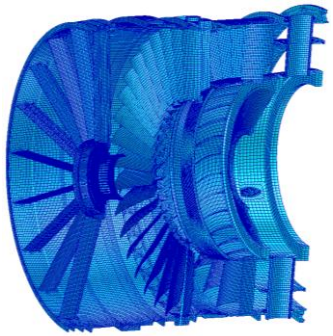


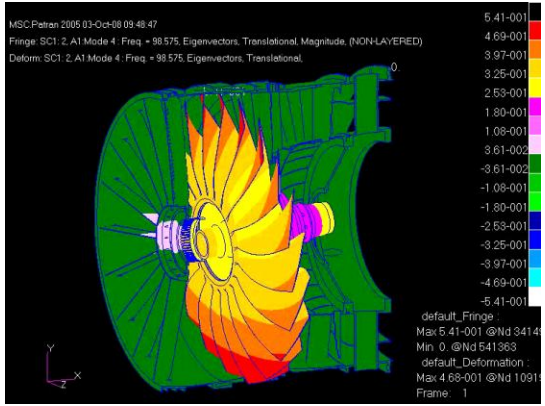


MSC Software

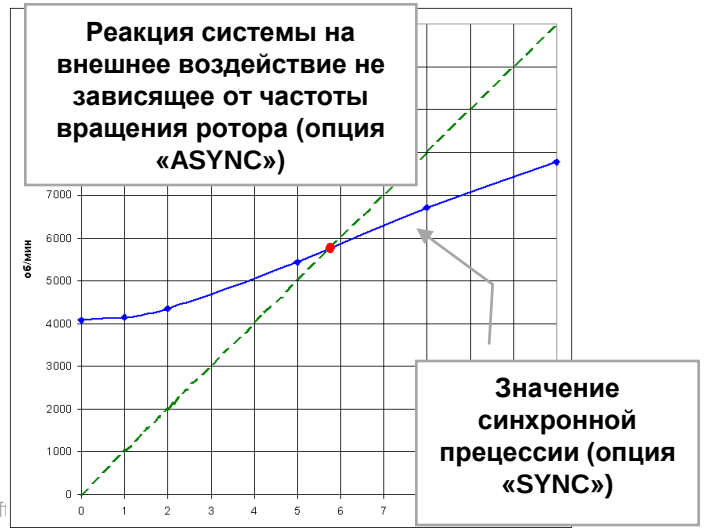
Использование модуля Rotordynamics в MSC Nastran для определения критической частоты вращения ротора компрессора ГТД в постановке "ротор+статор"

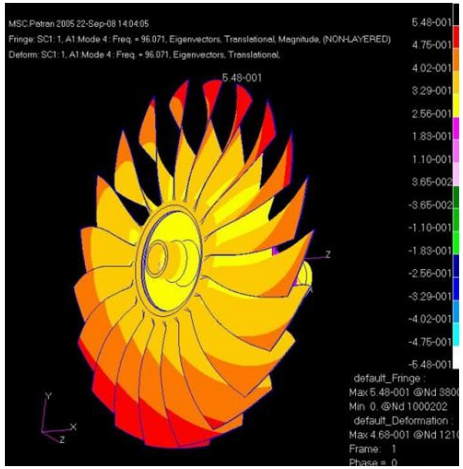


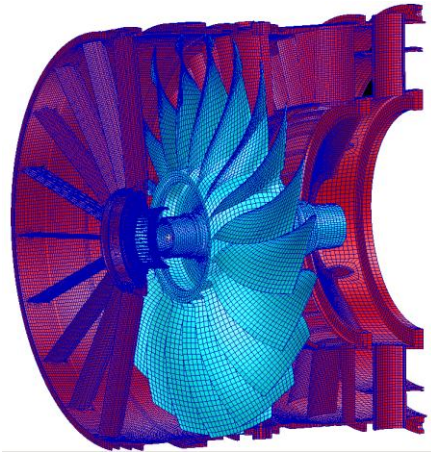




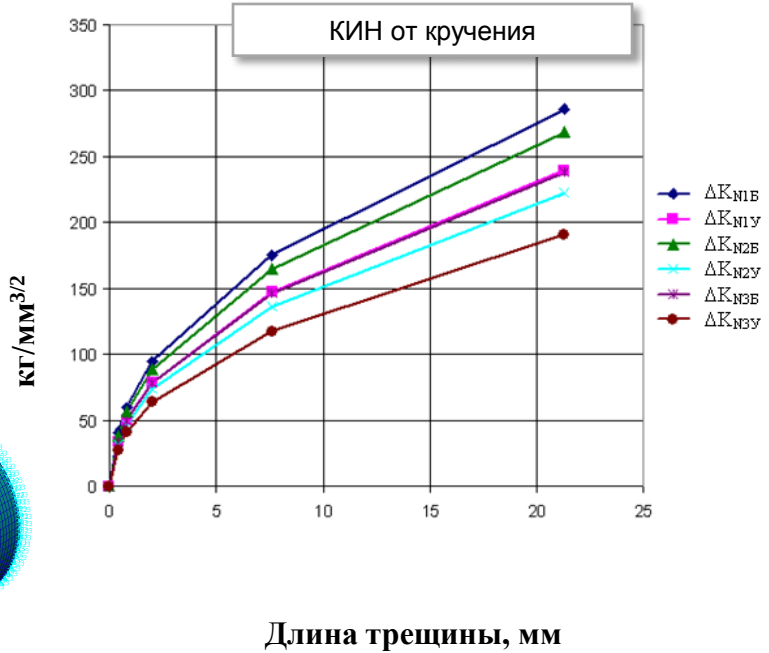
Критическая частота вращения Nкр = 98,6 Гц

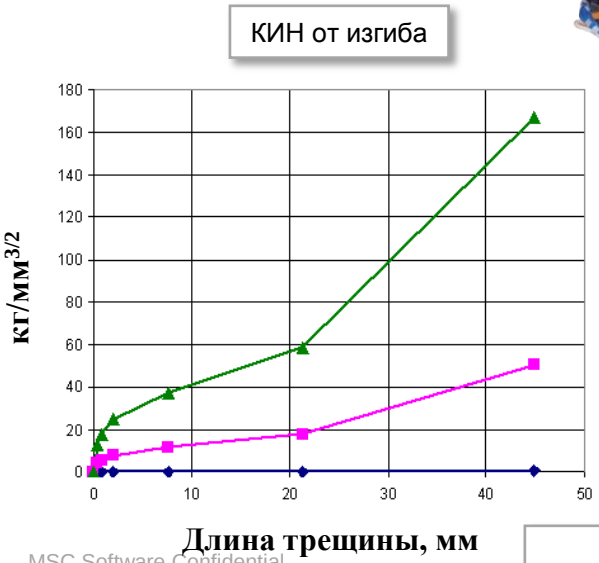


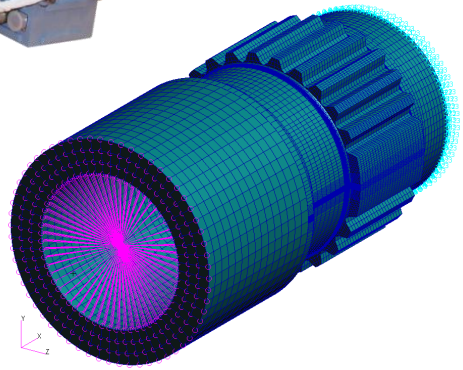




Методика определения ресурсных показателей вала ротора низкого давления АГТД с учетом возможных повреждений

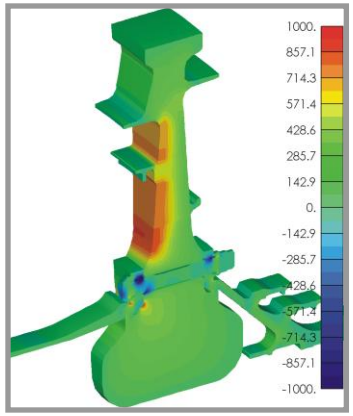


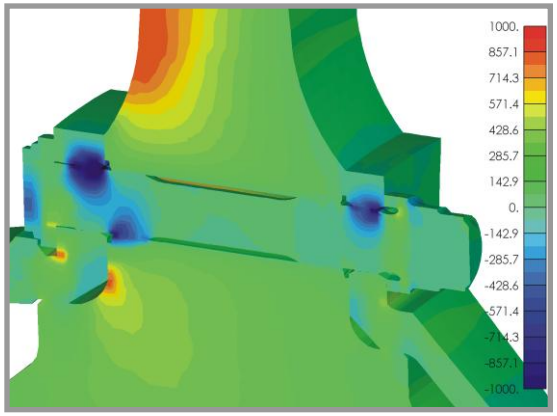


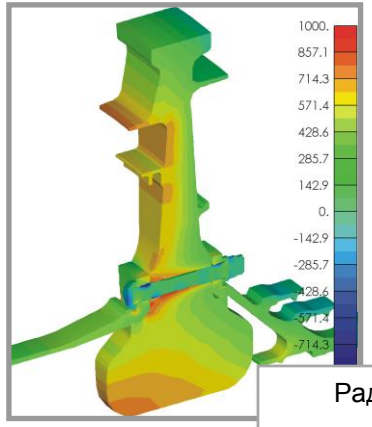


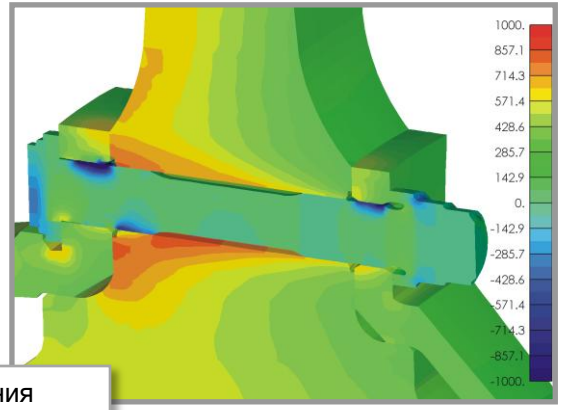
MSC Software Confidential

Расчет эволюции параметров напряженно-деформированного состояния и оптимизация конструкции высоконагруженных деталей и узлов ГТД



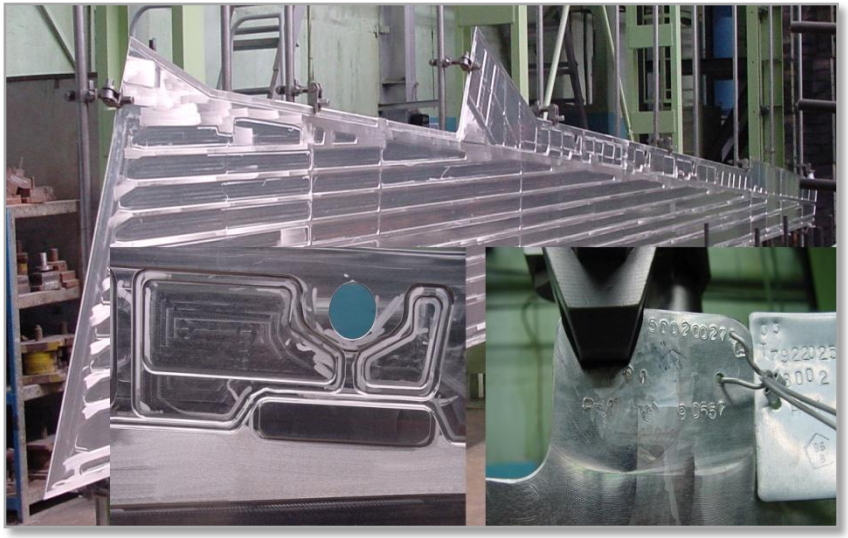


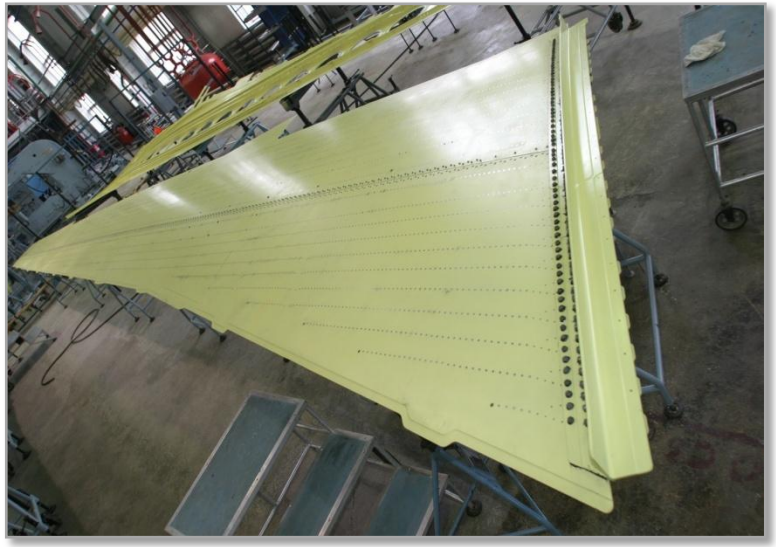




Радиальные и окружные напряжения
в сборном роторе турбины

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет





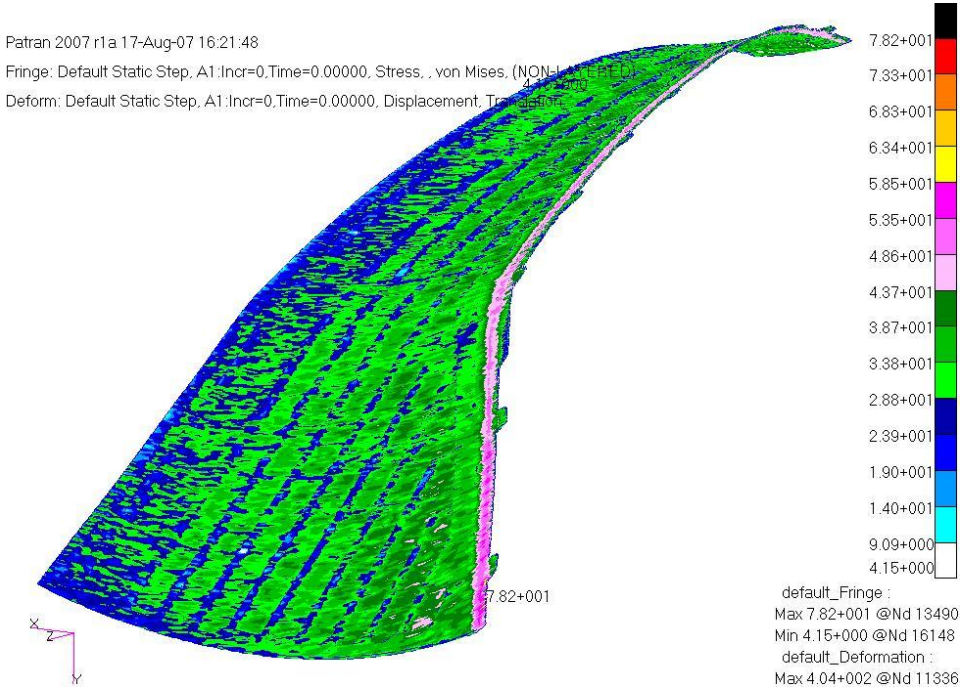
Требование:

- оптимизировать параметры технологического процесса для изготовления панелей крыла для самолета Sukhoi SSJ-100

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

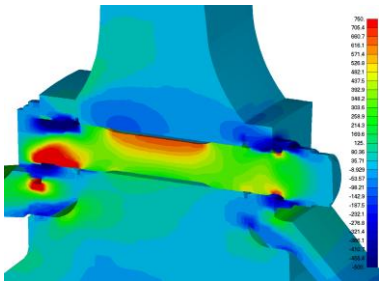
Результат:

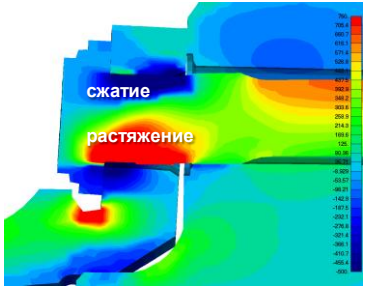
- Изготовление детали «с первого раза», обусловленное достаточной глубиной
  Marc-моделирования всех процессов техпроектирования и изготовления
- Минимальный экономический эффект при подготовке производства одной данной панели оценивается в 2,2 миллиона рублей



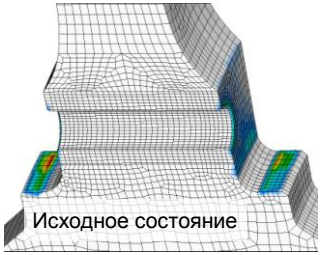
Контактная задача в анализе термоупругости сборных конструкций турбомашин

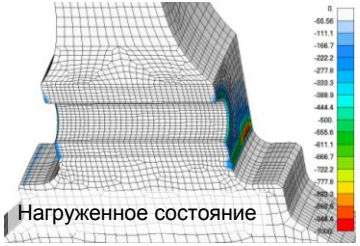
Работа ротора в эксплуатации,
при воздействии центробежной нагрузки
и неравномерного температурного поля



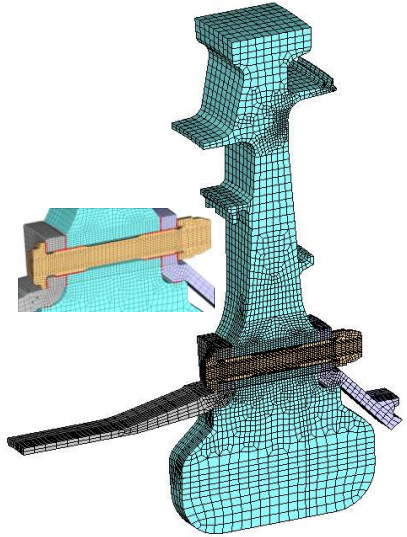


Поля контактных сил

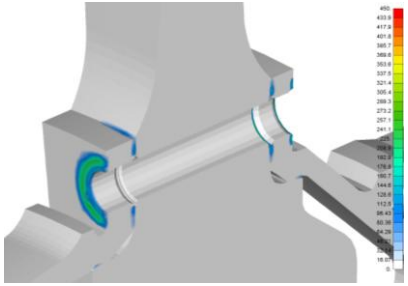


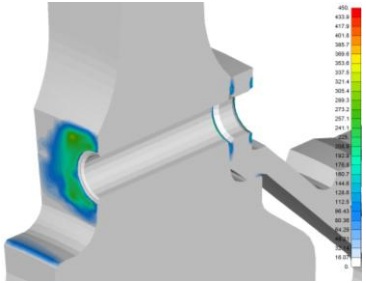


Модель сборного ротора
турбины каскада высокого
давления авиационного ГТД

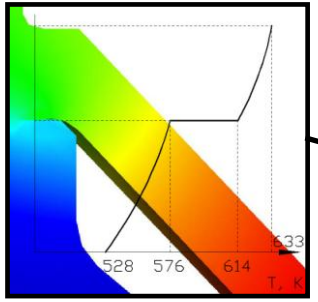


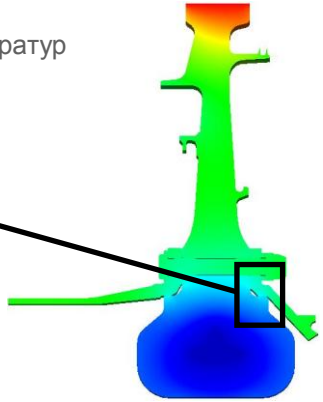
Пятна контакта при работе ротора





Поле температур

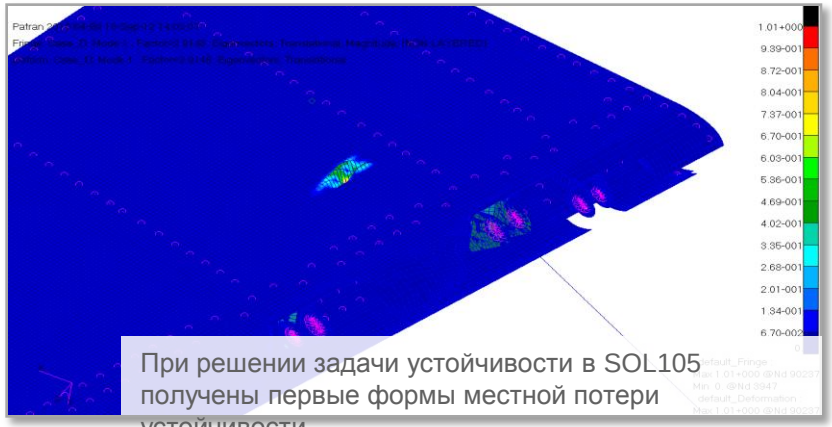




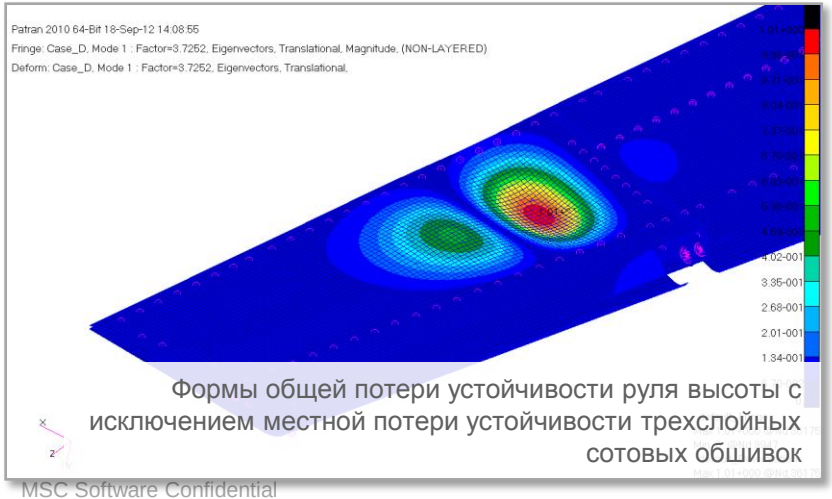
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИРГУПС УНИВЕРСИТЕТСКИЙ КОМПЛЕКС

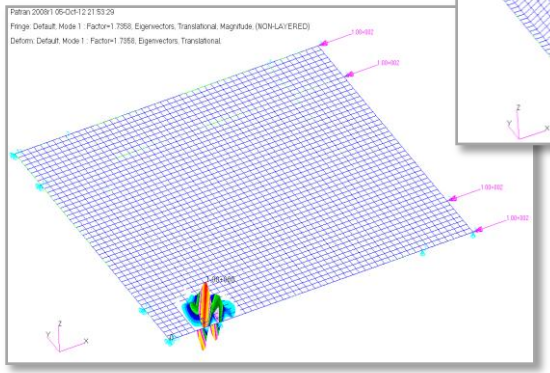
Особенности расчета в MSC Nastran агрегатов механизации крыла из композиционных материалов

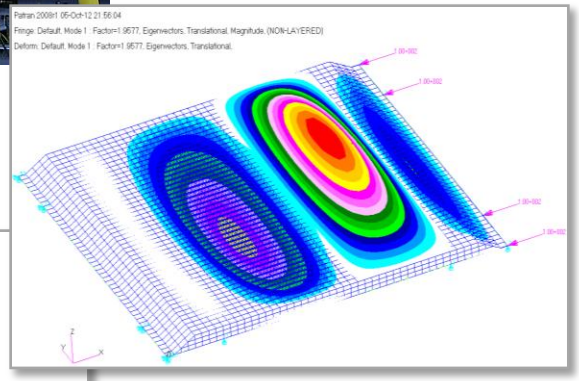


При решении задачи устойчивости в SOL105 получены первые формы местной потери устойчивости



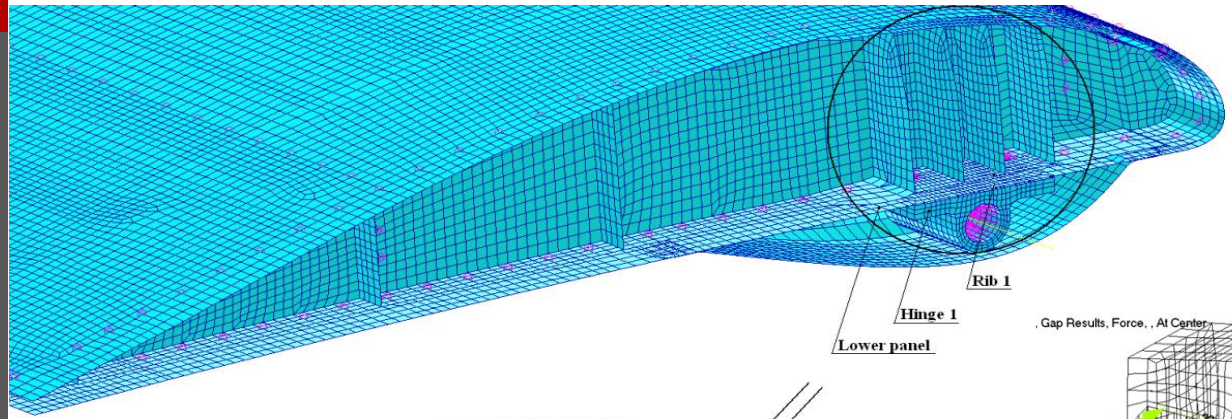
Формы общей потери устойчивости руля высоты с исключением местной потери устойчивости трехслойных сотовых обшивок

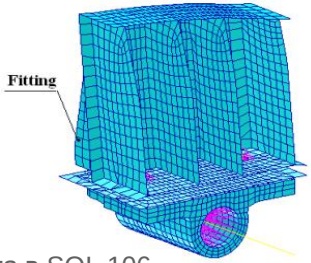




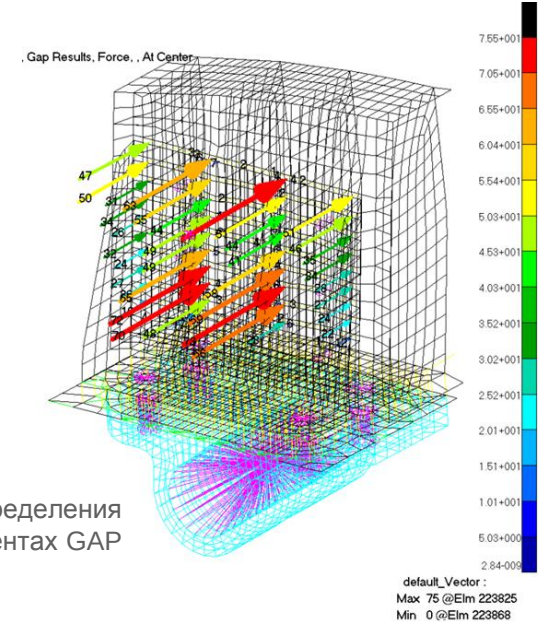
Потеря устойчивости при сжатии 3-х слойной панели с сотовым заполнителем

Особенности расчета в MSC Nastran агрегатов механизации крыла из композиционных материалов

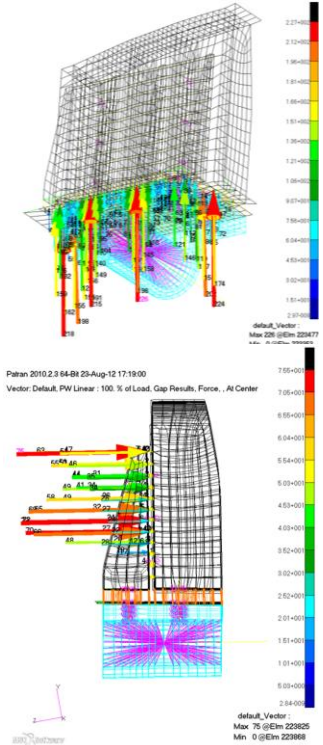




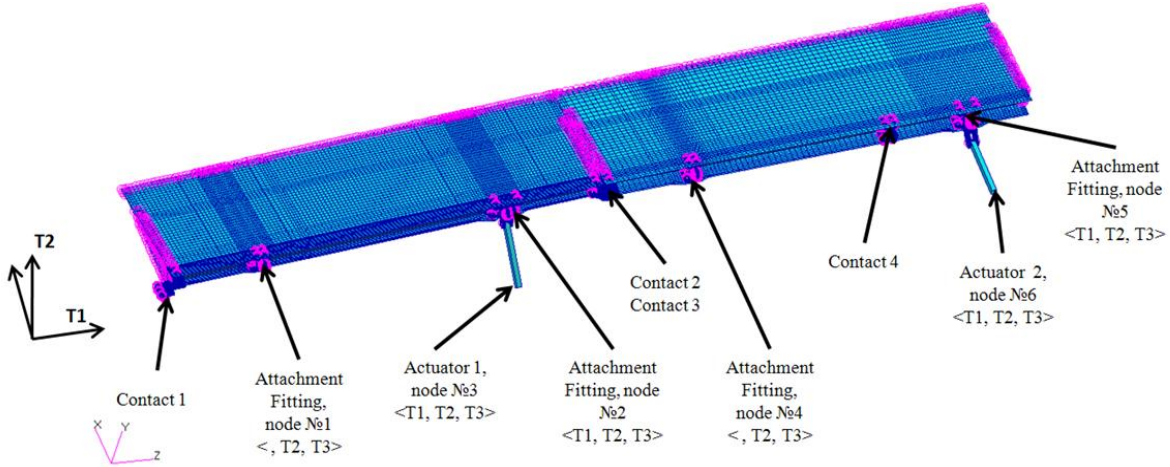
Для нелинейного расчета в SOL 106 выделена локальная модель

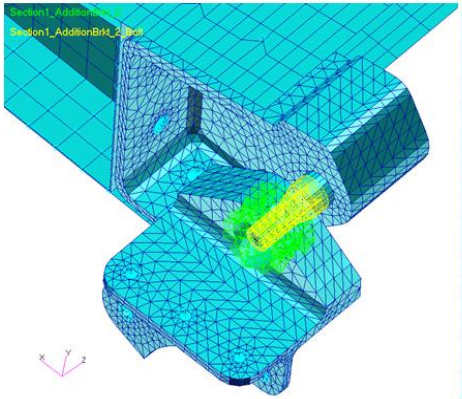


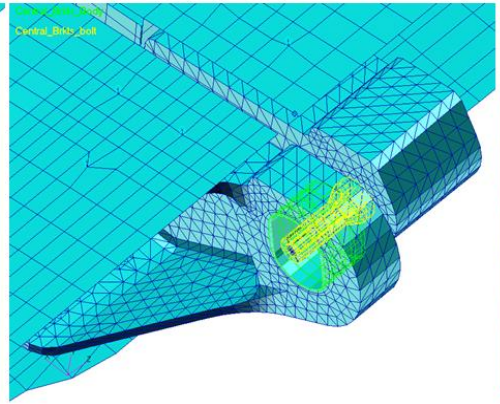
Расчёт распределения сил в элементах GAP

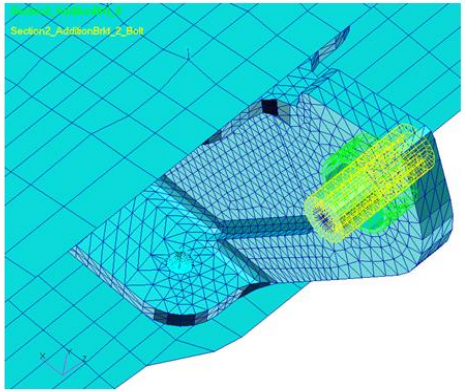


Особенности расчета в MSC Nastran агрегатов механизации крыла из композиционных материалов





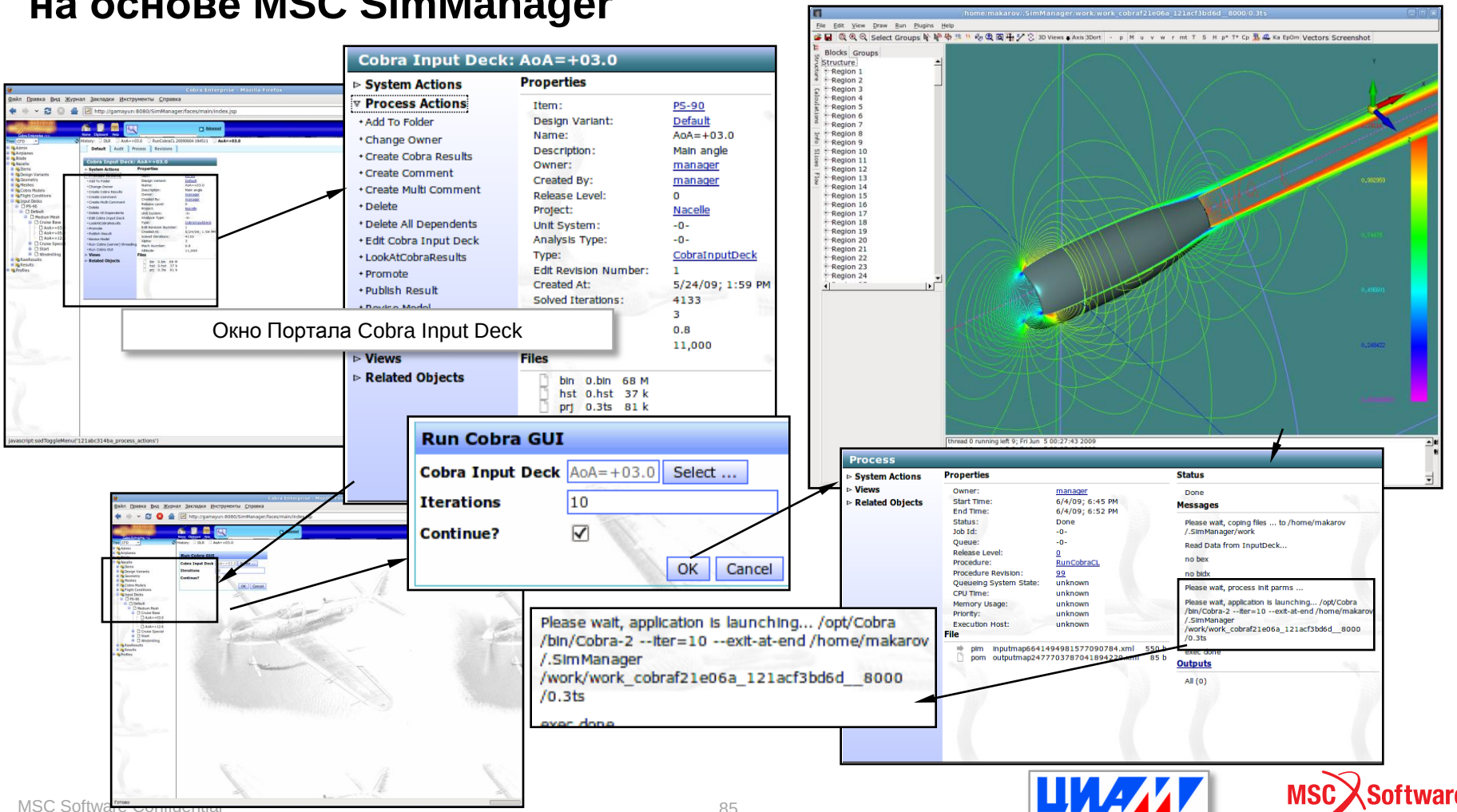




АэроКомпозит
Закрытое Акционерное Общество

- КЭМ модель воздушных тормозов
- Линейная статика (SOL101) + линейный контакт
- Размерность модели более 300000 узлов
- Использование нелинейного контакта (SOL106 или Marc) приводит к слишком большому времени счета каждой задачи, что неприемлемо
- В случае необходимости для уточнения НДС в зонах контакта создаются локальные модели для расчета в MSC Nastran или Marc

Технология управления инженерными данными на основе MSC SimManager



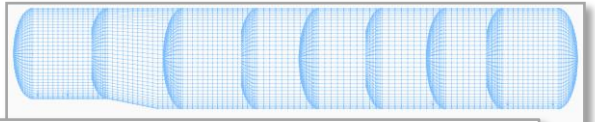
Автомобилестроение

Моделирование поведения автоцистерн при различных видах нагружения и оптимизация конструкций

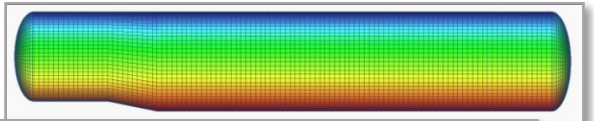
комплекс: **MSC Nastran** + автоматизация всех этапов одного расчета путем использования среды MS Excel и встроенного в неё Visual Basic For Application (VBA) с использованием script-языка.

Варьируемые параметры геометрии корпуса цистерны

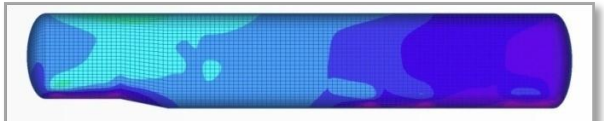
1	Толщина стенки обечайки
2	Толщины стенки волнорезов
3	Толщины стенок перегородок
4	Диаметр обечайки
5	Форма днищ, волнорезов и перегородок (параметры формы)
6	Длина корпуса цистерны
7	Количество отсеков



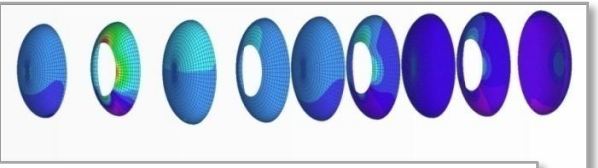
Модель цистерны топливозаправщика



Гидростатическое давление, действующее на корпус цистерны

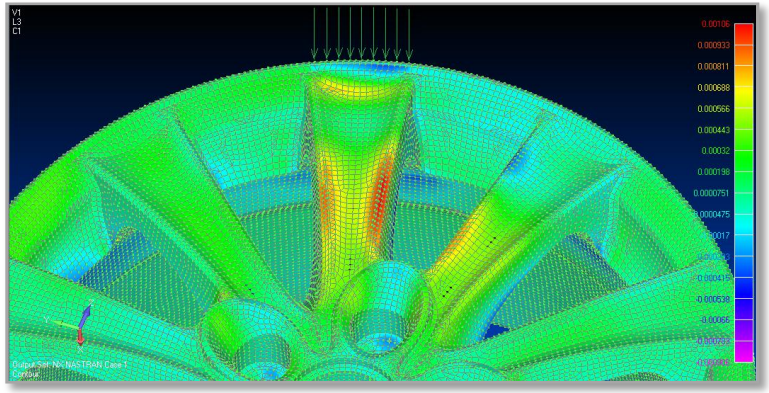


Деформация корпуса цистерны



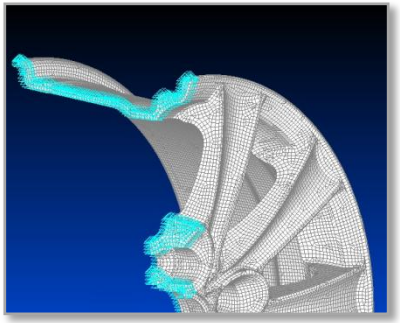
Деформация перегородок и волнорезов

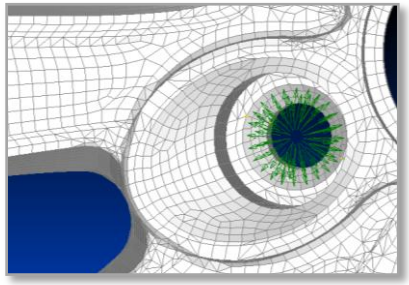
Исследования прочности и динамики при ударном нагружении литых алюминиевых колес автомобилей

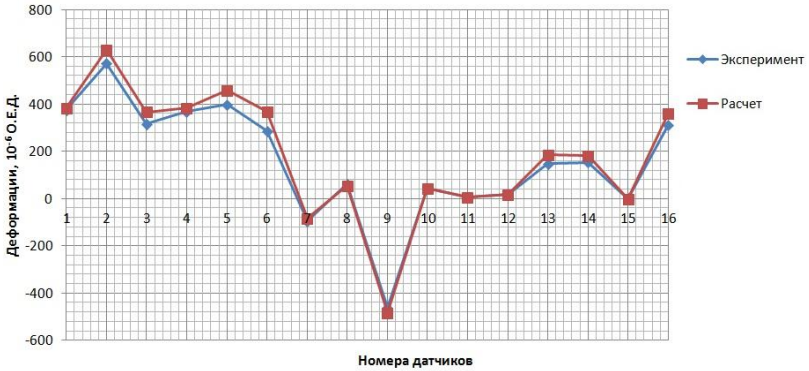


КЭ модель создана на базе комплекса MSC Nastran

224 175 узлов
483 910 элементов





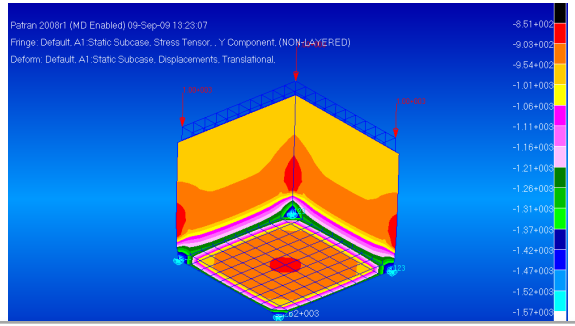


Сравнение результатов расчета с экспериментом

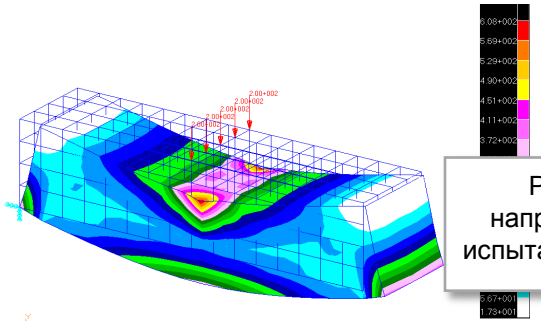
Научная работа студентов на кафедре строительной механики на базе комплекса МКЭ MSC Nastran, Marc

Моделирование стандартных испытаний образцов из дорожных материалов

Студенты: Я.С. Егиян, А.В. Бузиков (4 СА1)



Распределение эквивалентных напряжений в стандартном кубе при испытании на сжатие (вид снизу) и его расчетная схема

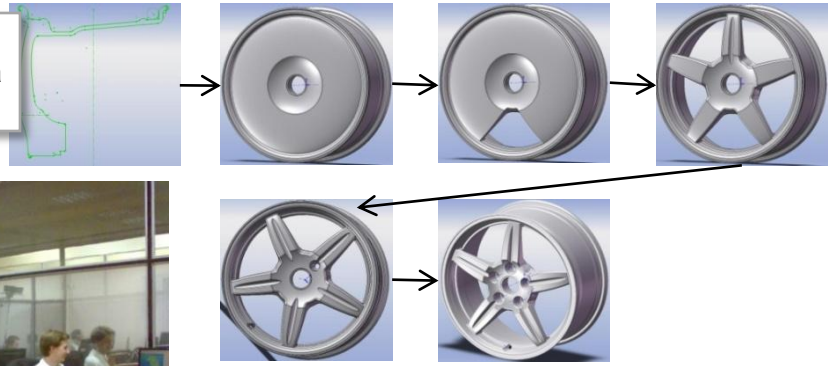


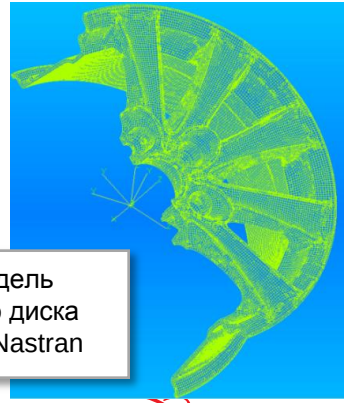
Распределение эквивалентных напряжений в стандартной балке при испытании на изгиб и ее расчетная схема

Моделирование конструкции и подготовка к расчету автомобильного колесного диска

Студенты: Е.М. Логинов (4А1), Г.В. Березин (4А3)

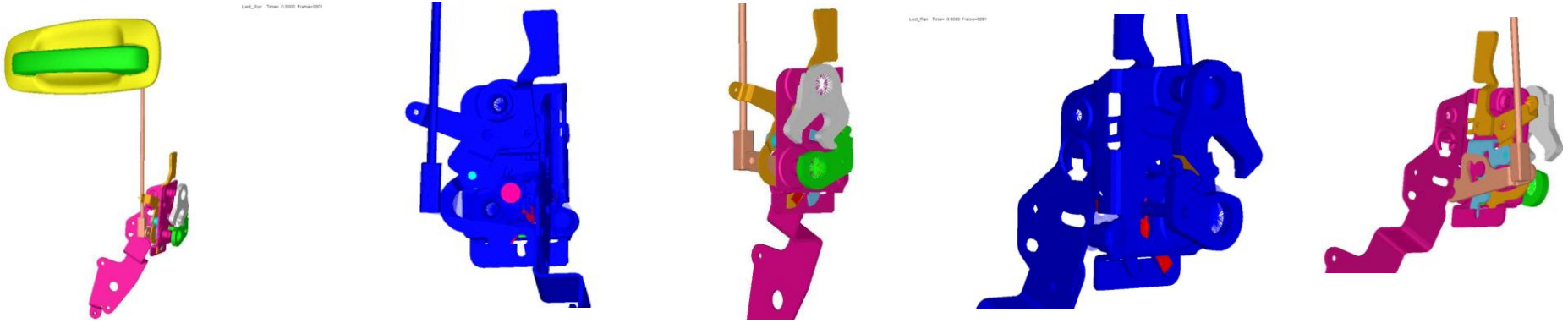
Этапы конструирования автомобильного колесного диска в CAD - системе

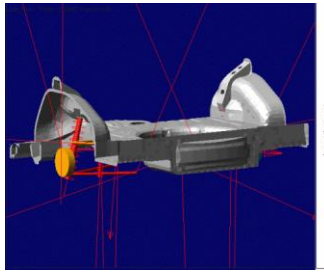


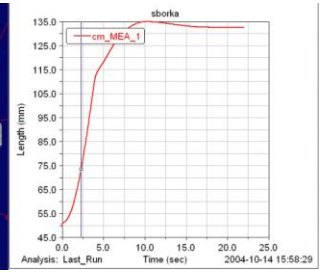


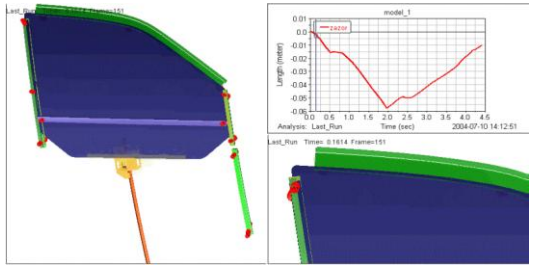
Конечно-элементная модель автомобильного колесного диска в комплексе Patran - MSC Nastran

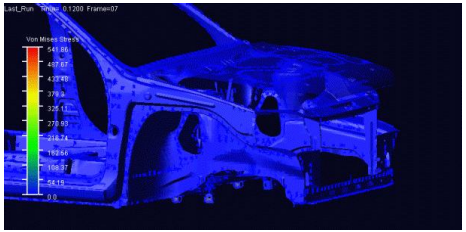
Виртуальные расчёты механизмов в процессе проектирования автомобилей LADA

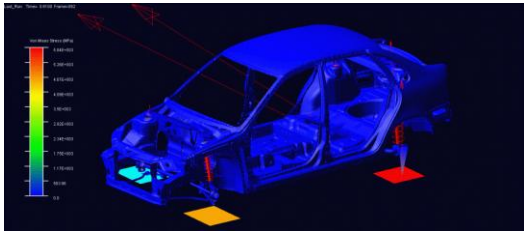






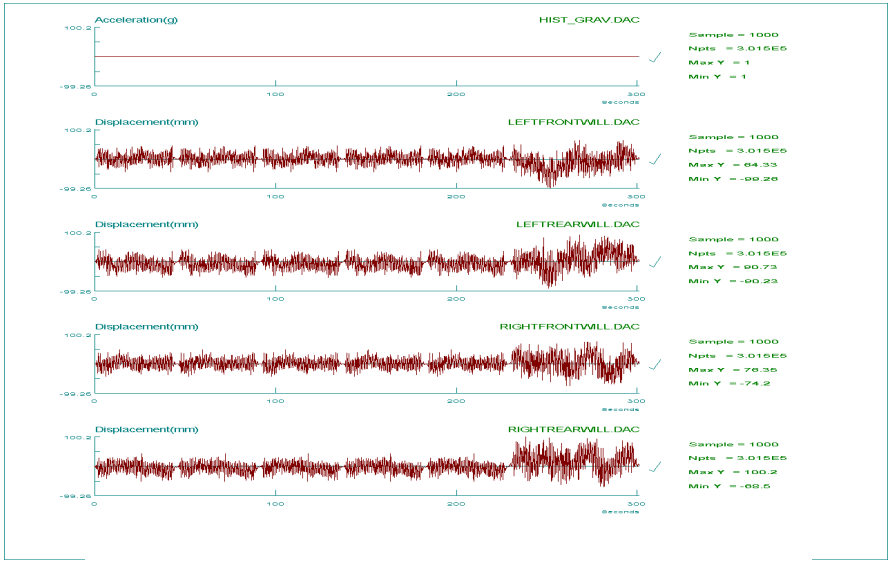


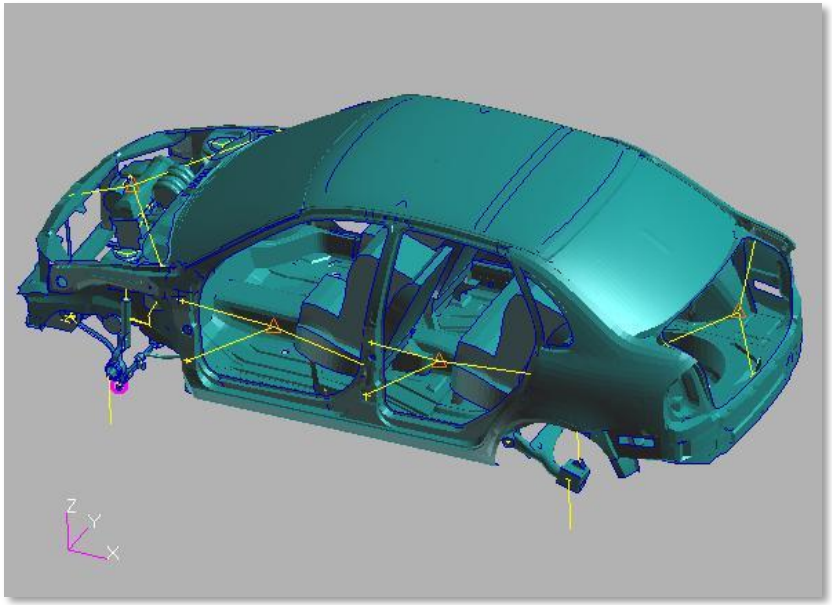




Анализ долговечности критичных зон кузова автомобиля

- Реальные истории нагружения (вынужденные Z – перемещения колес в соответствии с заданным профилем дороги)
- КЭМ автомобиля в сборе для расчета в MSC Nastran
- Статические характеристики материалов

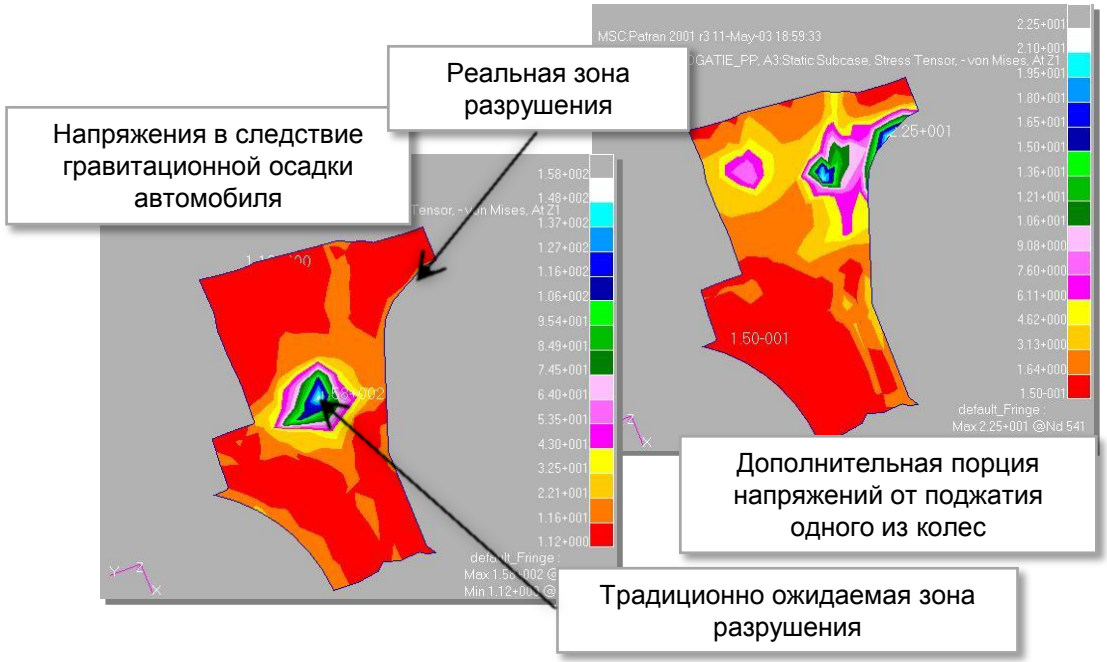


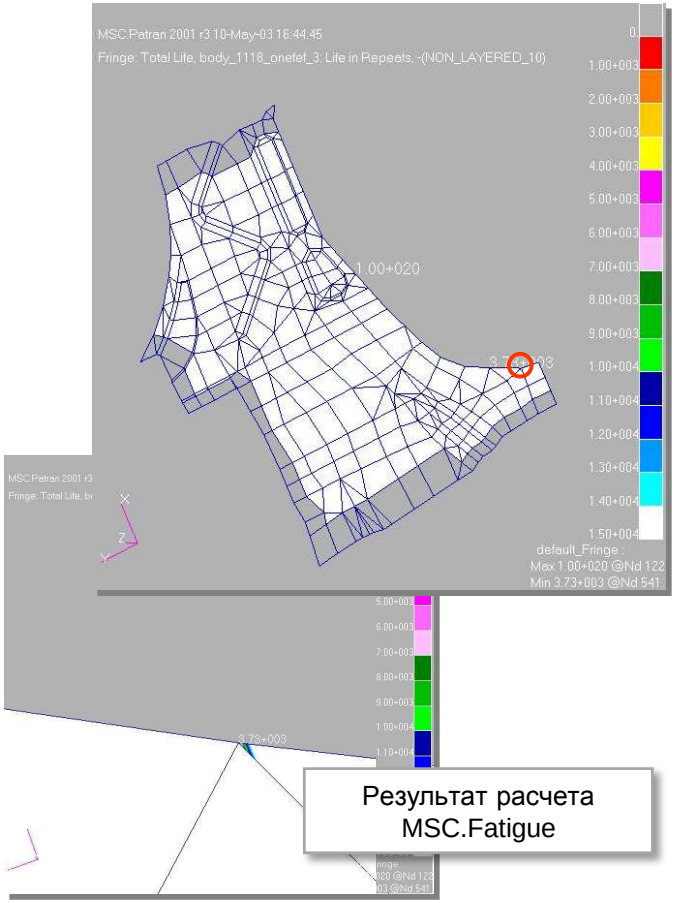


Расчет долговечности кузова автомобиля

Традиционный подход:

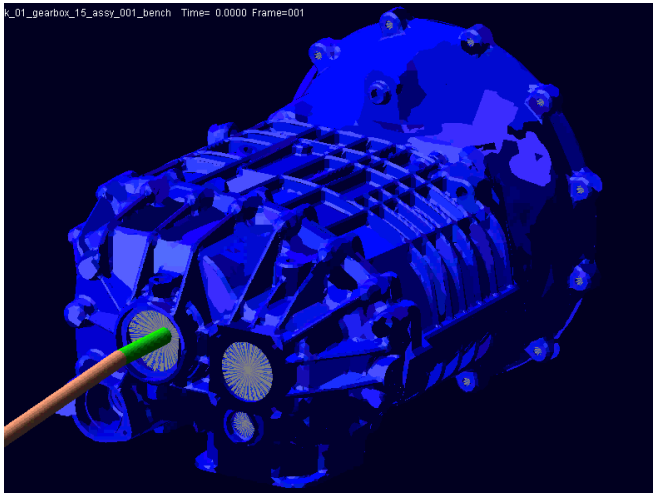
- КЭ-модель автомобиля; гравитационная осадка; статическое поджатие колеса, или динамический анализ пробега (например через кочку)
- По результатам – выбор зон наибольших напряжений
- Эти зоны – самые опасные, над ними нужно работать

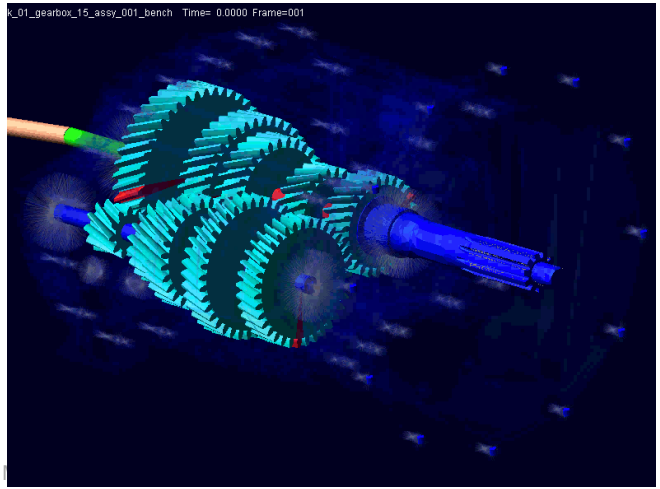


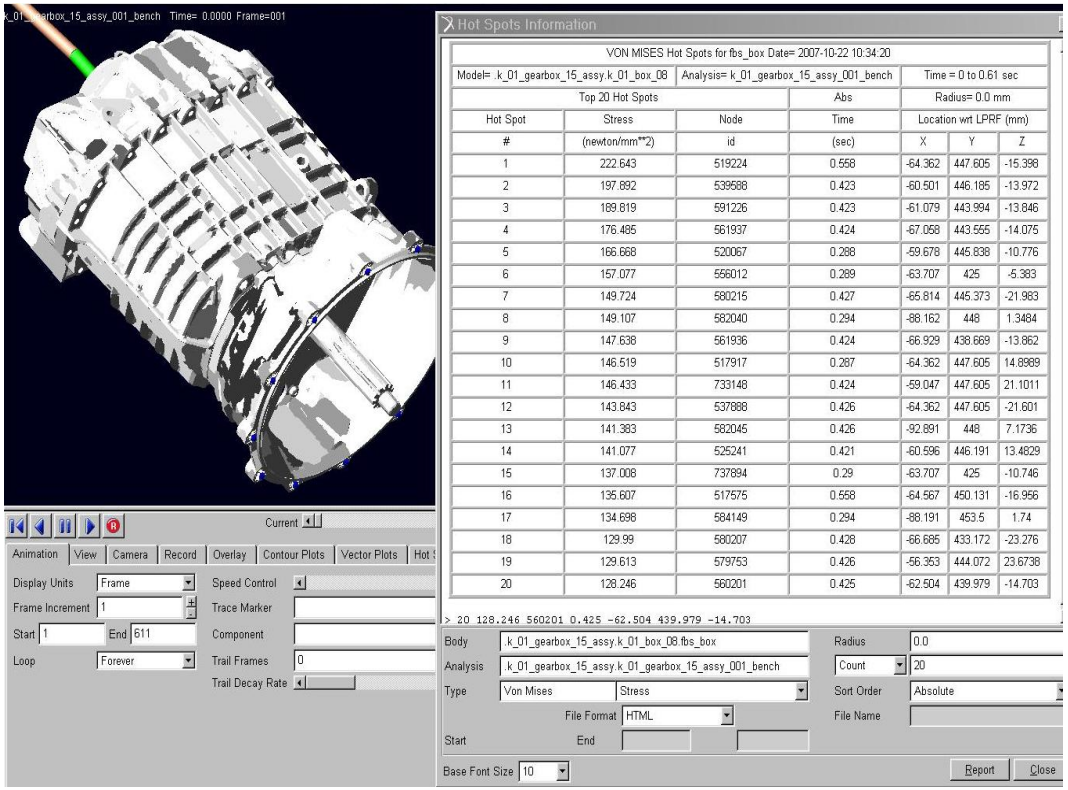


Подход MSC.Fatigue: вычисление и суммирование усталостных повреждений в циклах нагружения

Моделирование работы коробки передач



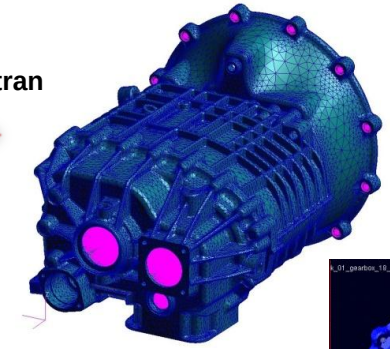




Моделирование долговечности коробки передач для грузового автомобиля

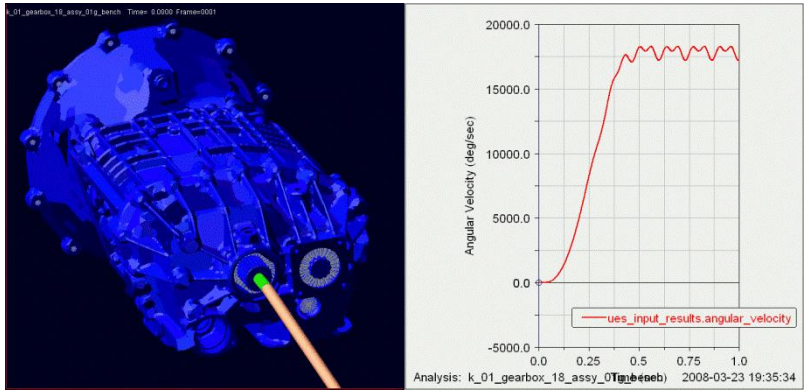
Parasolid модель

Patran, MSC Nastran



Конечно-элементная модель

Adams/Flex, Adams/Driveline



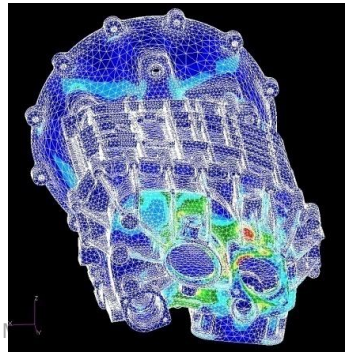
Multi-body модель

Adams/Flex, Adams/Durability, MSC Nastran

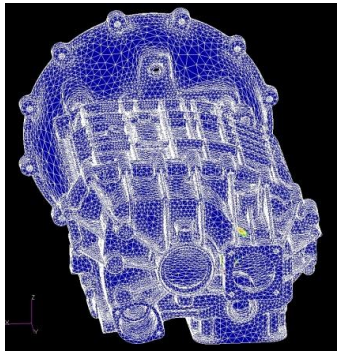
MSC tools

Долговечность

НДС

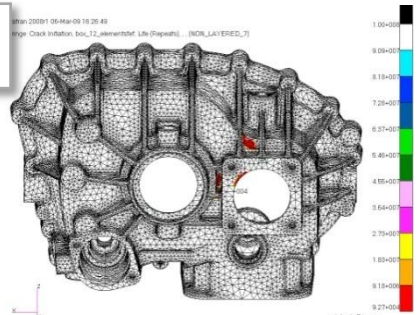


Patran, Fatigue

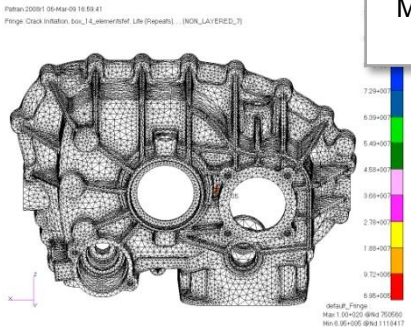


Моделирование долговечности коробки пере[illegible] грузового автомобиля

“Старый” вариант



Модифицированный вариант: значительно увеличена долговечность (>7 раз)



Моделирование динамики на мехатронной модели

Постановка задачи:
по данным углам целеуказания αук, βук , где
$\alpha_{ук}$ – угол наведения по горизонтали,
$\beta_{ук}$ – угол наведения по вертикали, заданных в системе координат Земли,
навести орудие из произвольного начального положения в положение, соответствующее углам целеуказания.

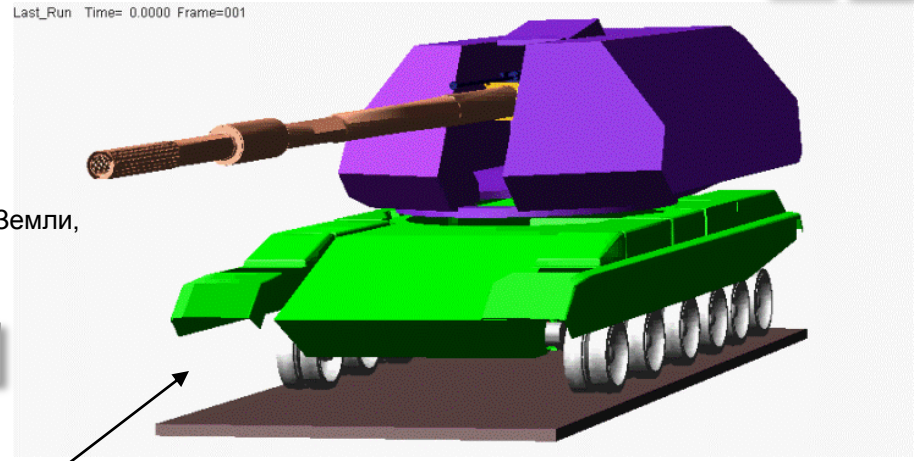
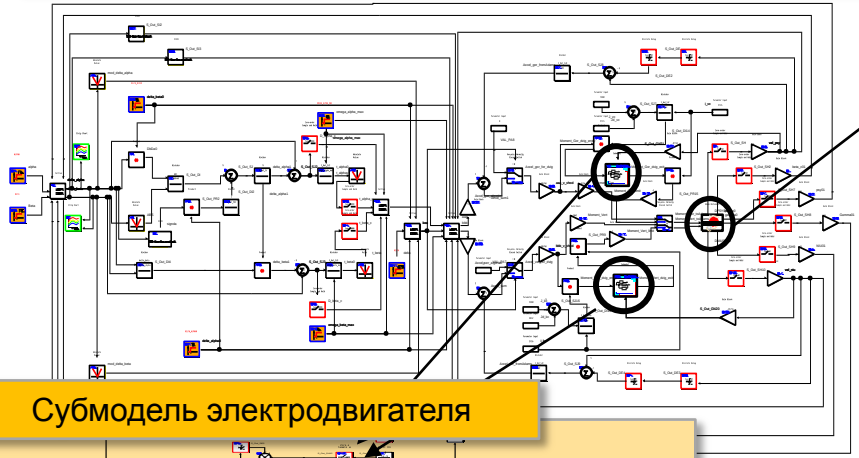
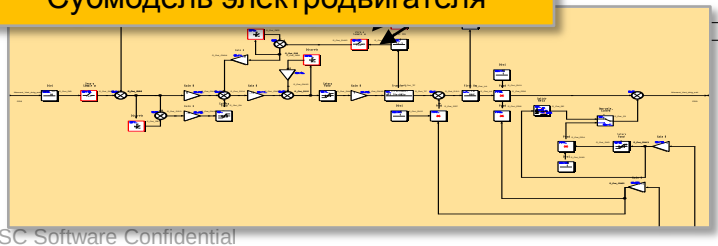


Схема алгоритма наведения, реализованная в Easy5



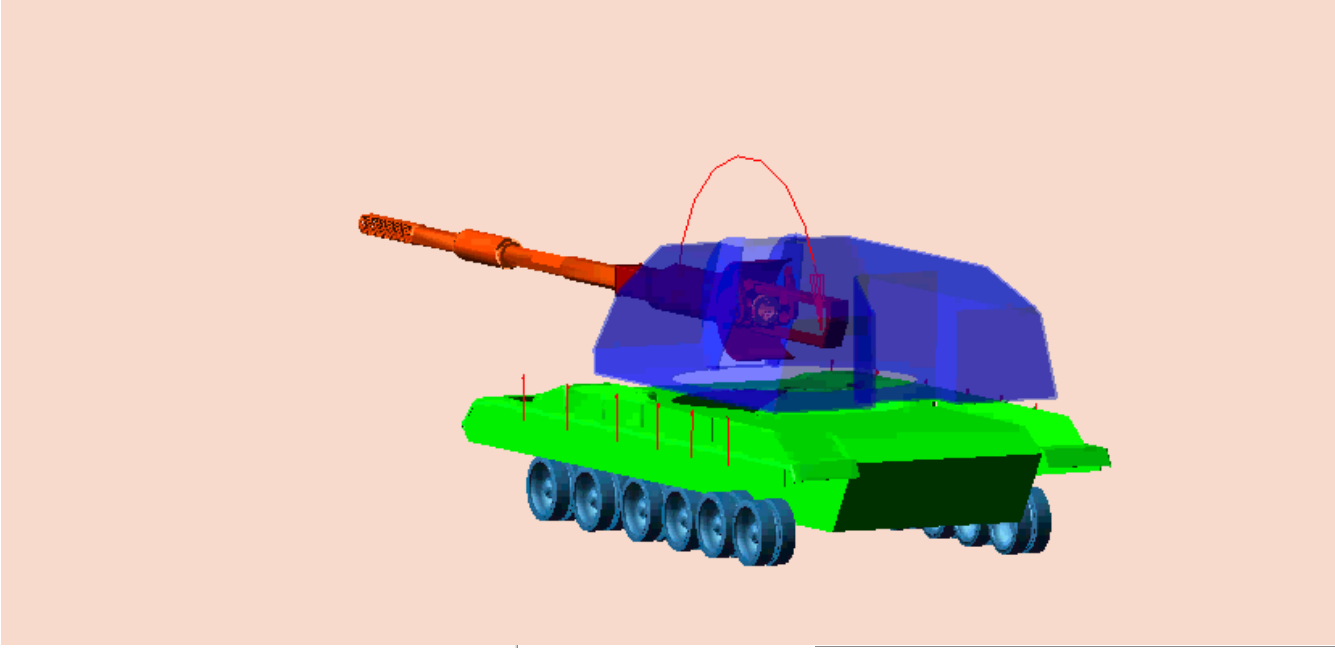
Субмодель электродвигателя

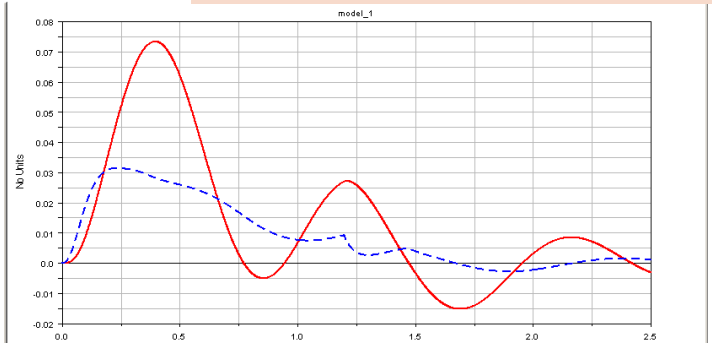


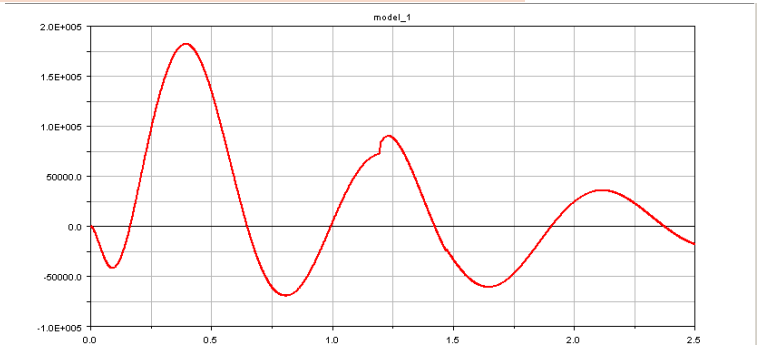
Встроенная в Easy5 динамическая модель из Adams

Выводы:
- Интегрированная среда Adams и Easy5 позволяет моделировать динамику управления изделия с учетом работы электрических, гидравлических и других сервосистем
- На связной электромеханической модели (мехатронной модели), построенной в интегрированной среде Adams и Easy5, были подобраны параметры электроприводов, обеспечивающие выполнение требований технического задания по наведению.

Комплексная модель Adams + Easy5



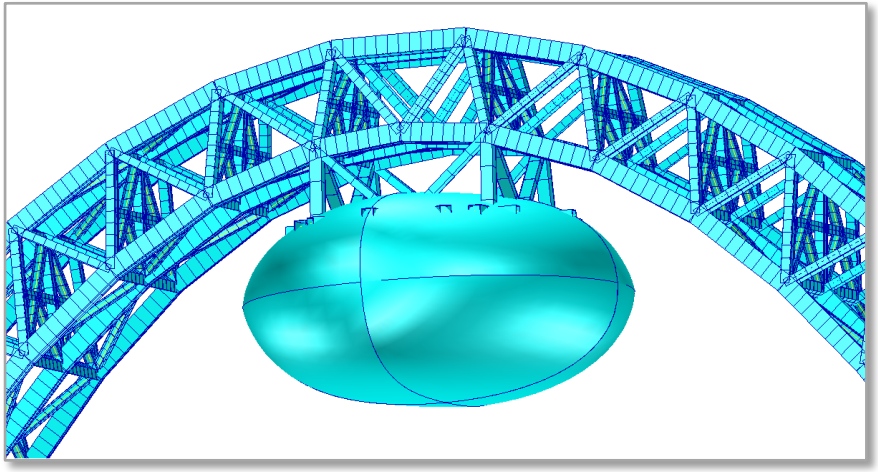


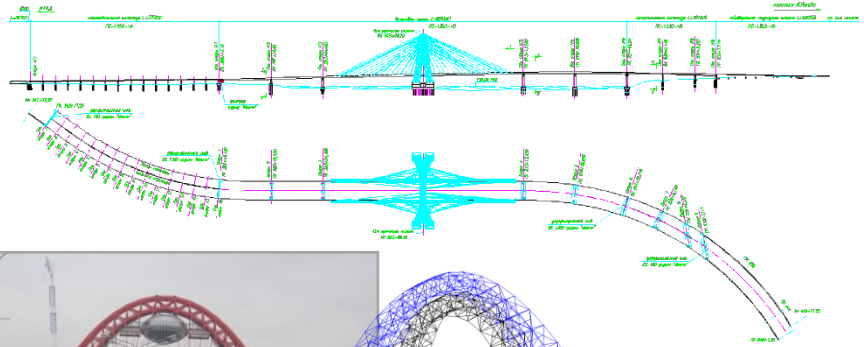


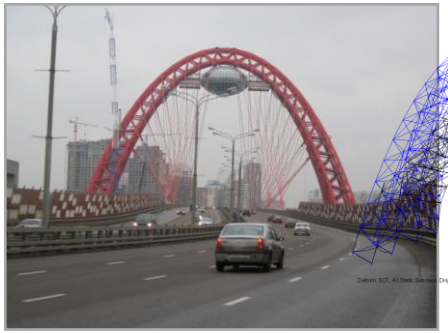
Строительство

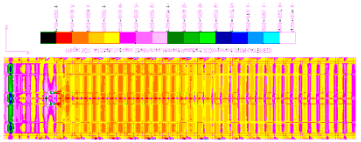
Экспертные расчеты вантового моста с арочным пилоном через реку Москву у Серебряного бора

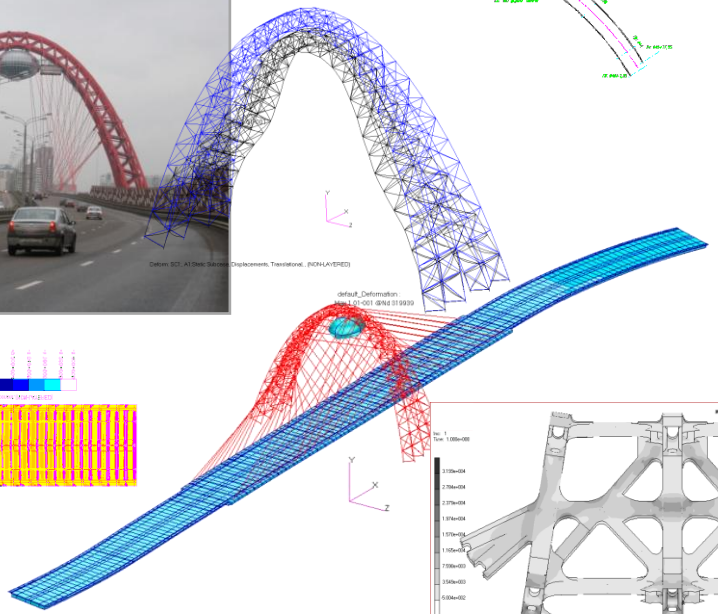
1. Разработана пространственная расчетная модель вантовой части моста
2. Выполнен комплекс расчетов сооружения как единого целого на прочность, жесткость и устойчивость
3. Выполнен статический расчет фрагмента пилона
4. Выполнен анализ устойчивости равновесия вантовой системы
5. Проведены дополнительные исследования устойчивости равновесия отдельных стержней









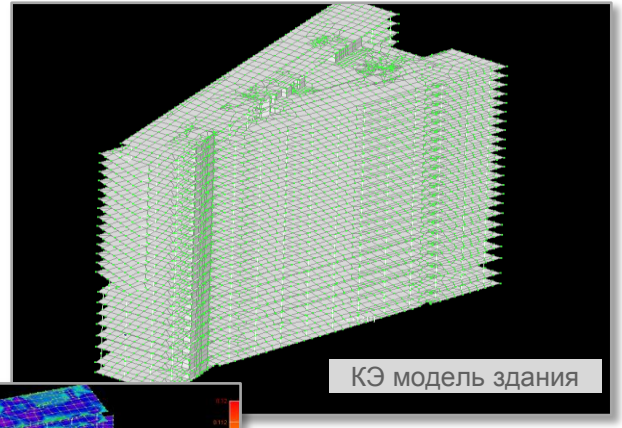


Распределение амплитуд виброускорений в многоэтажном административном здании от действующей линии метрополитена

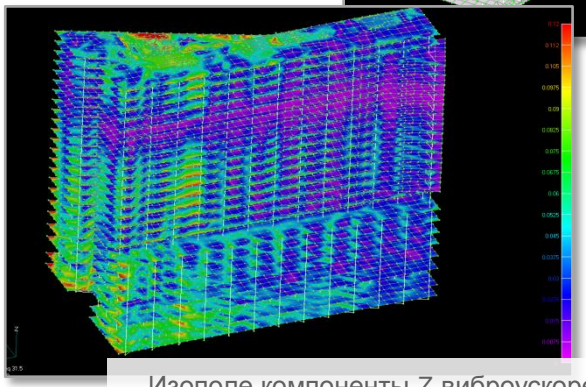
- Многоэтажное административное здание (расположено в непосредственной близости от линии железной дороги и метрополитена неглубокого заложения)

Московский Государственный Строительный Университет совместно с

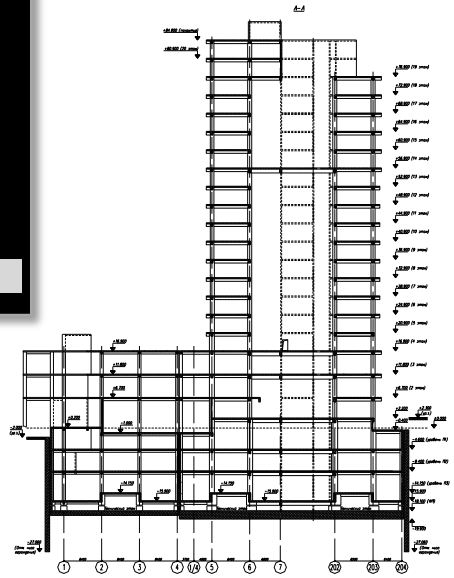
ООО «ВИБРОСЕЙСМОЗАЩИТА»



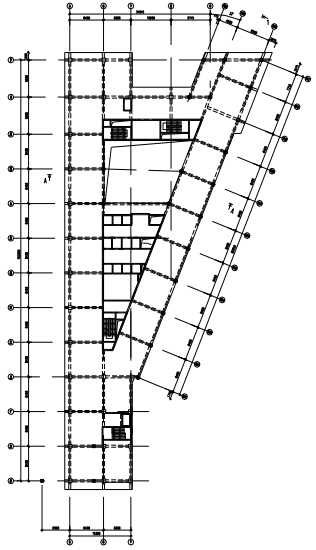
КЭ модель здания



Изополе компоненты Z виброускорения (вертикальное внешнее воздействие, частота воздействия 31,5 Гц)



Характерный разрез

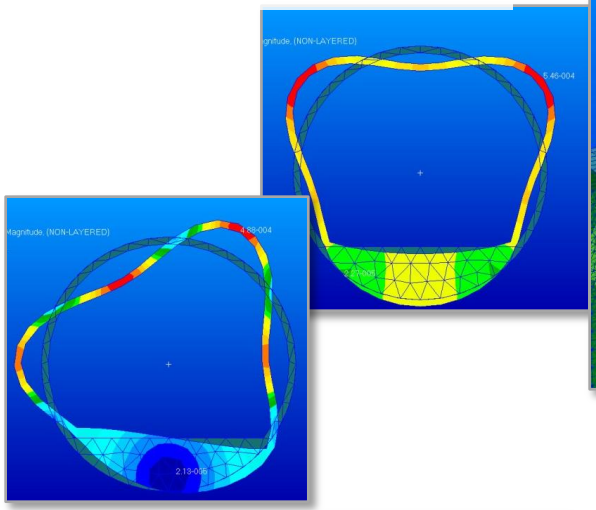


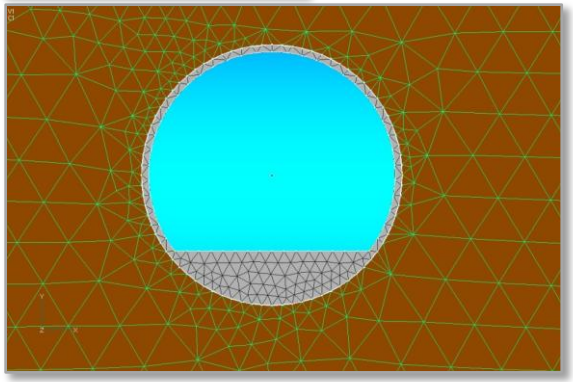
План типового этажа

Анализ распределения вибраций и их амплитуд в здании позволяет определить возможности эксплуатации здания в зонах с повышенным уровнем вибрации

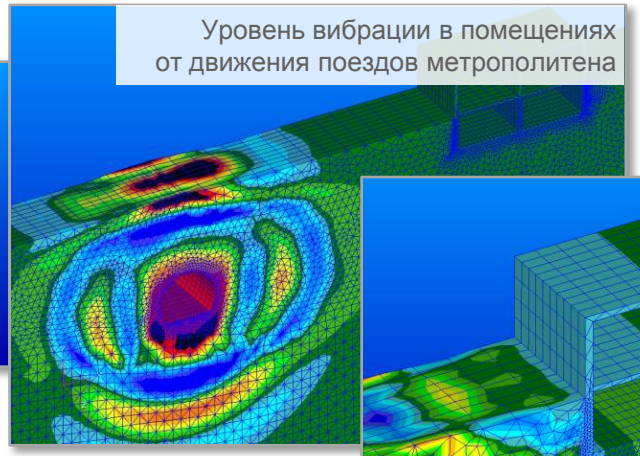
Прогноз уровней колебания основания под фундаментом станка от движения поездов метрополитена

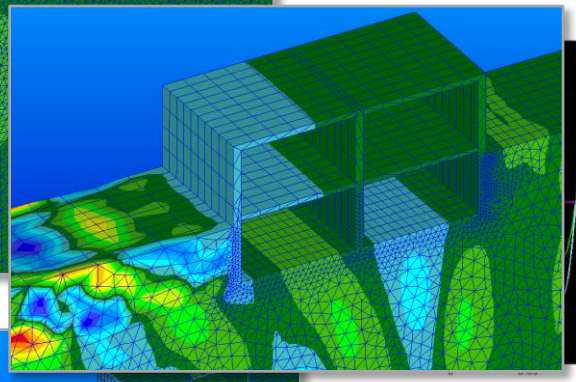
Собственные частоты колебаний тоннельной обделки

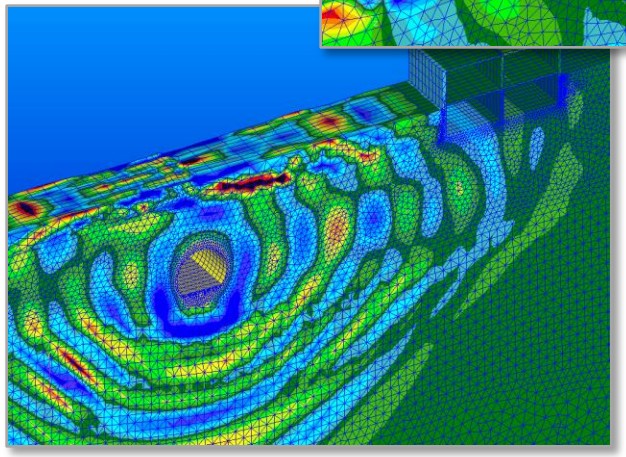


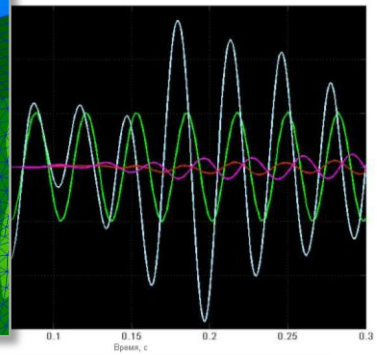


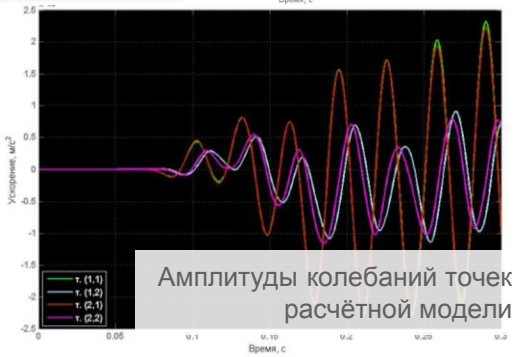
Уровень вибрации в помещениях от движения поездов метрополитена







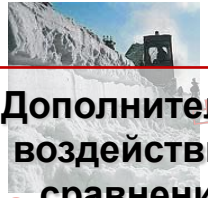




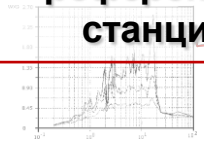
Амплитуды колебаний точек расчётной модели

Опыт использования комплекса Patran и MSC Nastran для учета воздействия от удара тяжелого коммерческого самолета на конструкции АЭС

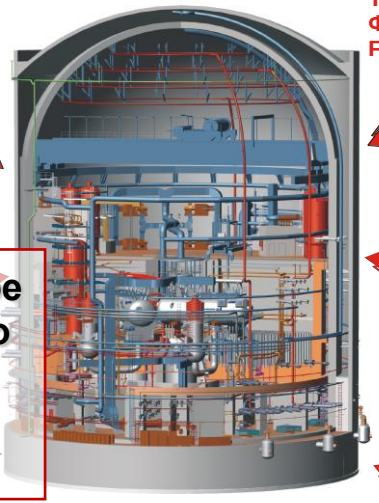
Падение самолета



Снеговые нагрузки
0.6 кРа



Землятрясения
0.25 g

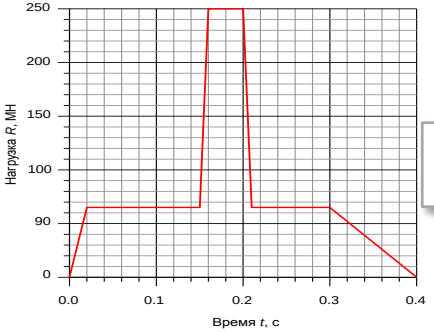


Ураганы,
Смерчи,
Торнадо
Фуджита
F3 - F4

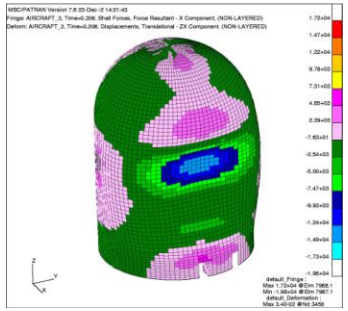
Внешние взрывы
10 кРа, 1 с

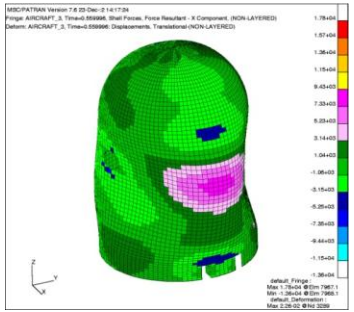
Наводнени

Дополнительное воздействие по сравнению с референтной станцией



Закон изменения нагрузки на строительные конструкции



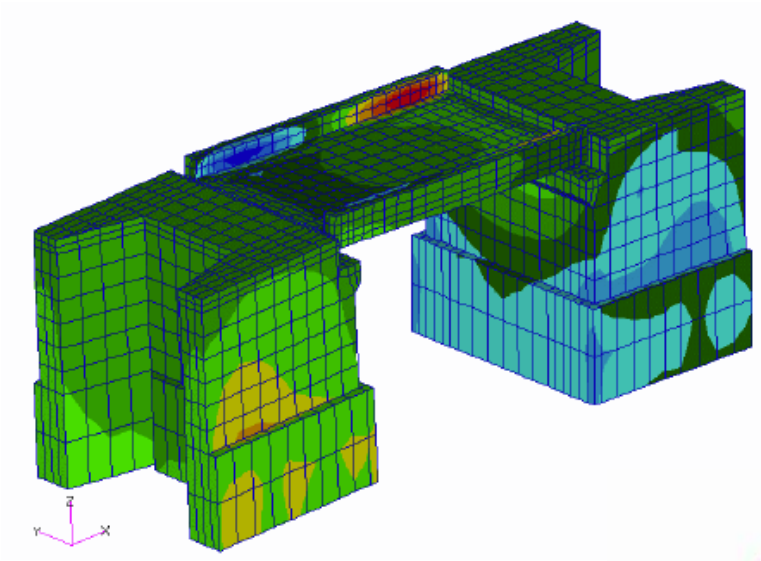


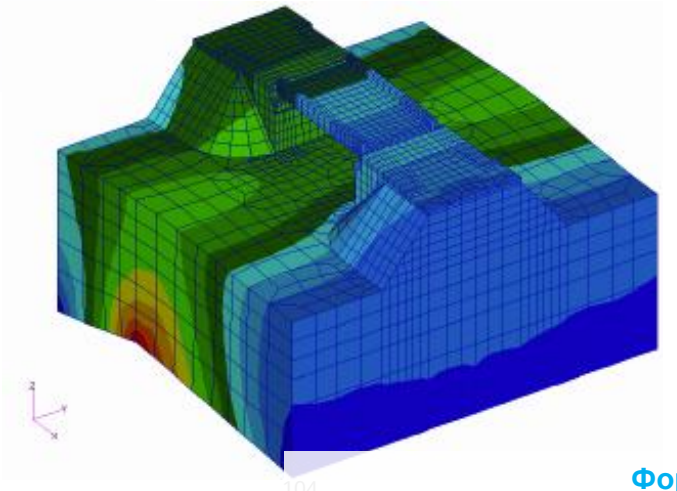
Момент времени t = 0.206 с и t = 0.559 с

Удар самолета
“BOEING 747-440”
Масса 400000 кг, скорость 150 м/с,
масса двигателя 4300 кг,
угол удара 0 – 100 к горизонту

Форум MSC, Атомэнергопроект 2011 г.

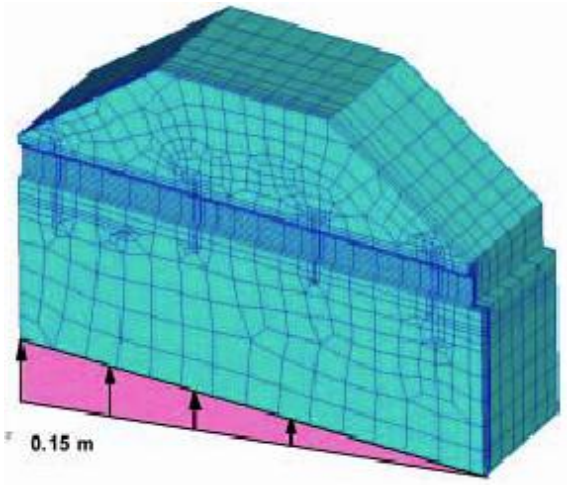
Проектирование железнодорожных конструкций в условиях возможных тектонических подвижек



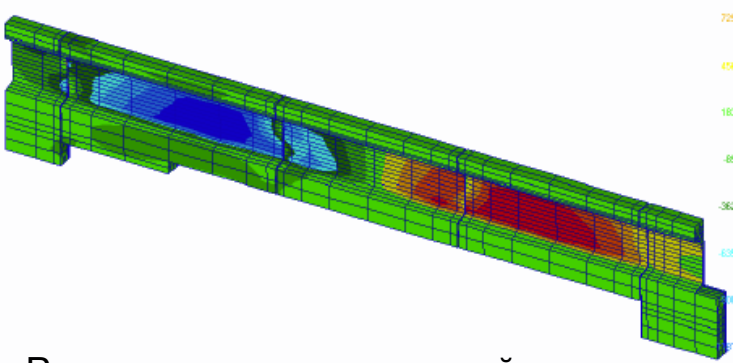


Распределение силовых факторов в КЭ-моделях железнодорожных мостов

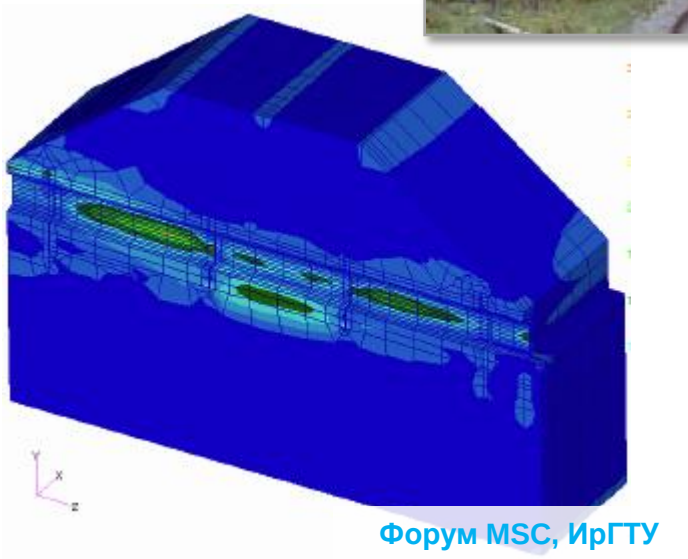
Анализ прочности перекрытия тоннельного типа



КЭМ тоннельного перекрытия железнодорожного пути с земной подвижкой

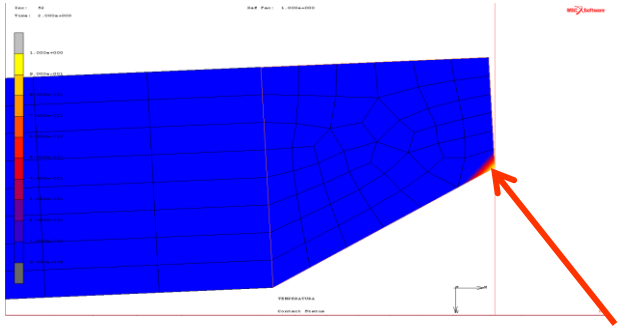


Распределение напряжений в насыпи и бетонной части тоннельного перекрытия

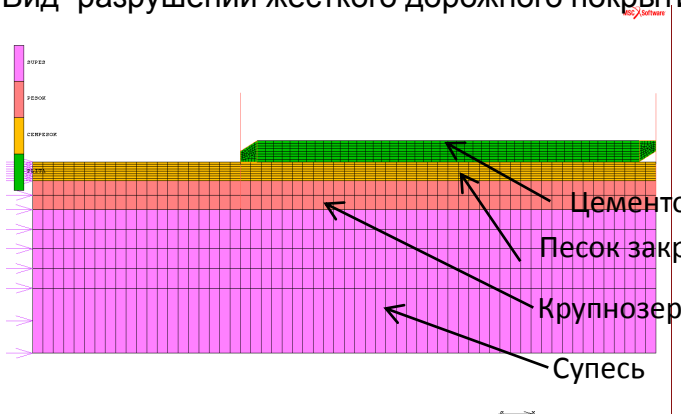


Исследования поведения жестких (цементобетонных) дорожных одежд при транспортных и климатических воздействиях

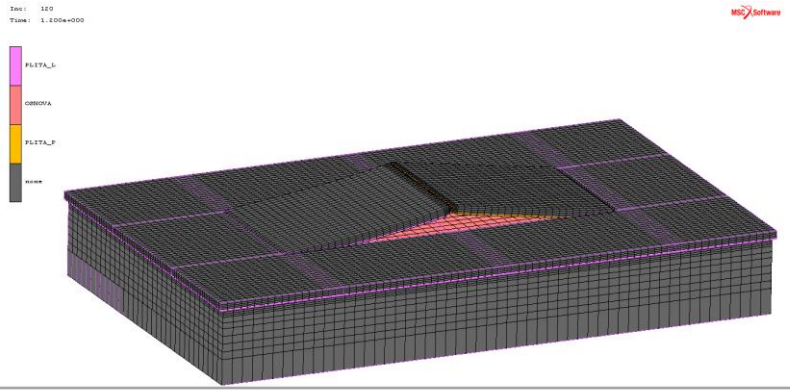
Вид разрушений жесткого дорожного покрытия



Область повреждения плиты в результате потери устойчивости дорожным покрытием



Расчётная схема жёсткой дорожной конструкции (плоская деформация)

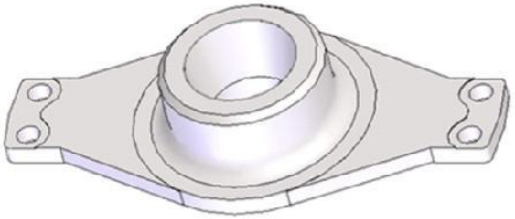


Потеря устойчивости двумя плитами 3-х полосного дорожного покрытия (объемная задача)

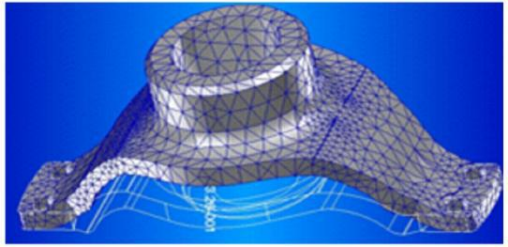
Железнодорожный транспорт

Оценка способов снижения виброактивности конструкций тяговых передач электроподвижного состава

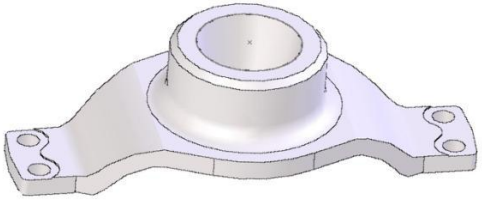
Начальная форма фланца



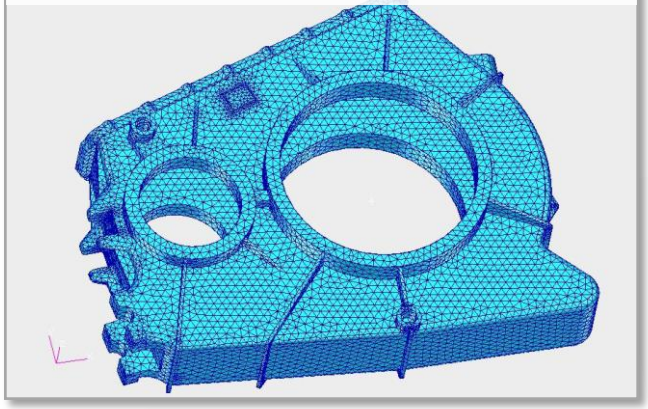
Первая форма колебаний плоского фланца

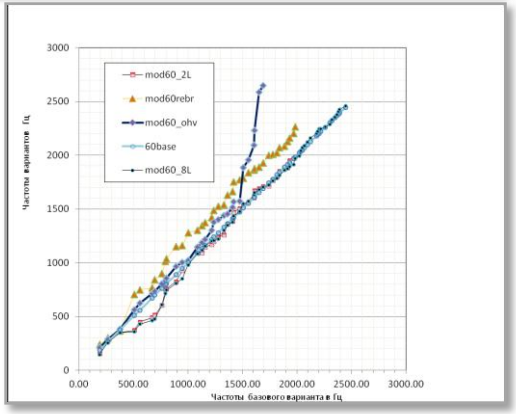


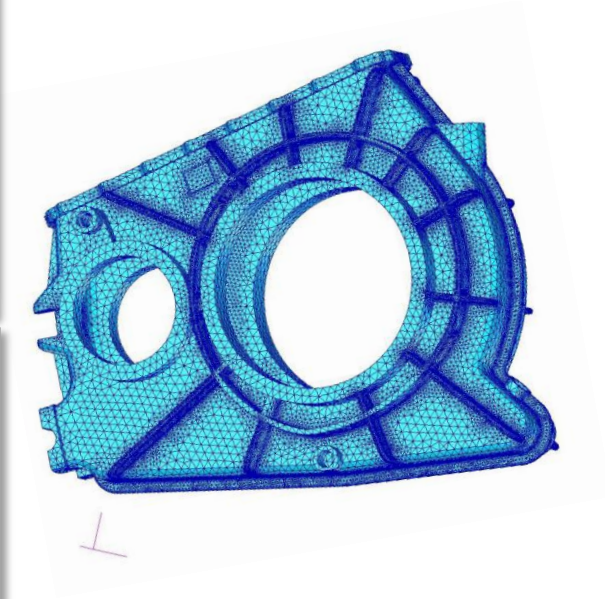
Конструкция фланца с возросшими частотами



Определение оптимальной конструкции корпуса



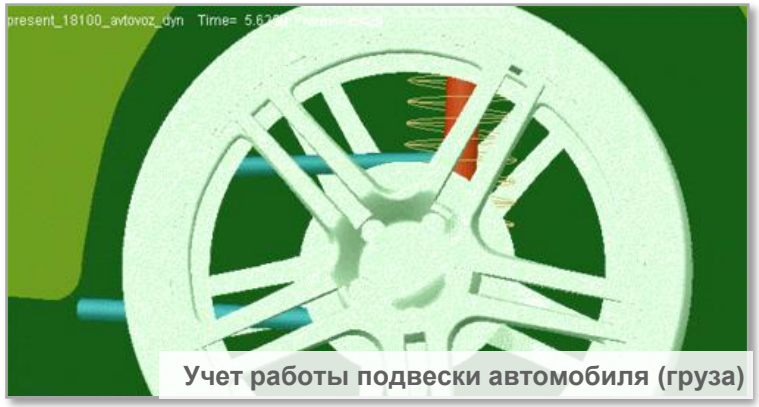




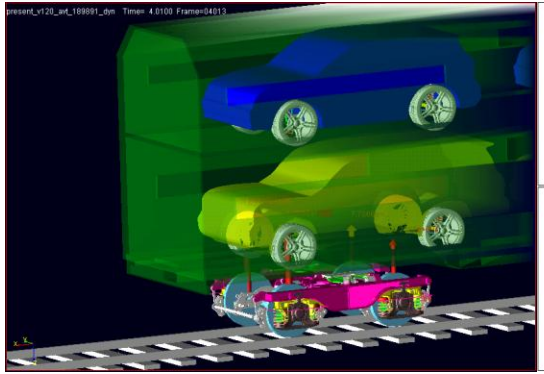
МИИТ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

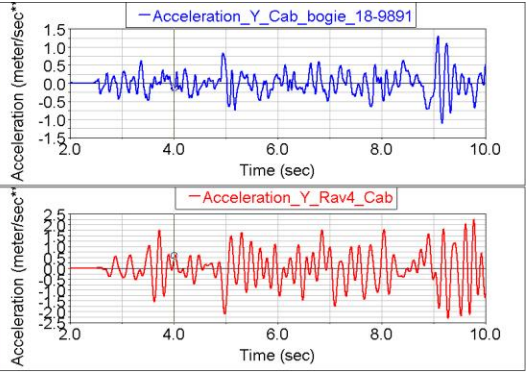
Применение программных продуктов MSC Software для динамических расчетов вагонов

Вагон для перевозки легковых автомобилей



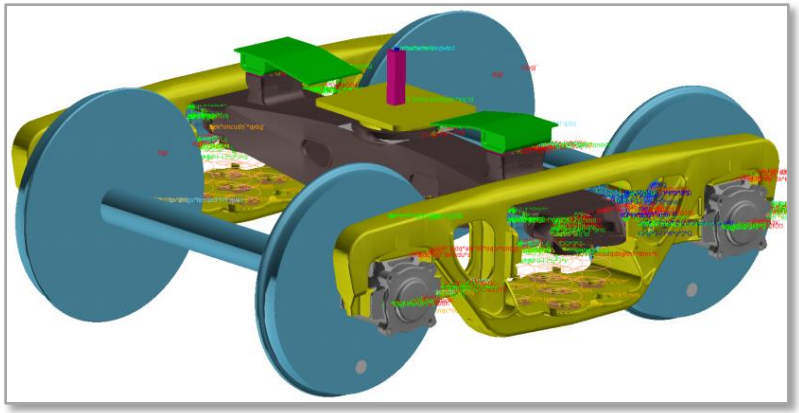
Учет работы подвески автомобиля (груза)



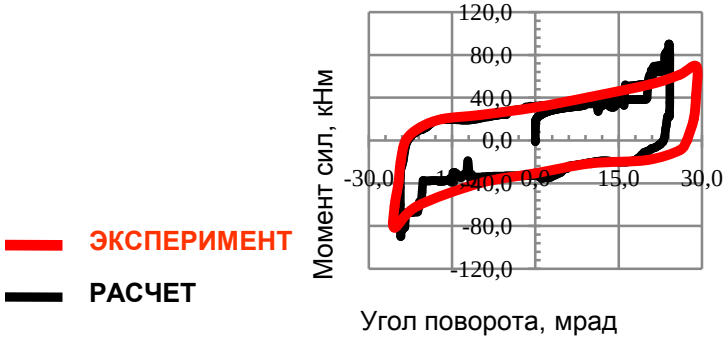


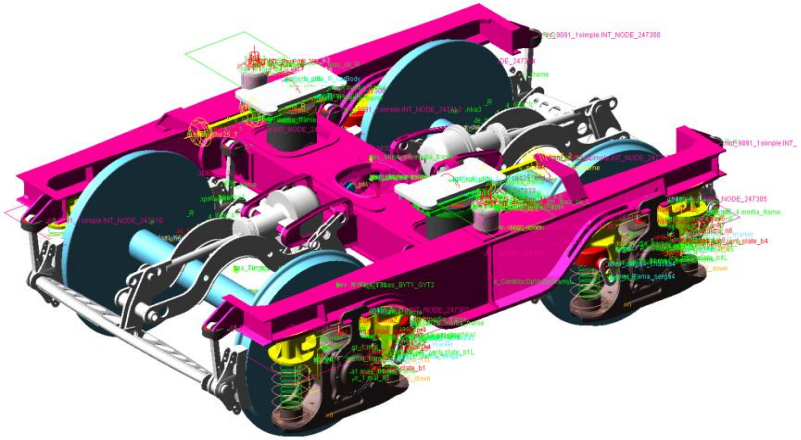
Расчёт динамических характеристик системы вагон-груз

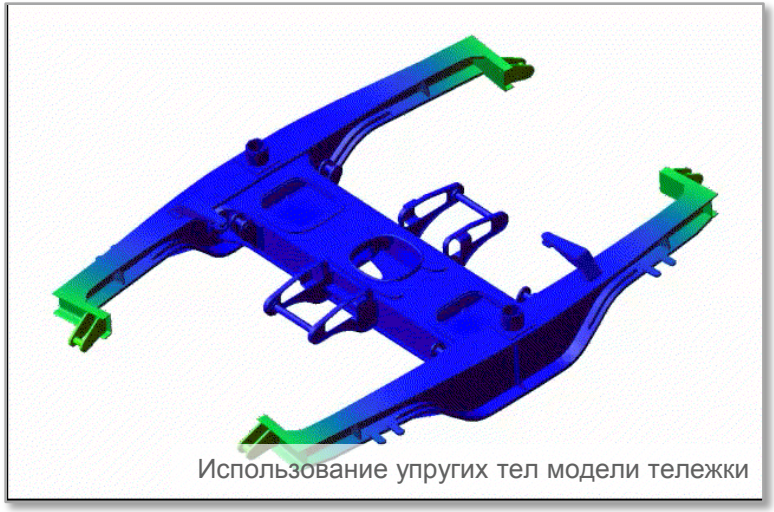
Применение программного комплекса Adams/Rail для динамических расчетов вагонов



Верификация расчёта и испытаний






Использование упругих тел модели тележки

Железнодорожная тележка

Задача:

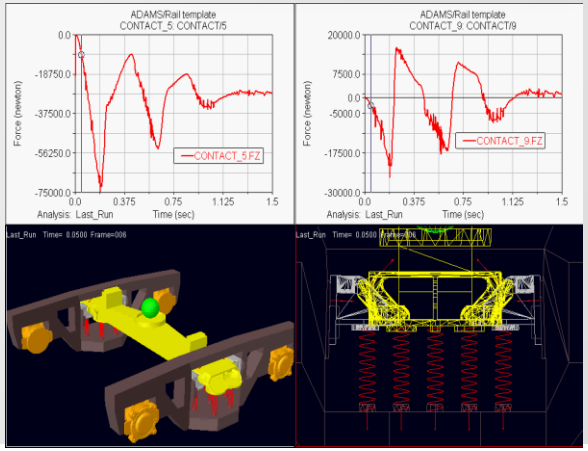
Разработка железнодорожной тележки нового поколения

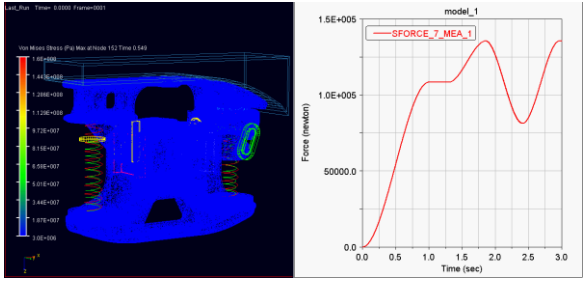
Решение:

Помимо **Adams** для решения задач динамики, применялись программные комплексы **Patran** и **MSC Nastran** для расчетов прочности, форм колебаний, устойчивости, **Adams Marc** и **Dytran** – для расчётов элементов конструкции

Эффект:

Сокращено количество предварительных испытаний:
– снижение затрат на 5%,
– снижение времени выполнения проекта на 7%.
Оптимизация параметров конструкции на 5 %
Создание конструкции не имеющей аналогов в России





Вагон-самосвал

Задача:

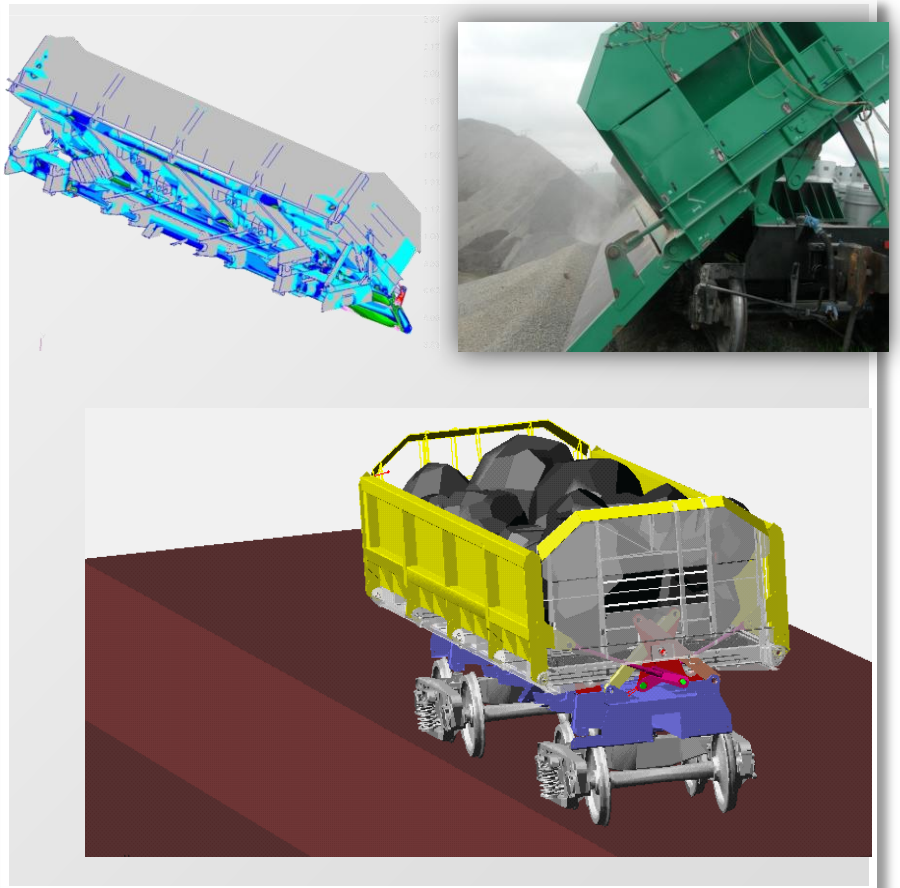
Разработка вагона-самосвала для перевозки сыпучих грузов

Решение:

Применение программных комплексов **Patran** и **MSC Nastran** для расчетов прочности, форм колебаний, устойчивости, **Dytran** – для расчётов поведения груза

Эффект:

Сокращено количество предварительных испытаний
– снижение затрат на 50%
– снижение времени выполнения проекта на 30%
Увеличение объёма кузова на 15%
Техническое превосходство над конкурентами



Привод колёс электровоза

Задача:

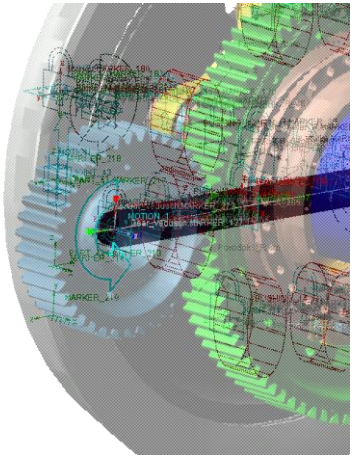
Сокращение сроков разработки привода колёс электровоза

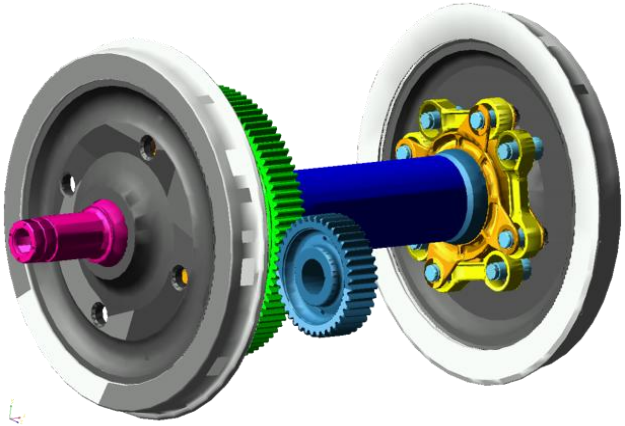
Инструменты:

Применение комплекса **Adams** для виртуального моделирования работы механизма с целью выбора оптимальных параметров изделия

Результат:

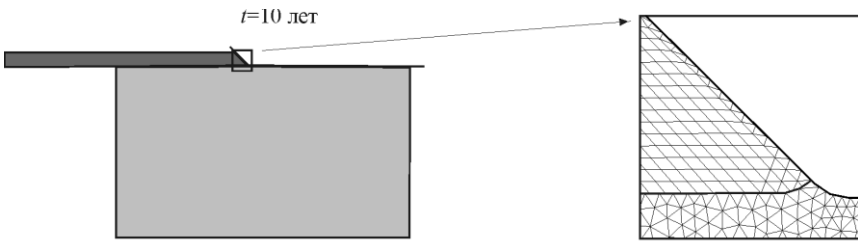
Обеспечена прочность элементов привода колёс электровоза при соблюдении заданных сроков разработки

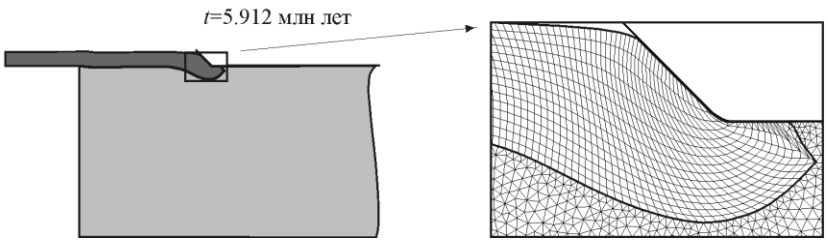




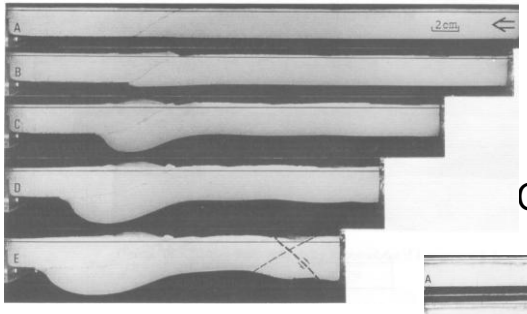
Разное

Компьютерное моделирование геодинамических и геофизических процессов с использованием Marc

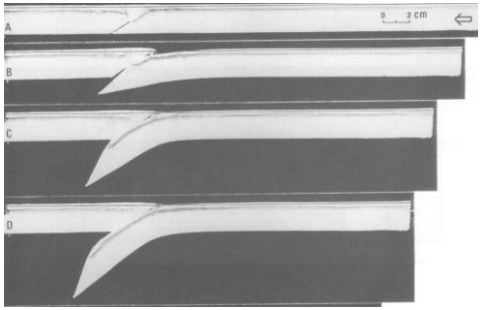




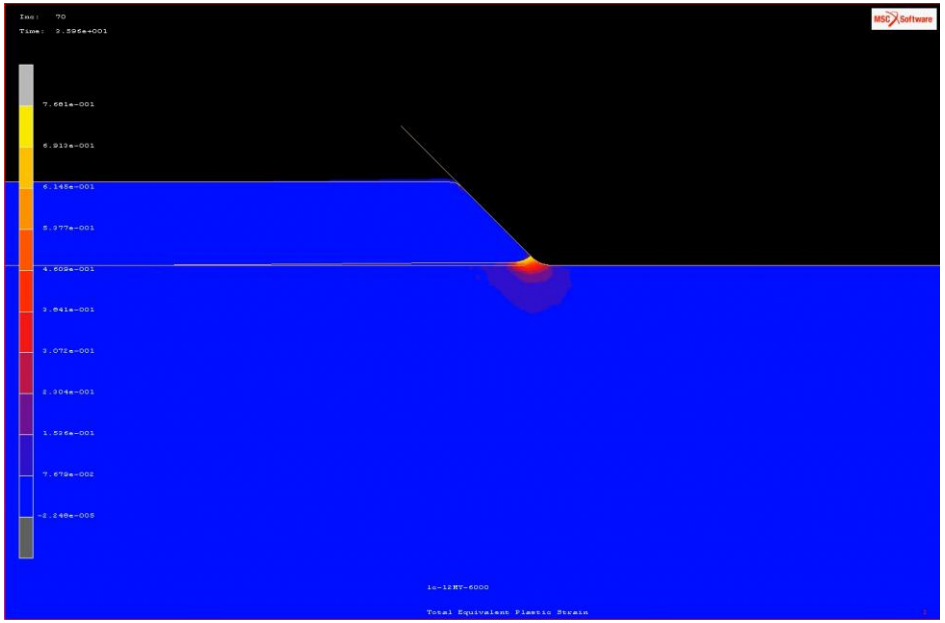
- Поддвиг плит



Субдукция плит

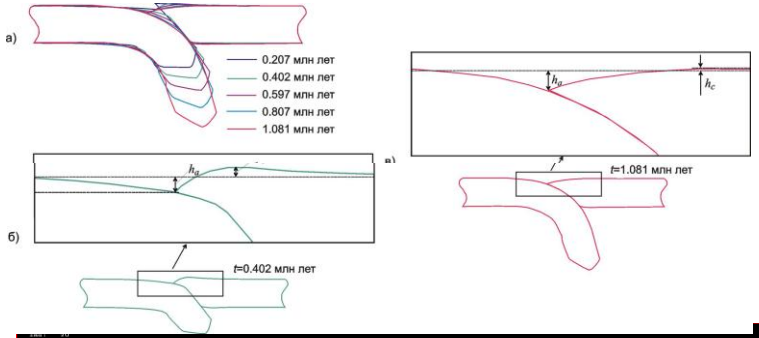


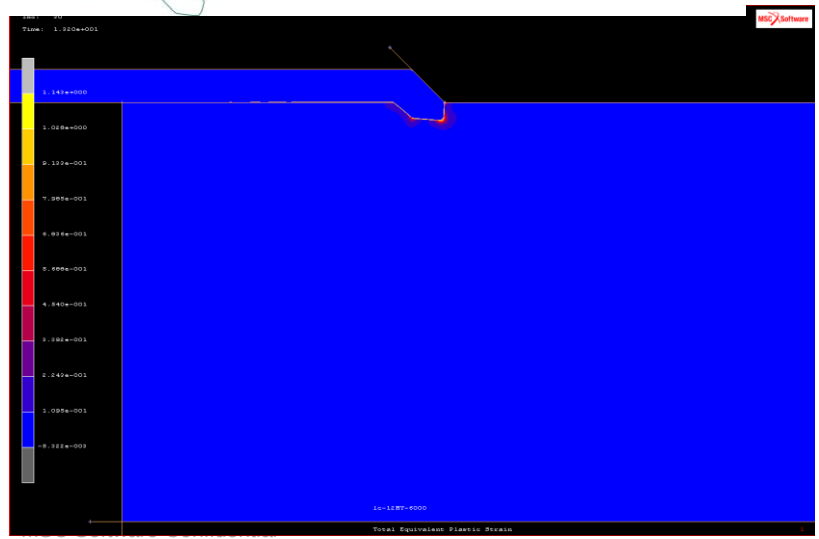
Лабораторный эксперимент, Shemenda, 1994

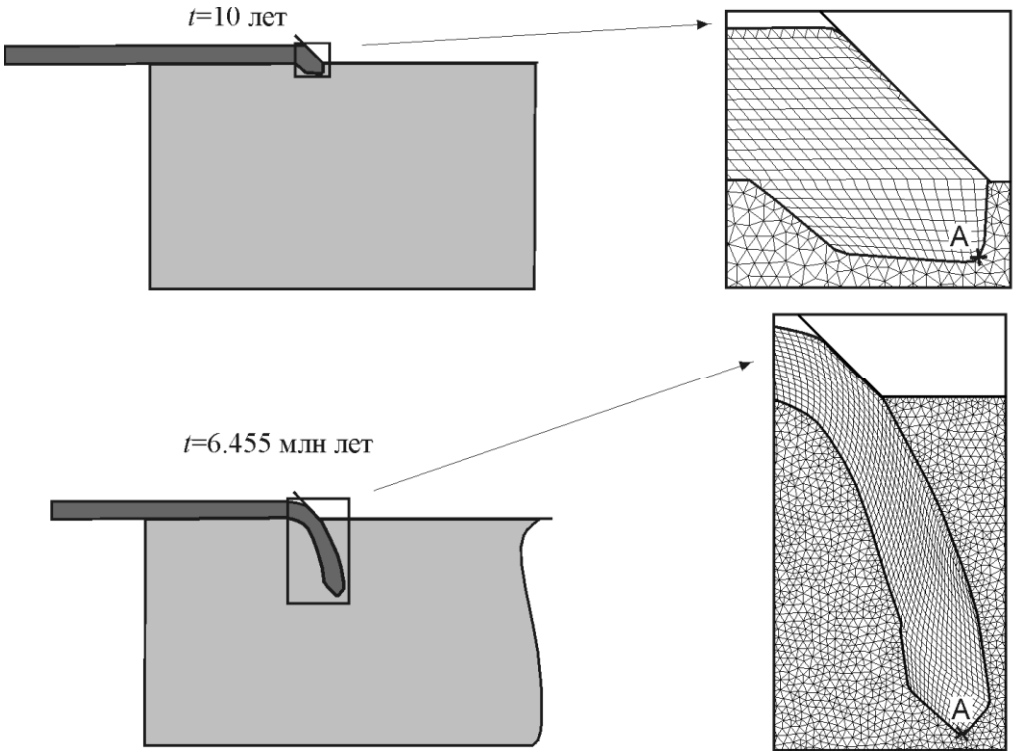


Компьютерное моделирование геодинамических и геофизических процессов с использованием Marc

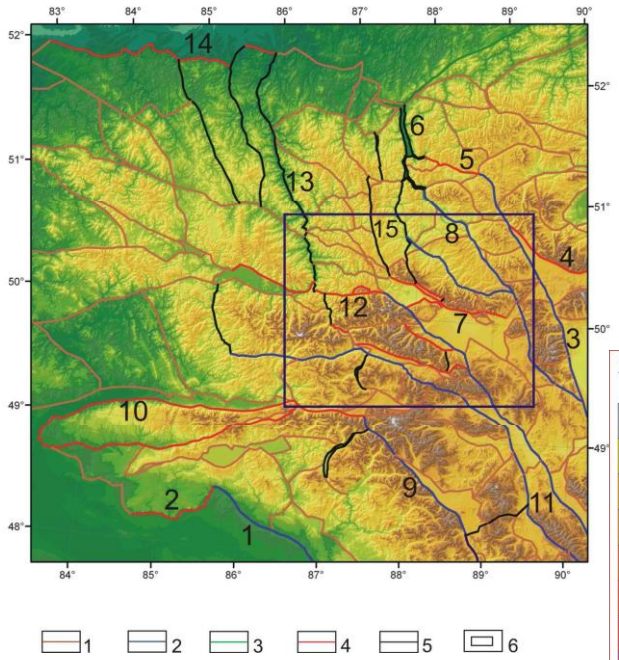
- Субдукция плит





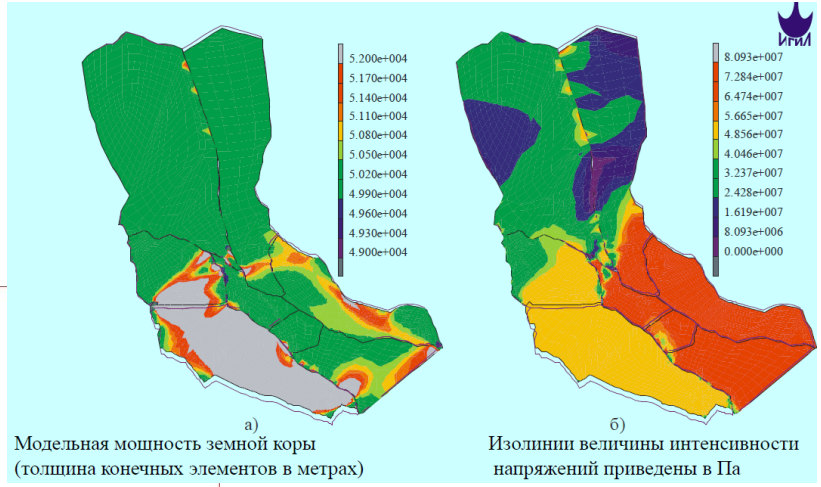


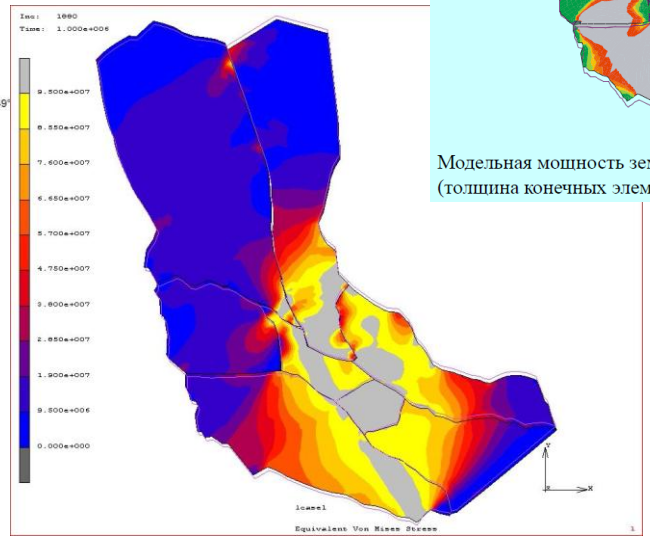
Движение блоков земной коры Горного Алтая



Морфотектоническая схема Горного Алтая

Результаты численного моделирования деформирования земной коры Горно-Алтайского региона по модели с генеральным разломом

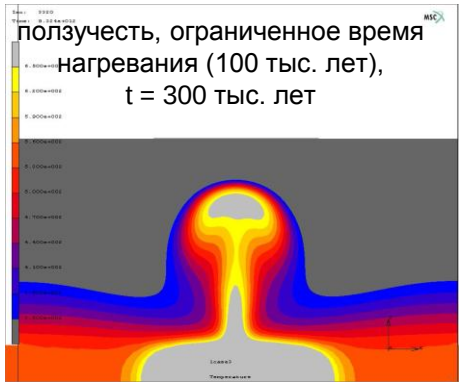


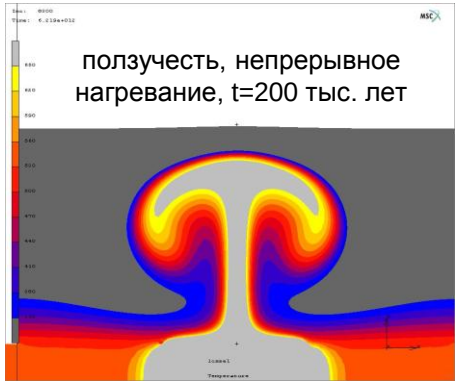


Распределение эквивалентных напряжений

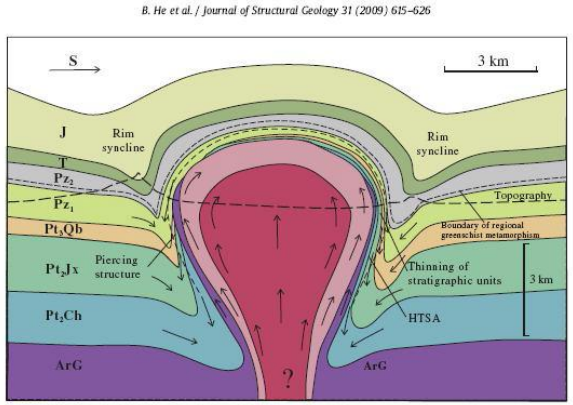
Исследование явления диапиризма в земной коре

Модели, показывающие условия формирования канала диапира и отрыва «головы» диапира

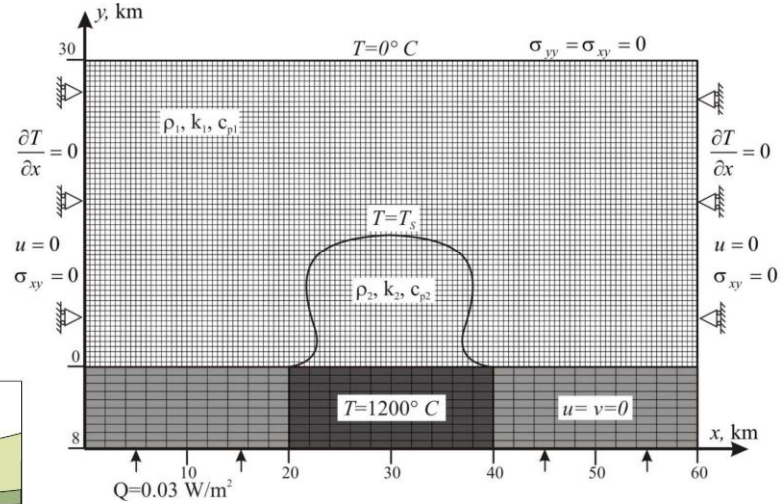


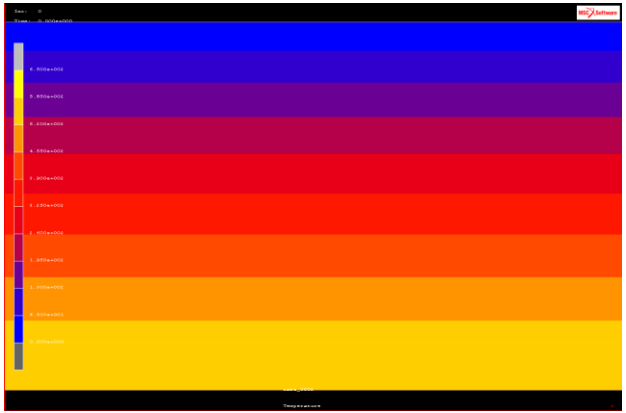


средняя скорость всплывания вещества коры 0.8 см/год



Купол Фангшан (С. Китайский кратон)





Спасибо за внимание!

marketing.russia@mscsoftware.com
Москва, ул. Зоологическая, 26, стр. 2
+7 495 363 06 83
www.mscsoftware.ru www.mscsoftware.com

MSC Software®
Simulating Reality, Delivering Certainty™

Партнер в Украине: ООО «ТЕХНОПОЛИС»: 01011, Киев, пер. Евгения Гуцало, 3. Тел. +38(044) 280-31-18, +38(050) 441-02-29, https://tpolis.com/msc/