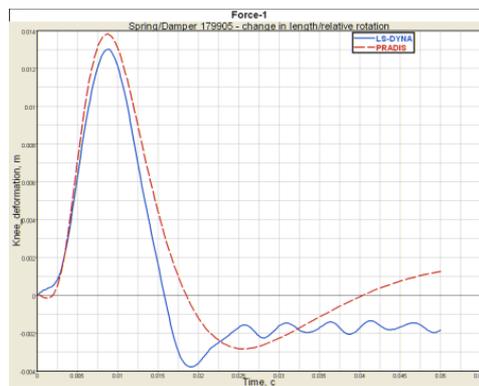


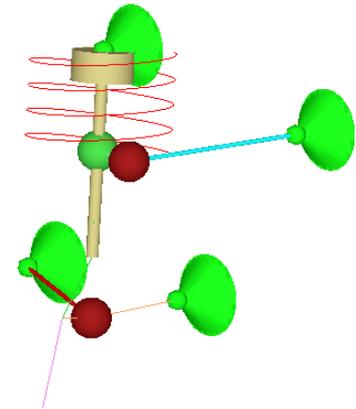
PRADIS

Моделирование систем различной физической природы

Описание и примеры



- ▶ **Многодисциплинарный анализ динамики**
 - ▶ Механика
 - ▶ Электроника
 - ▶ Пневматика
 - ▶ Гидравлика
 - ▶ Биомеханика (моделирование манекенов)
 - ▶ Системы управления
- ▶ **Большая библиотека моделей**
 - ▶ В настоящее время около 200
 - ▶ Расширяемость библиотек моделями пользователя
- ▶ **Графический пре- и постпроцессор**
 - ▶ Схемный препроцессор
 - ▶ 3D постпроцессор
- ▶ **Встроенный язык программирования**
 - ▶ Параметризация моделей
 - ▶ Пользовательская обработка результатов
- ▶ **Многовариантный анализ**
 - ▶ Оптимизация
 - ▶ Анализ чувствительности
- ▶ **Русскоязычная документация и интерфейс**



▶ Автомобильная промышленность

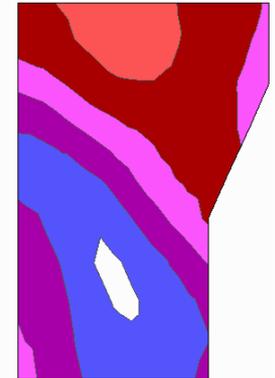
- ▶ Подвеска (10 типов)
- ▶ Шасси автомобиля (2-х, 3-х осное, легковое, грузовое)
- ▶ Трансмиссия
- ▶ Тормозная система
- ▶ Моделирование манекенов и систем пассивной безопасности
- ▶ Механизмы автомобиля (стеклоочистители, стеклоподъемники и т.д.)
- ▶ Модуль анализа вибраций
- ▶ Модуль анализа жесткости шасси и подвески

▶ Двигателестроение

- ▶ Двигатель внутреннего сгорания (рядный, V-образный)
- ▶ Анализ вибраций ДВС

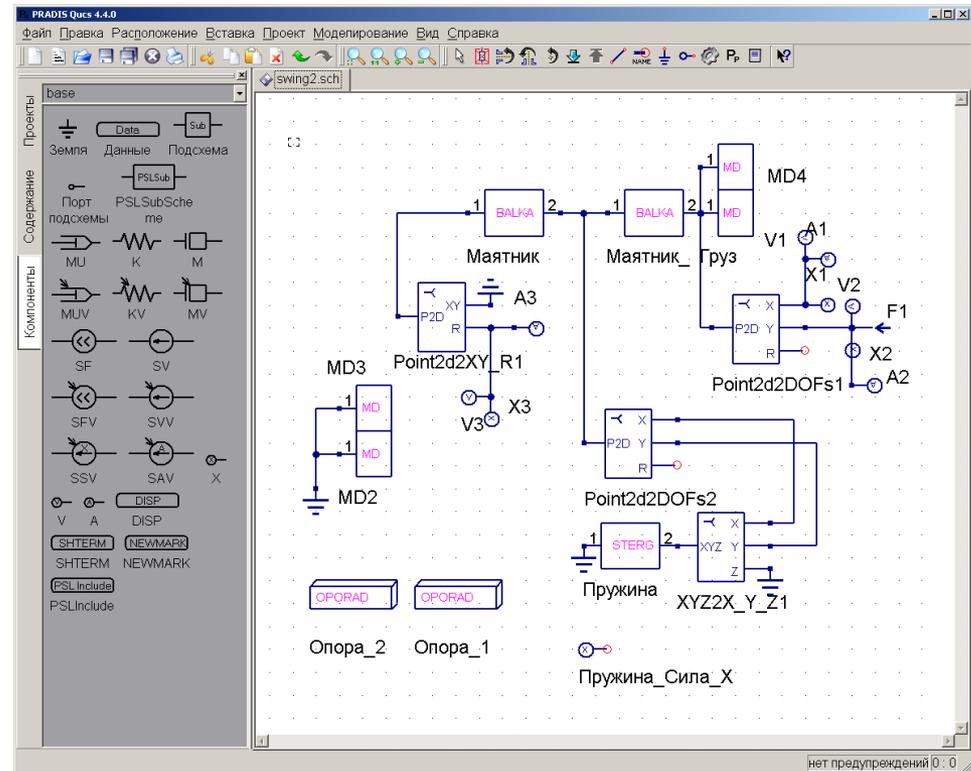
▶ Станкостроение

- ▶ Молоты
- ▶ Пресса (гидравлические, обжимные, вырубные и прочее)
- ▶ Грейферная подача



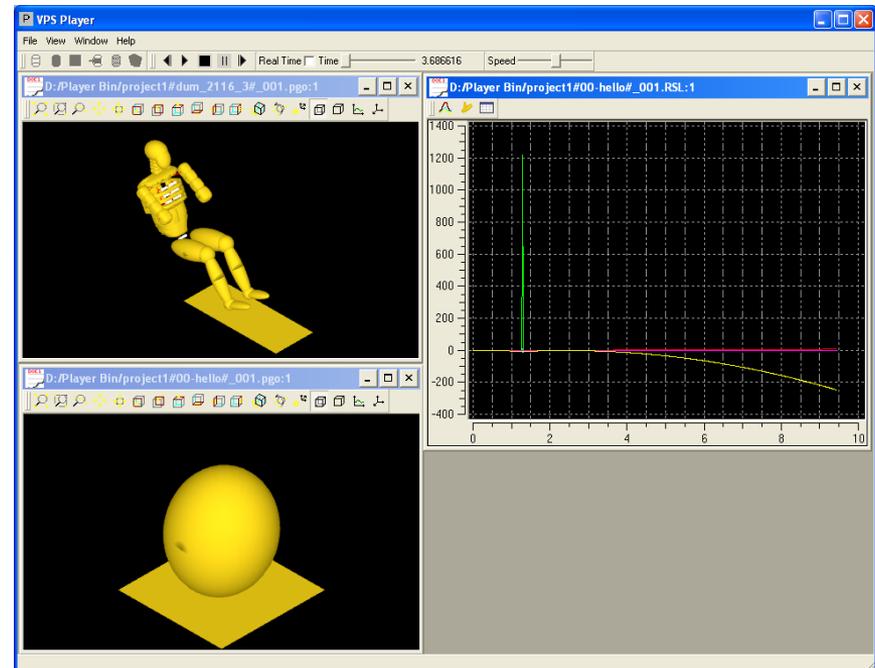
Возможности препроцессора

- ▶ Схемный препроцессор позволяет активно работать со степенями свободы
- ▶ Удобное представление любой физической системы
- ▶ Работа с шиной соединений
- ▶ Ввод параметризации с помощью языка Python)
- ▶ Простая работа с декларативными объектами (постановка задач оптимизации или анализа)
- ▶ Использование подсхем
- ▶ Создание графических образов схем
- ▶ Локализация на русском языке



Возможности постпроцессора

- ▶ 3D анимация движения механизма
- ▶ Удобная визуализация компонентов схемы (цвет, прозрачность, режим)
- ▶ Запись анимации в виде видеоролика
- ▶ Отображение результатов в виде 2D диаграмм
- ▶ Сравнение графиков с данными эксперимента или другого проекта
- ▶ Построение фазовых диаграмм
- ▶ Импорт/Экспорт графиков (рисунок, таблица)
- ▶ Расширение пользователем библиотеки графических элементов



- ▶ Описание параметров системы
- ▶ Описание топологии системы
- ▶ Описание выходных функций
- ▶ Описание методов решения системы
- ▶ Постпроцессорная обработка
- ▶ Использование различных библиотек
- ▶ Использование всех возможностей языка Python (условия, циклы, классы, модули и т.д.)
- ▶ Классы узлов, параметров

```
import af
from task import *
from scheme import *
from misc import *
```

```
T = Task ()
S = T.Scheme ("my scheme")
```

```
p1 = T.point2d()
p2 = T.DOF (p1.x)
pbase = T.dof1 ()
Base ([pbase])
```

```
body = MD( [p1], [1, 1])
Go = STABLO( [p2, pbase], [1e6, 0, 0, 2, 10])
```

```
displ_x = SUM( [p2, p2.D1(), p2.D2()], body.W(1), body.l(1), body.S(1)], [1])
```

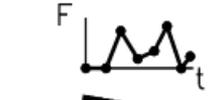
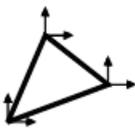
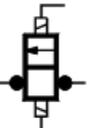
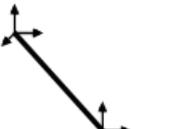
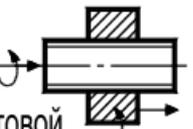
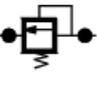
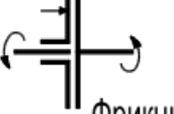
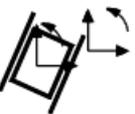
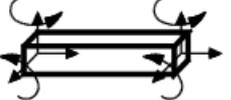
```
color = 'gold'
transp = 1.0
material = 'plastic'
```

```
LayerParams = color, material, transp
RECTD(body, [0, 0, 2, 4], LayerParams)
```

```
rng = T.Range (displ_x, -10, 10)
NEWMARK([rng], end = 2.0, outvar = 3)
```

```
DISP([rng], frm = 1)
T.Run()
```

Модели комплекса

 Сила	 Стержень 2D	Зубчатая передача 	 Насос гидравлический	 Дроссель гидравлический	Упругий КЭ 2D 
 Масса	 Балка 2D	Кулачковый механизм 	 Распределитель гидравлический 2/2	 Гидравлический цилиндр	 Электродвигатель
 Упругость	 Стержень 3D	 Винтовой механизм	 Клапан давления гидравлический	 Распределитель пневматический 3/2	 Фрикционная муфта включения
 Вязкое трение	 Шарнир 2D	 Направляющие 2D	 Аккумулятор гидравлический	 Обратный клапан пневматический	 Конечный выключатель
 Зазор	 Подпятник	Технологическая нагрузка 	 Гидравлический трубопровод	 Участок линейки КЭ 3D	 Логический элемент 2И

Примеры используемых моделей

PRADIS/Multi

Многовариантный анализ

Постановка задачи

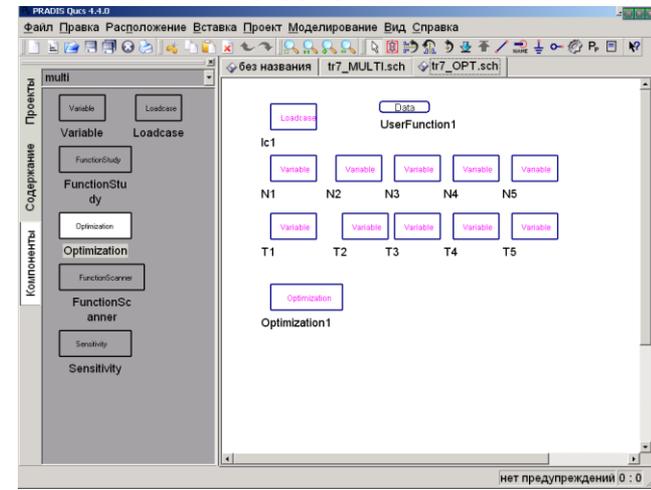
- Описание переменных (пределы, начальные значения)
- Описание расчетного случая (задача, решатель)
- Описание ограничений и целевой функции (на языке Python)
- Метод анализа (описание параметров метода анализа)

Методы

- Анализ чувствительности (конечно-разностным методом)
- Сканирование
- 1D оптимизация
- Методы локальной оптимизации (Nelder-Mead, Powell, LBFGSB, TNC, Cobylya)
- Глобальная оптимизация (Anneal)

Работа с различными решателями с использованием ascii шаблонов

Создание задачи анализа в препроцессоре



▶ Конечно-элементное редуцирование

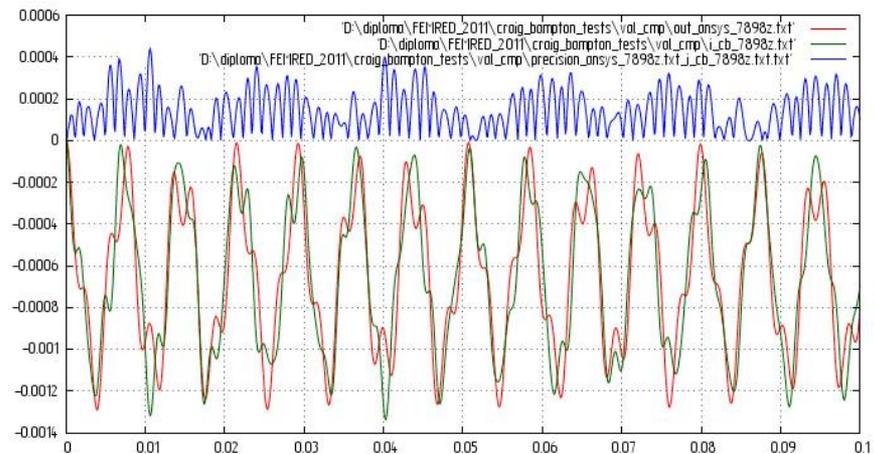
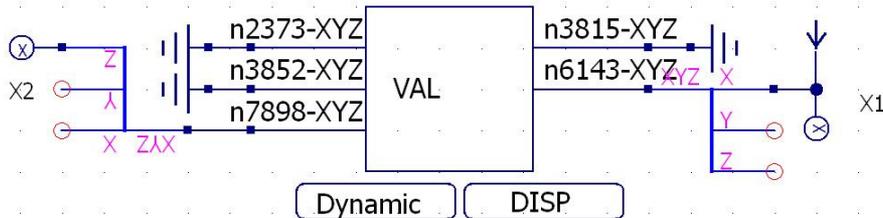
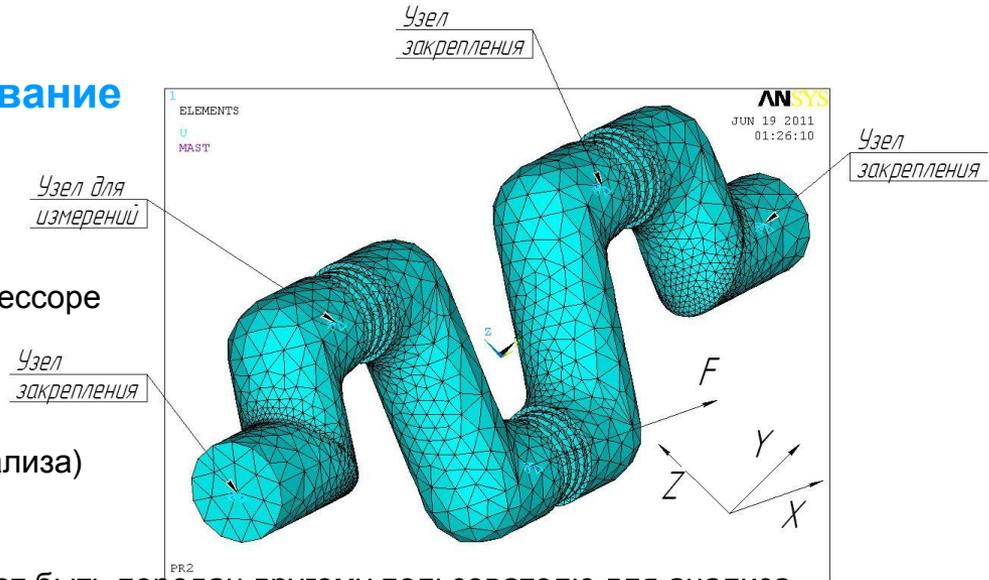
- ▶ Из Ansys (ansys macros)
- ▶ 2D/3D модели
- ▶ Утилиты для обработки КЭ модели
- ▶ Создание схемы с моделью в препроцессоре

▶ Методы

- ▶ Guyane (статическая конденсация)
- ▶ Craig-Bampton (для динамического анализа)

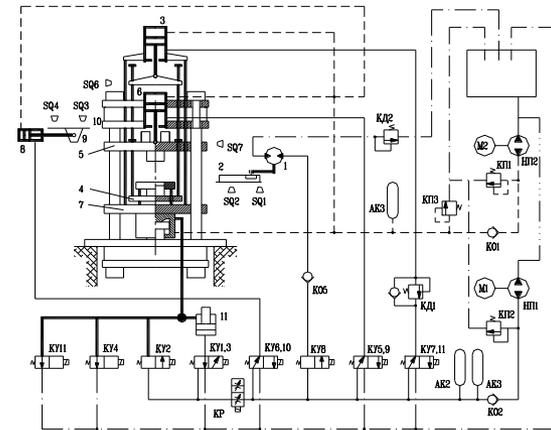
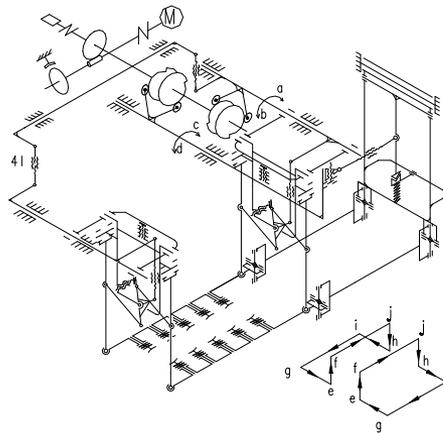
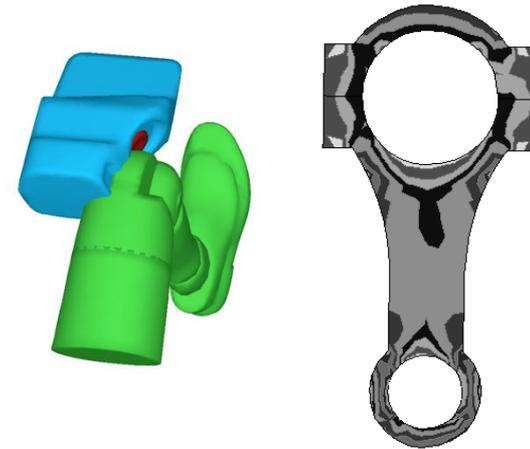
▶ Работа пользователя

- ▶ Файл с редуцированной моделью может быть передан другому пользователю для анализа



Текущее применение

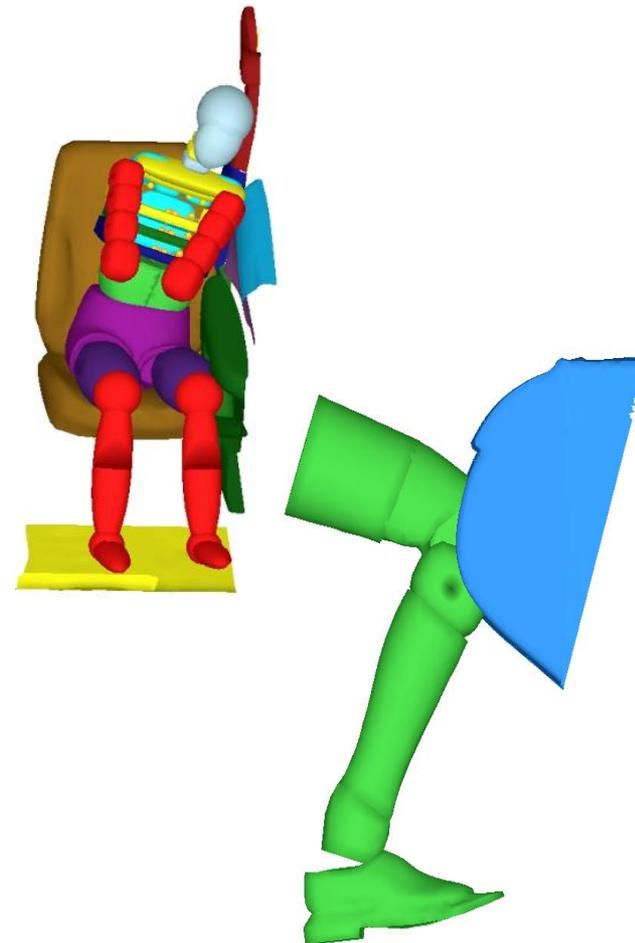
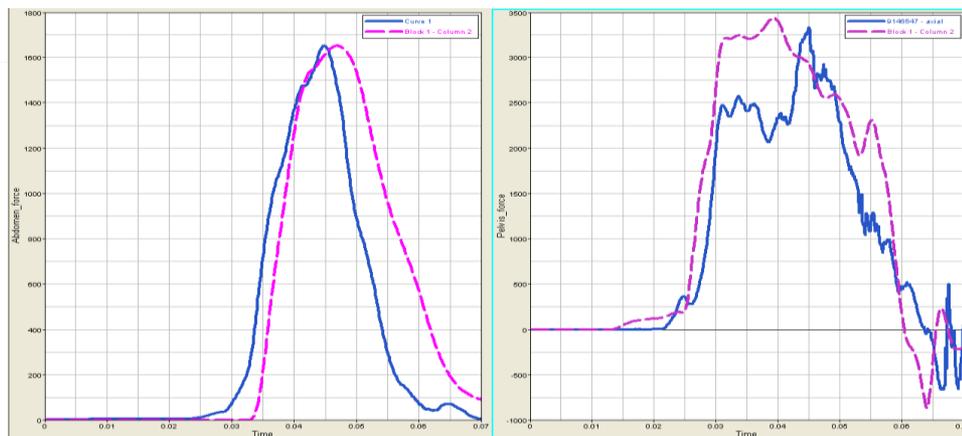
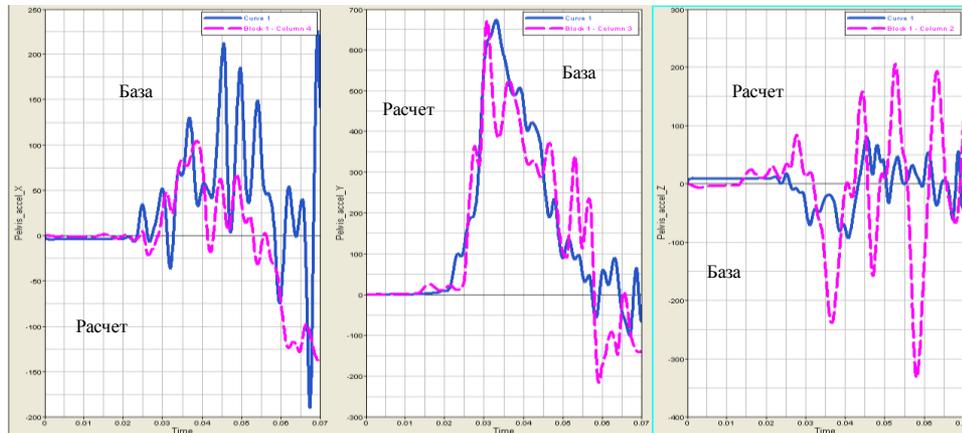
- ▶ **Автомобильная промышленность (АвтоВАЗ, Ладуга)**
 - ▶ Анализ подвески
 - ▶ Моделирование манекенов
- ▶ **Кузнечно-штамповочное оборудование (МГТУ им. Н.Э. Баумана)**
 - ▶ Пресса
 - ▶ Молоты
 - ▶ Обжимные прессы
 - ▶ Тенологическое оборудование



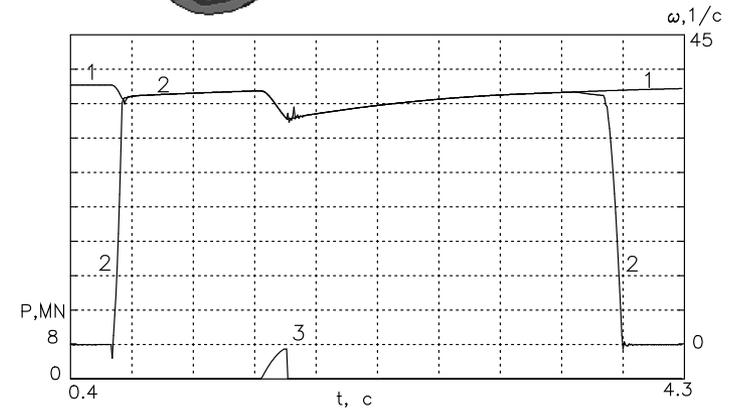
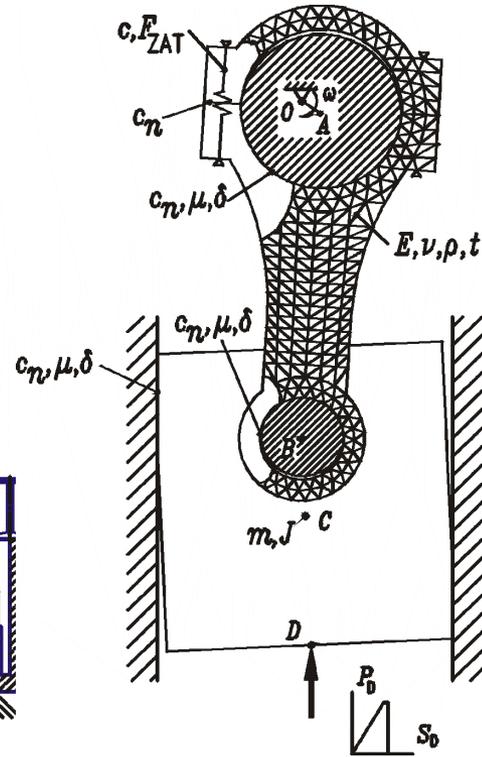
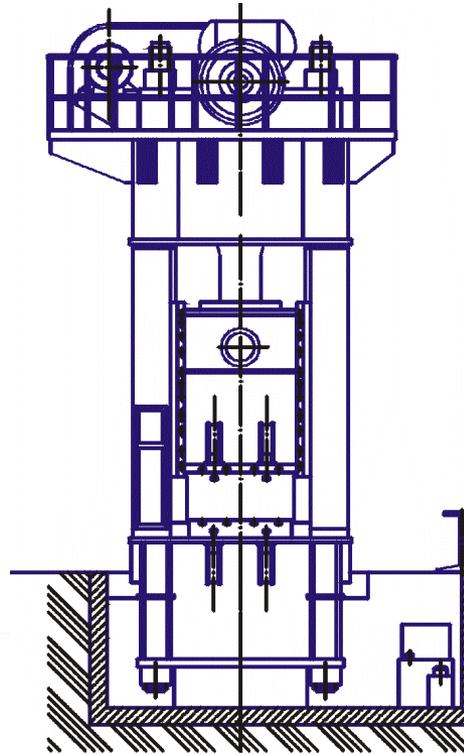
Моделирование манекена

EuroSID – для бокового удара

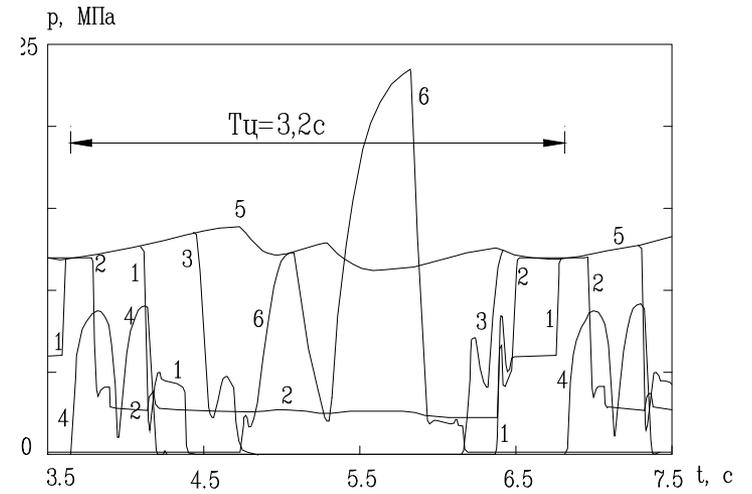
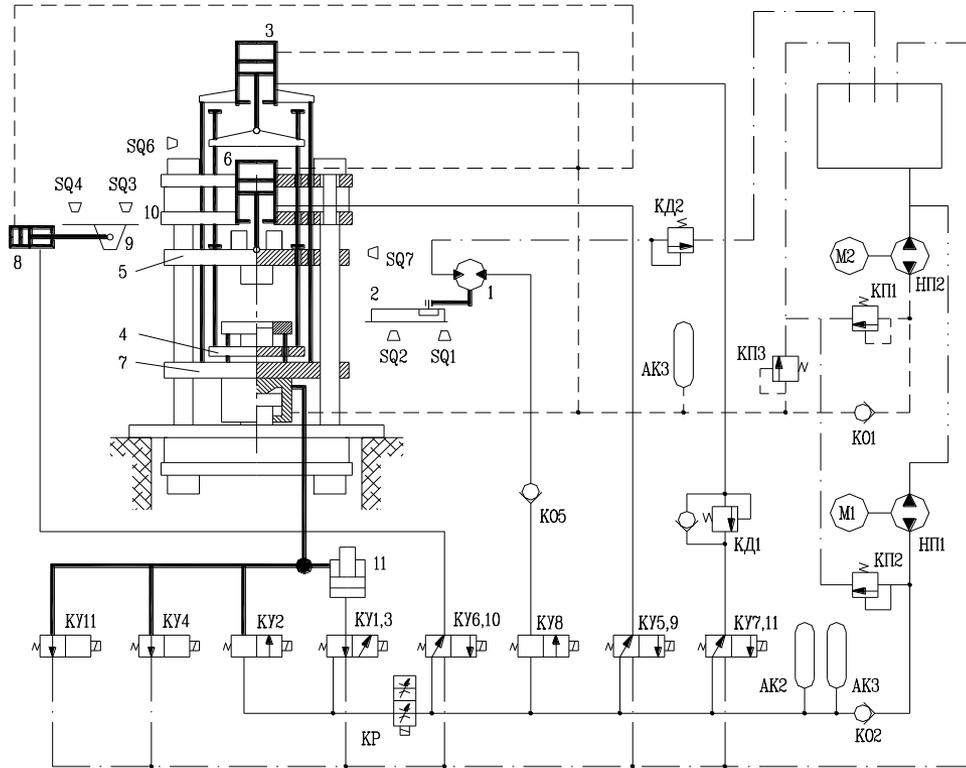
Hybrid – для фронтального удара



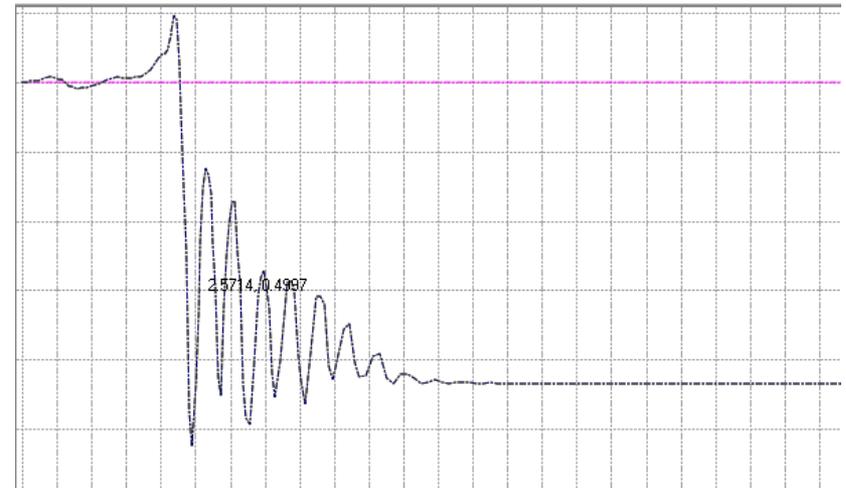
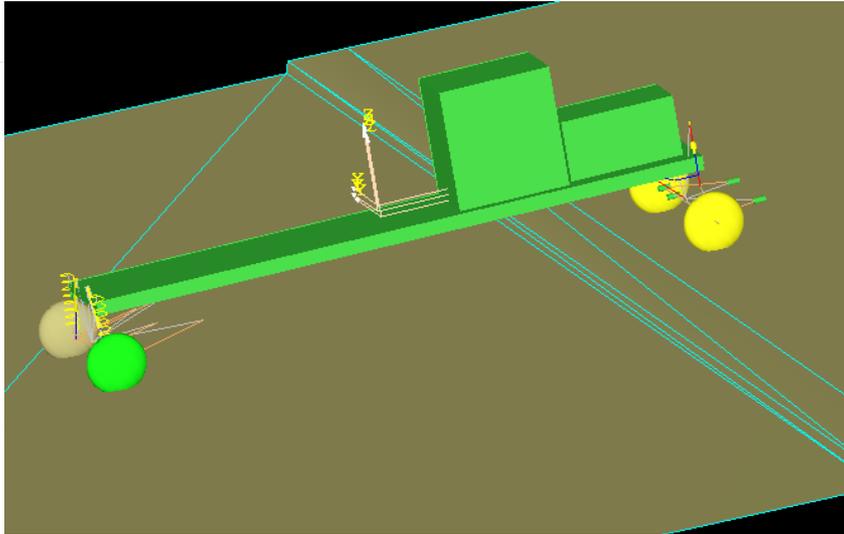
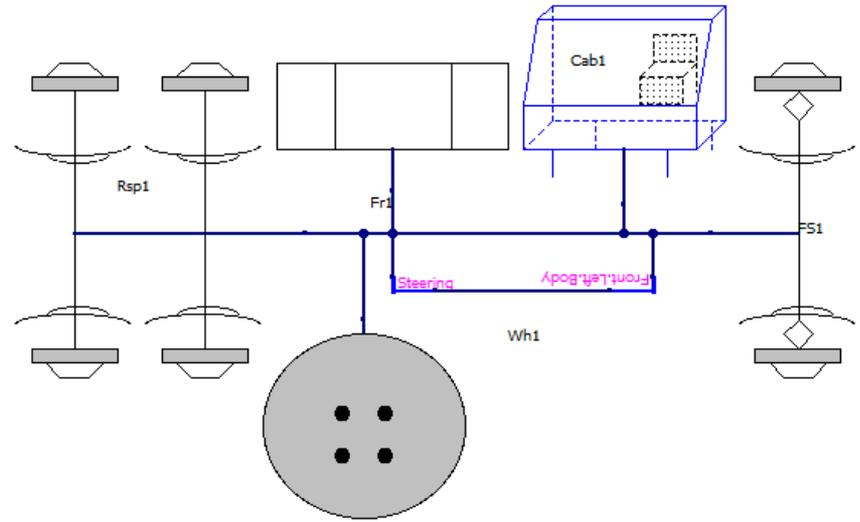
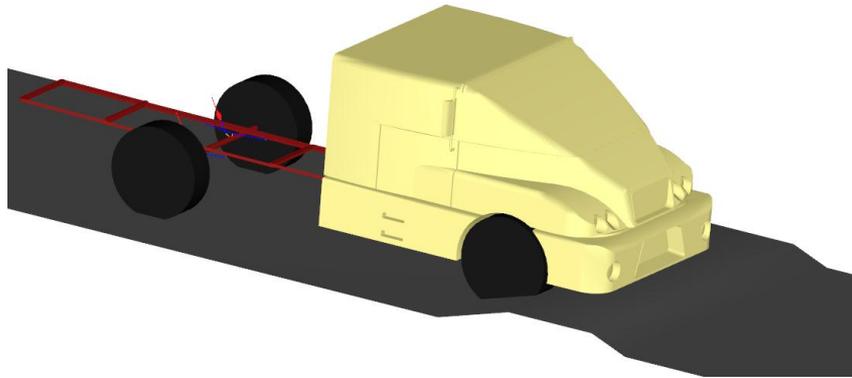
Вырубной пресс

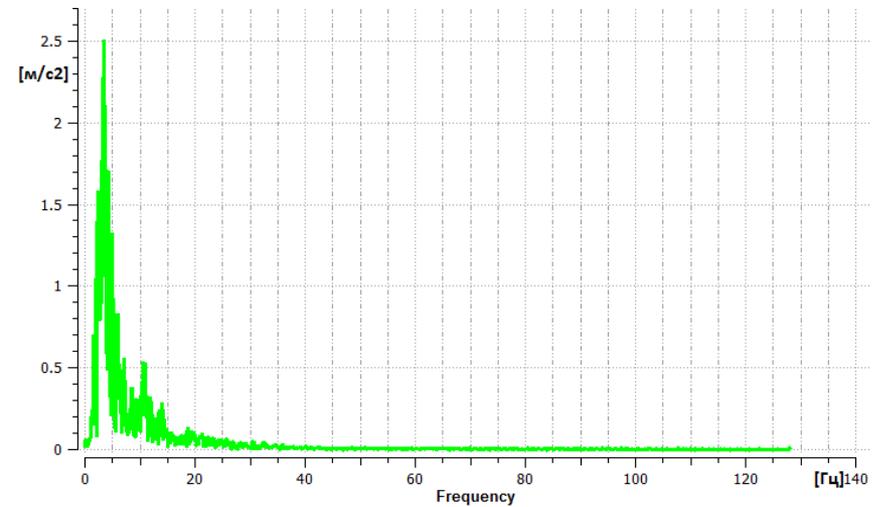
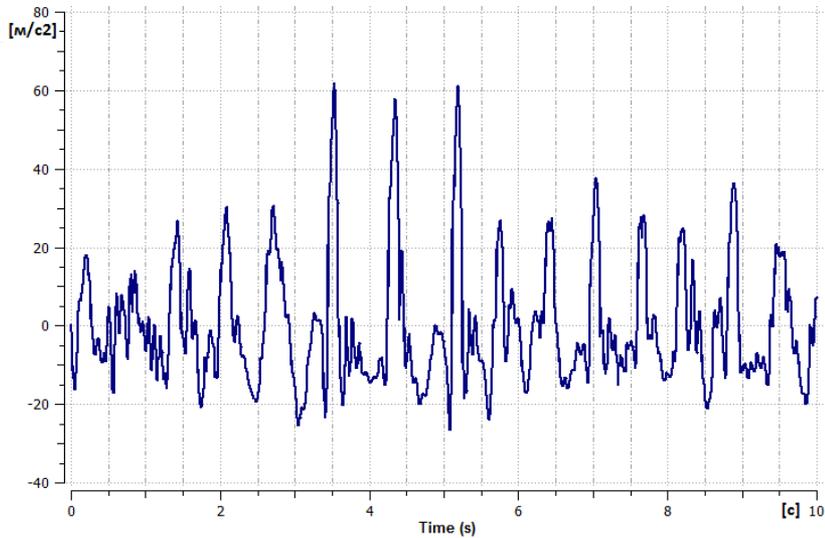
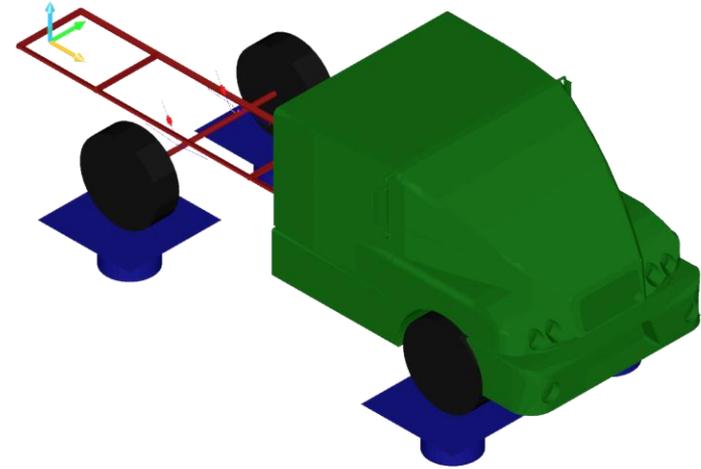
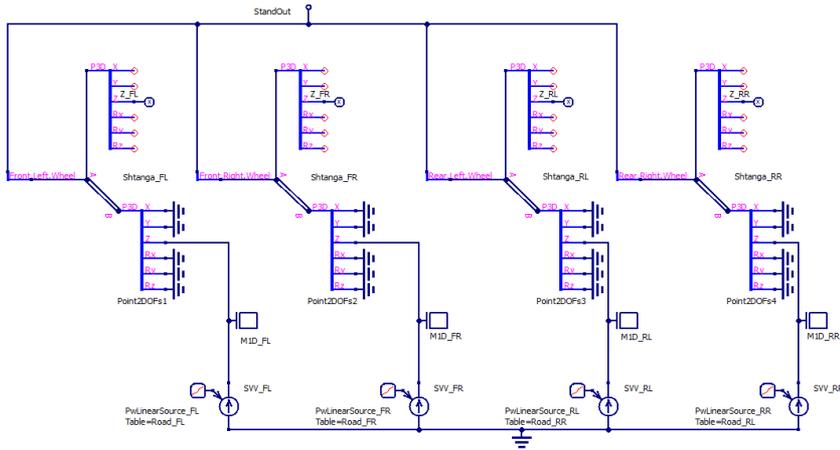


Гидравлический пресс

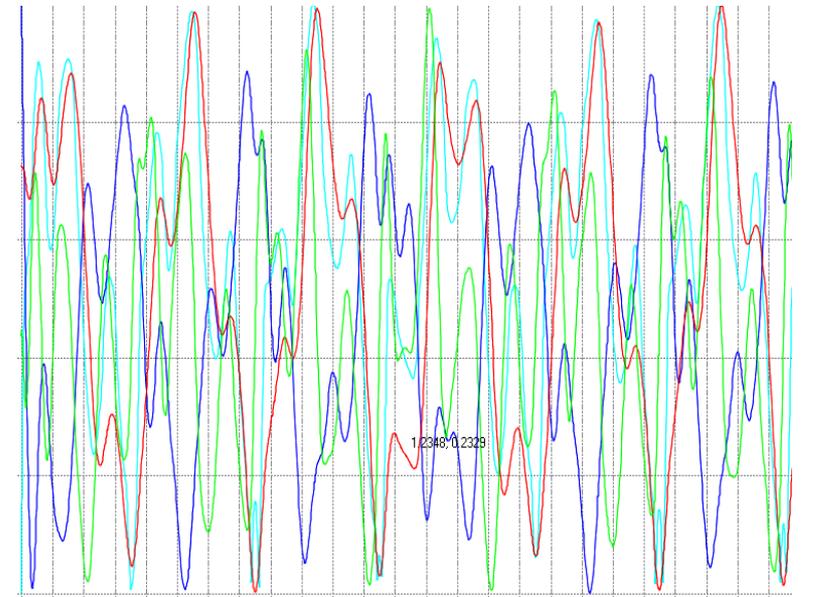
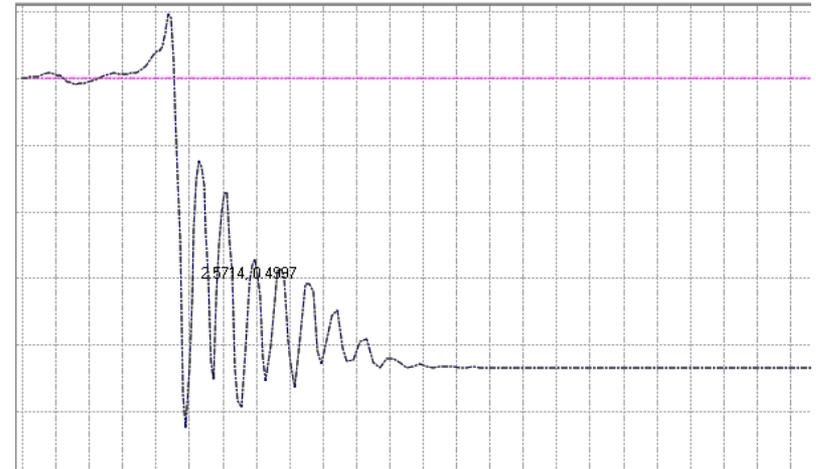
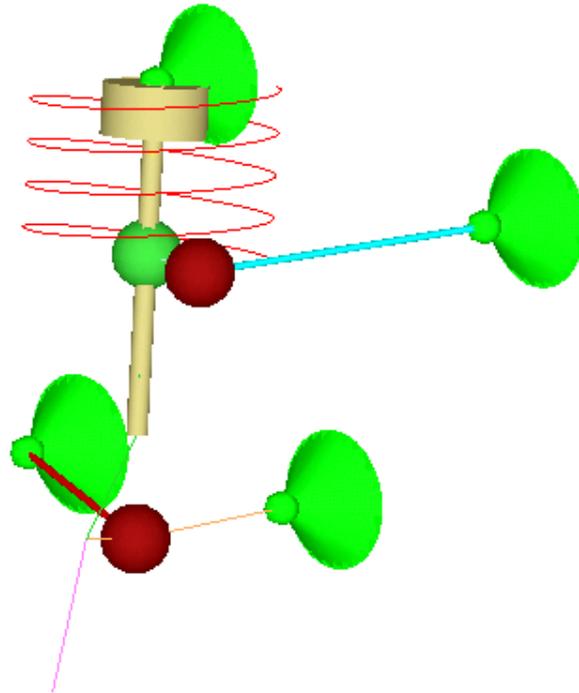


Анализ шасси автомобиля

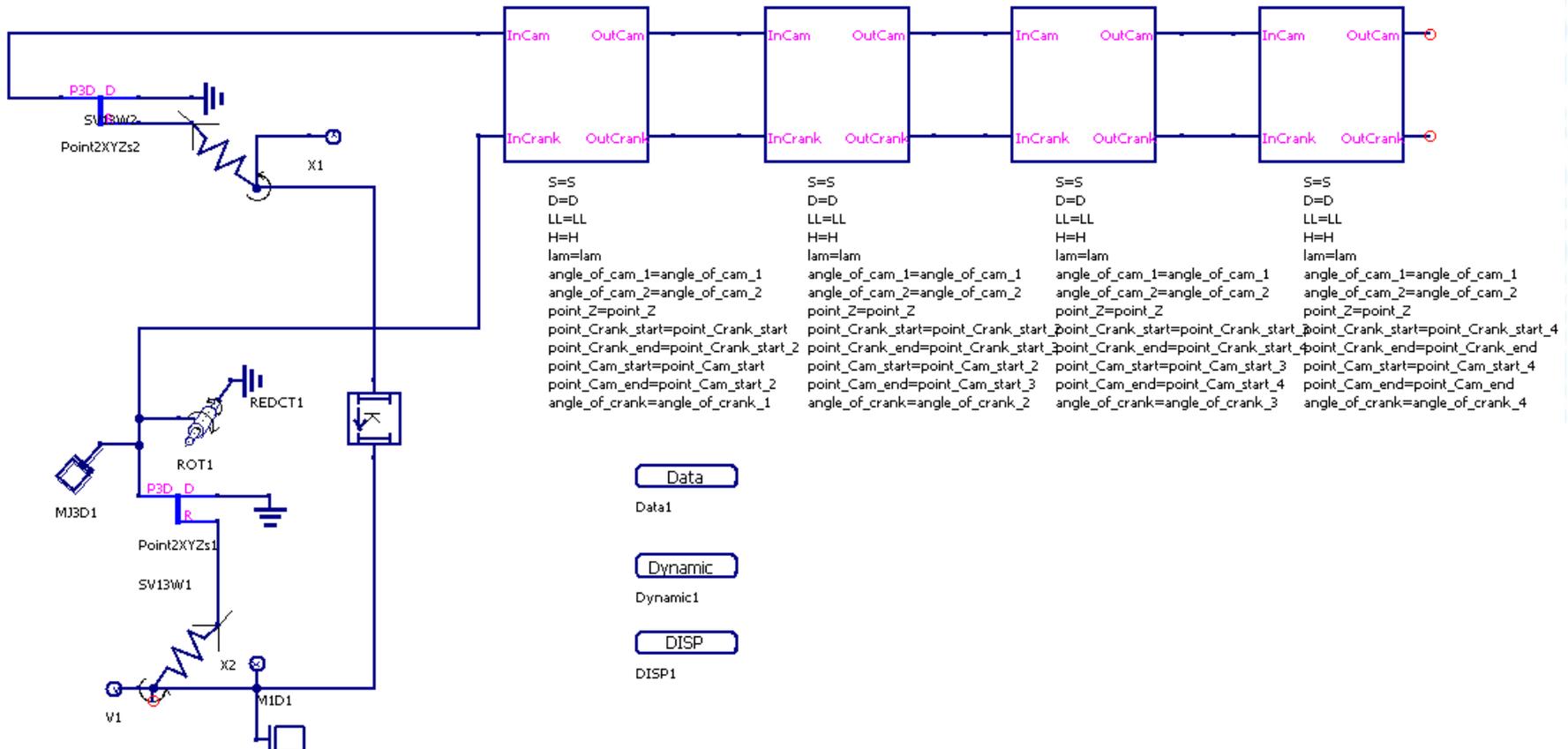




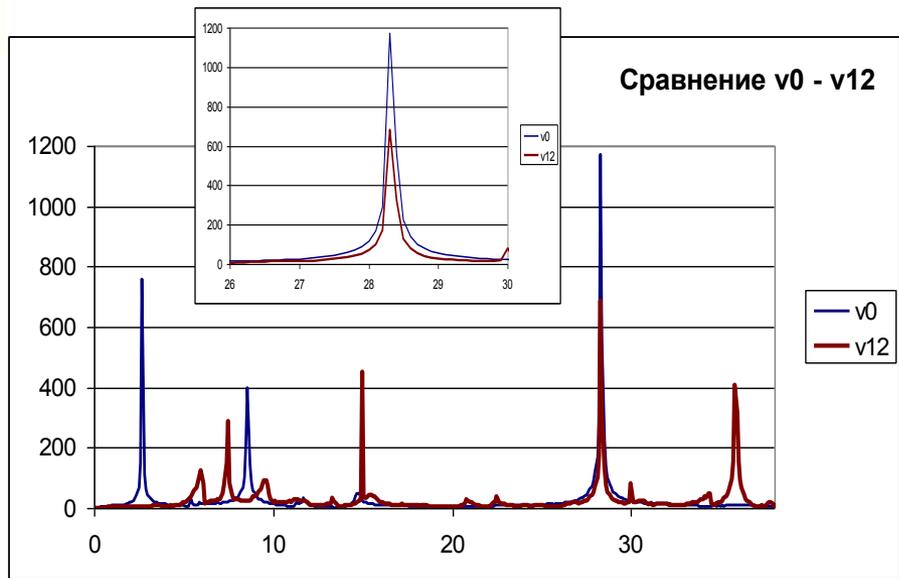
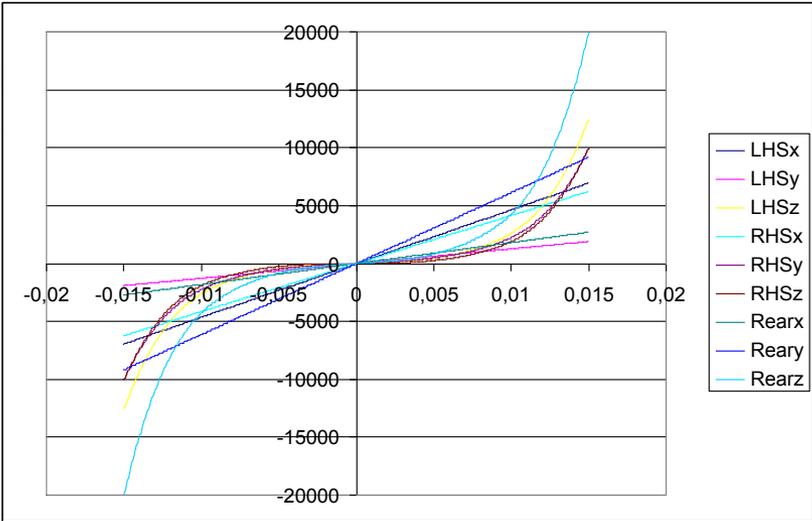
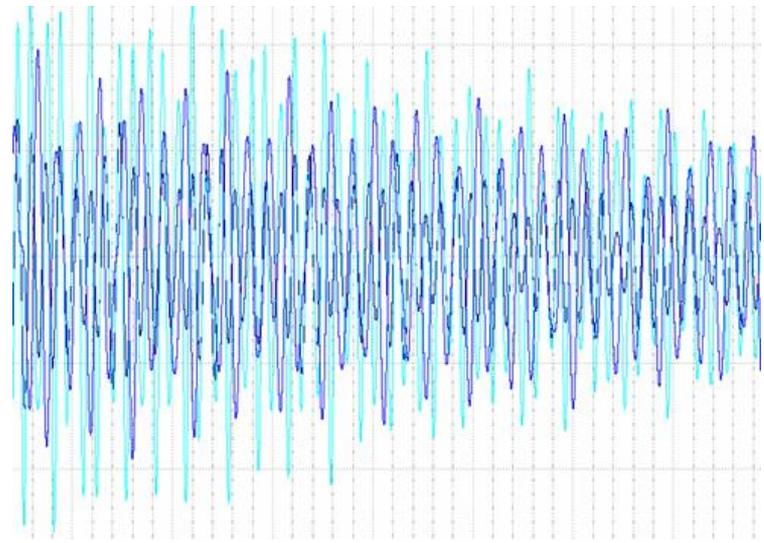
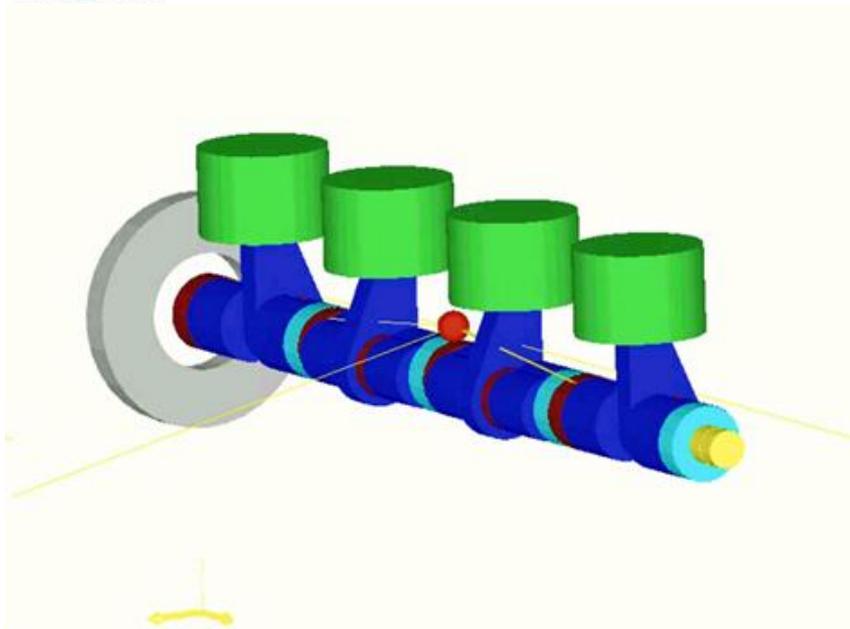
Подвеска автомобиля



Модель V4 ДВС

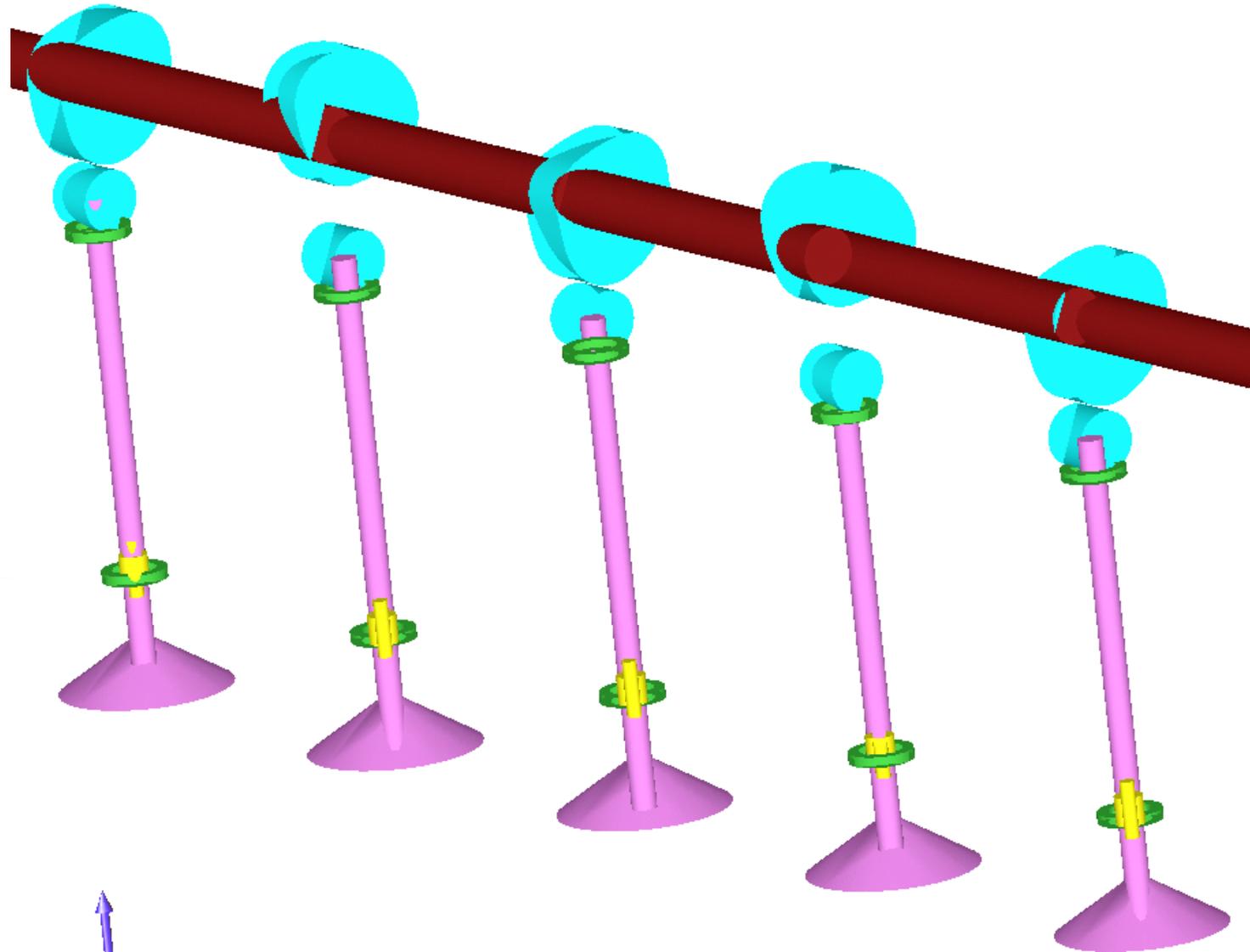


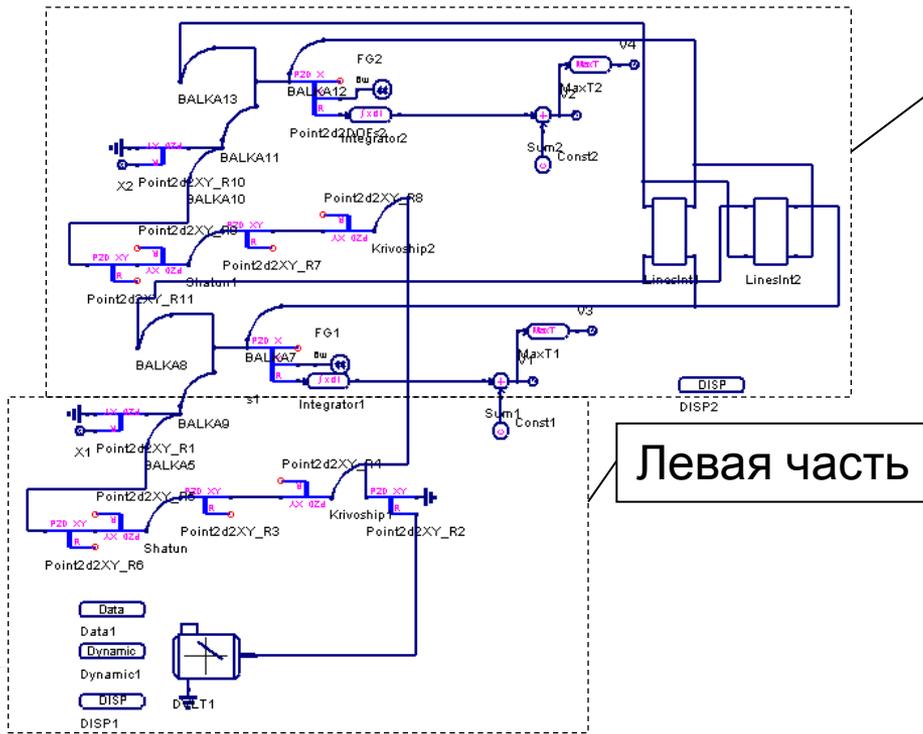
Оптимизация опор ДВС



▶ Уменьшение вибрация в 1,7 раз

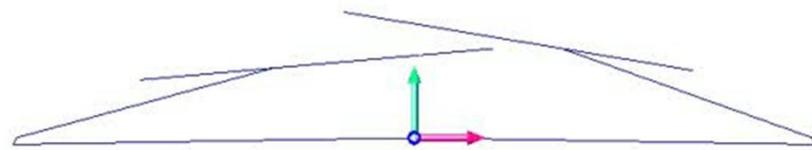
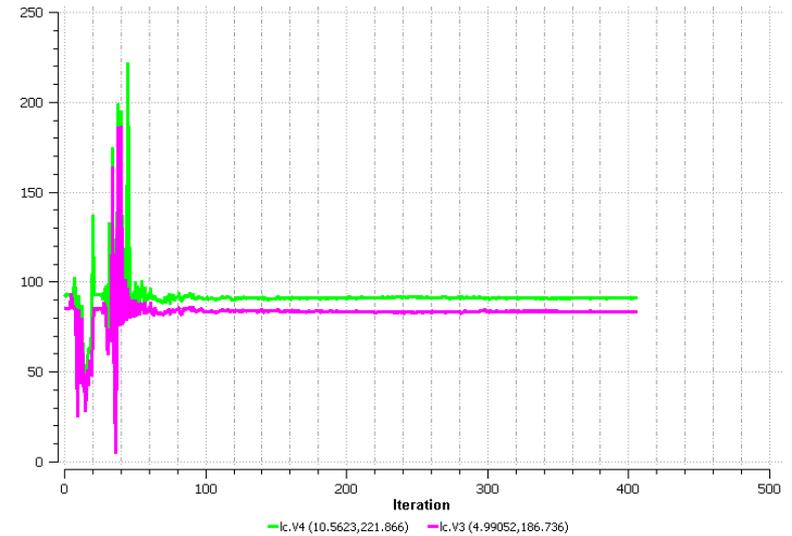
Распределительный механизм



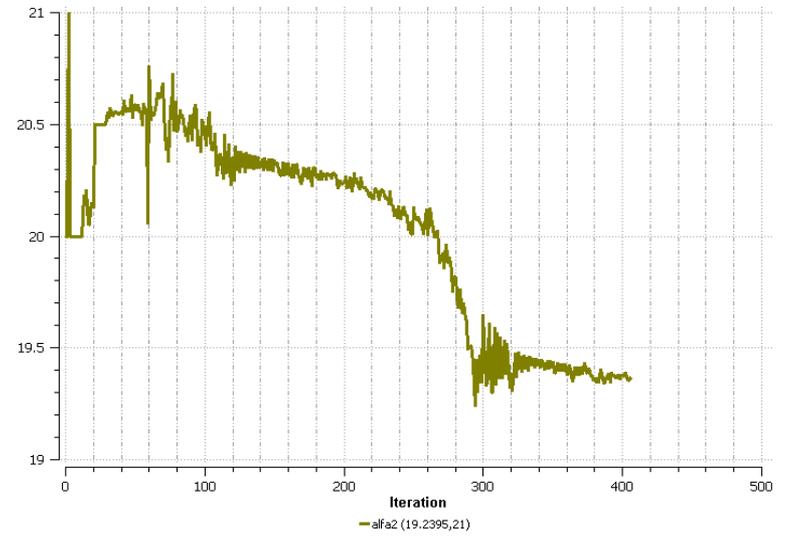


Правая часть

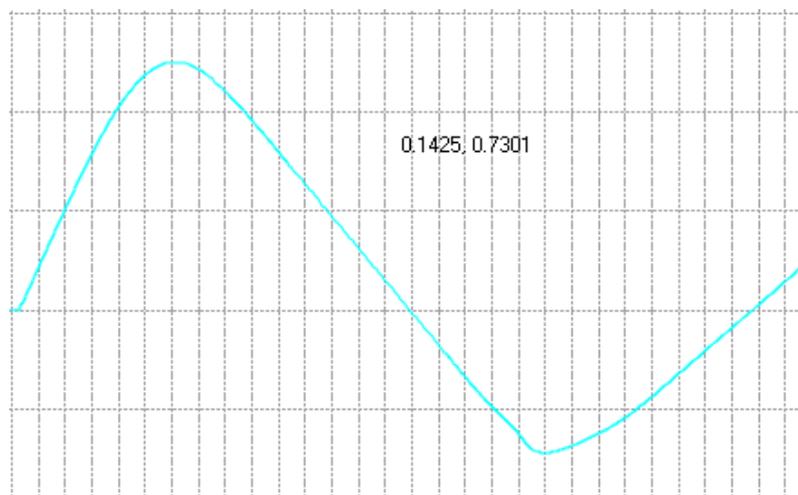
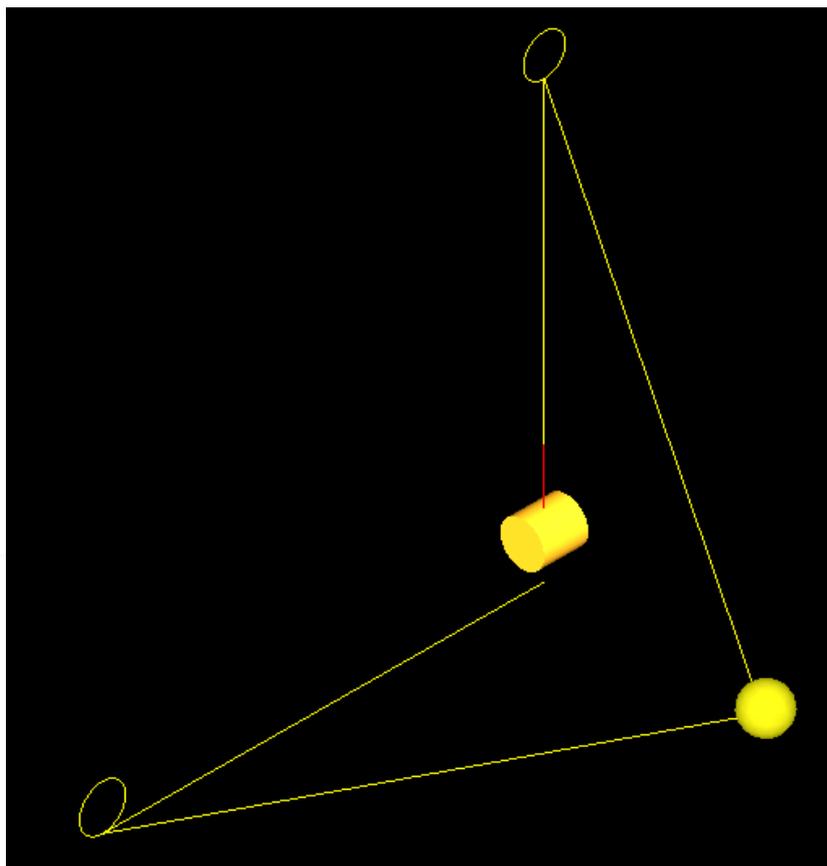
Левая часть



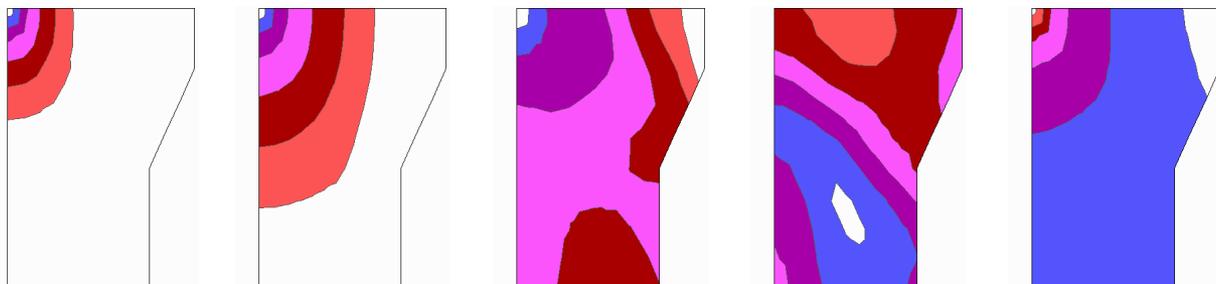
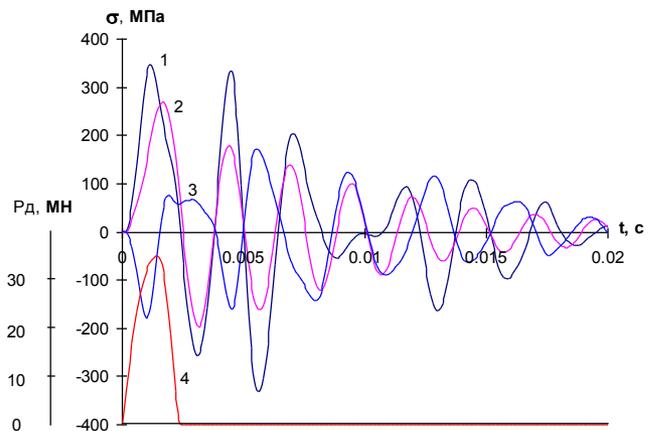
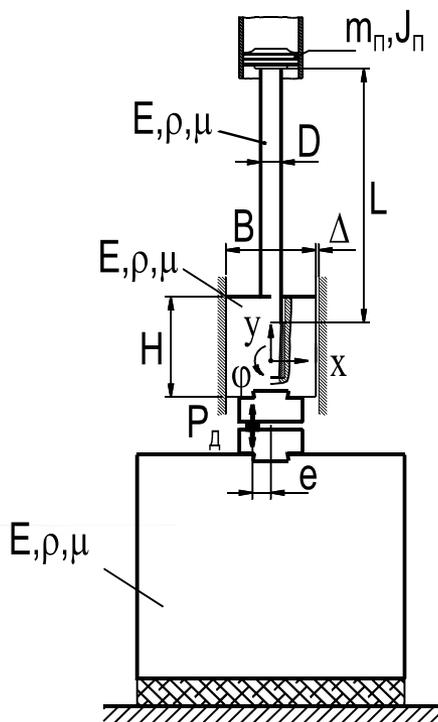
Оптимальная система



Ремень безопасности

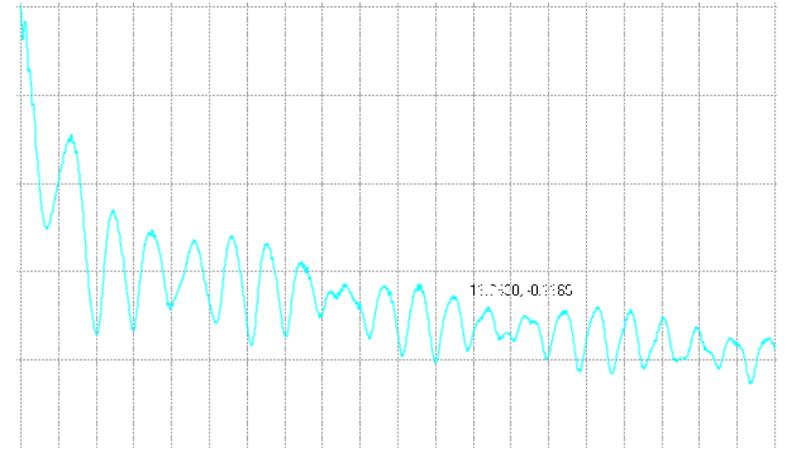
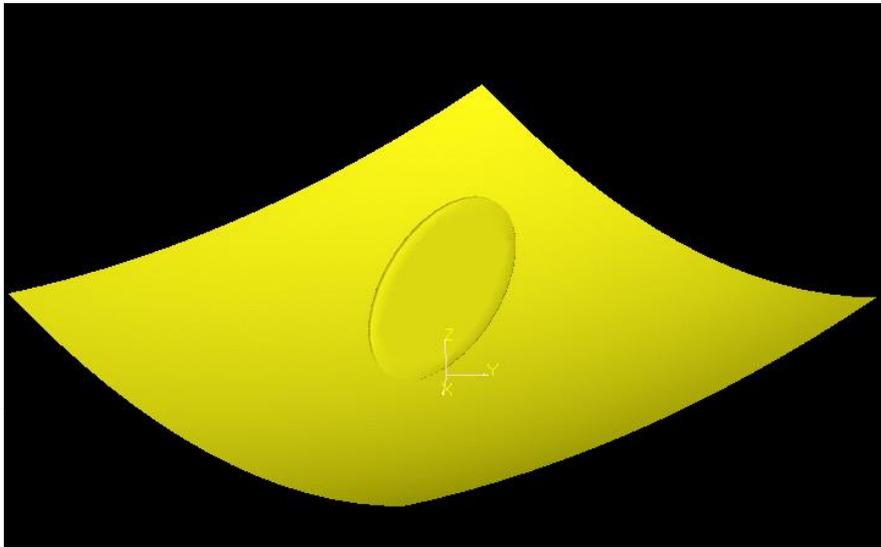


Штамповочный молот

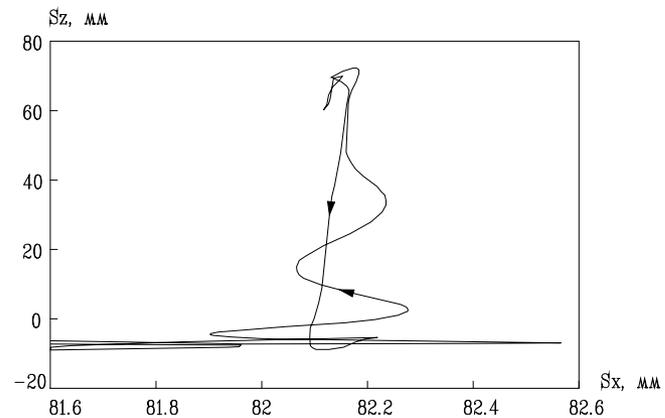
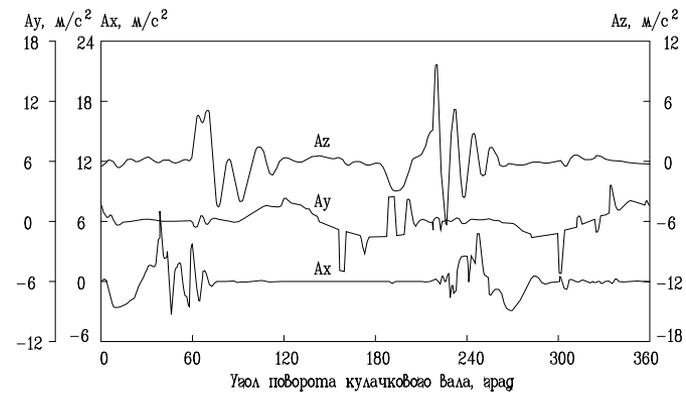
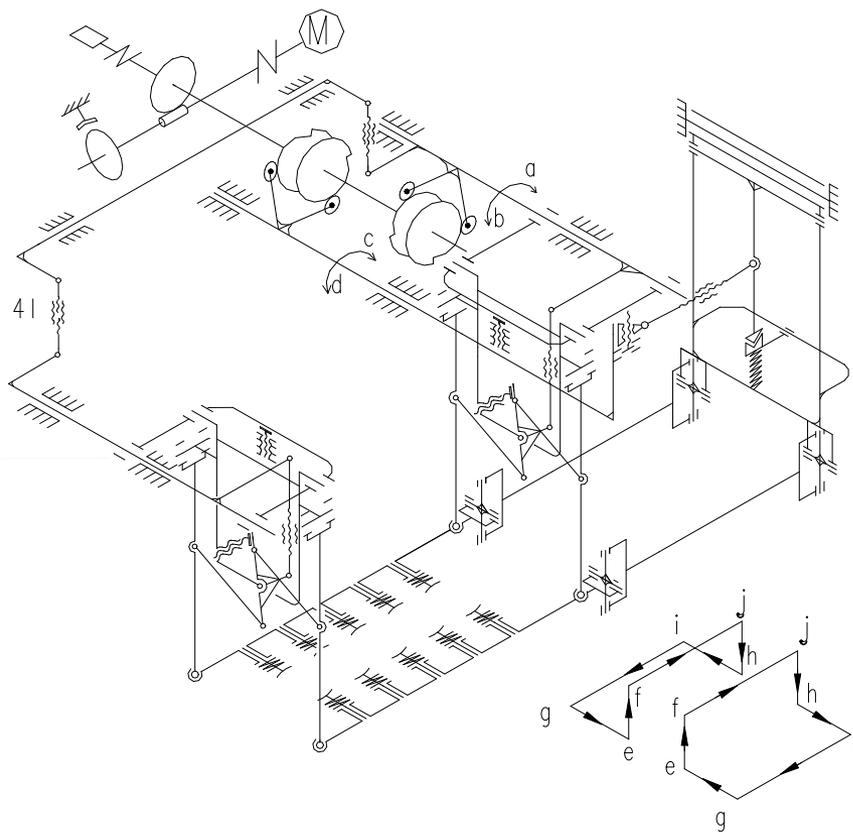


Распространение волны деформаций в шапоте при ударе

Вращение монеты на поверхности



Грейферная подача кривошипного пресса



Высыпание груза из кузова самосвала

