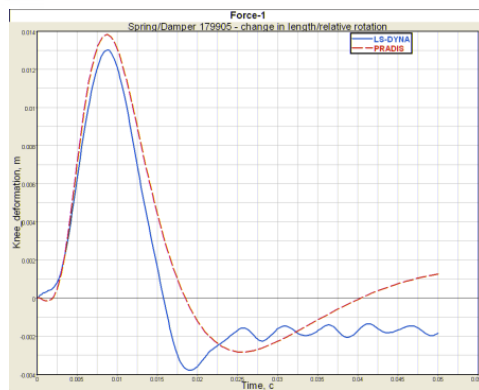


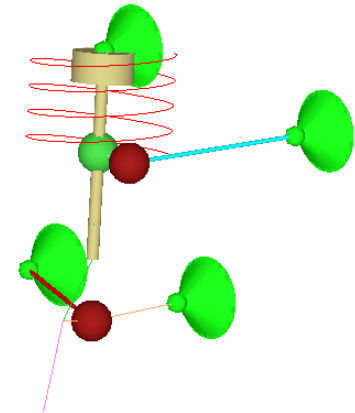
PRADIS

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

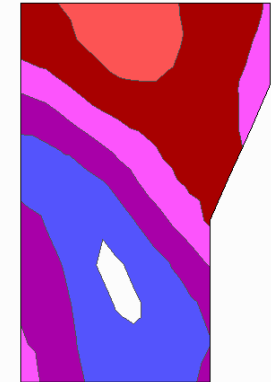
- ▶ Подвеска (10 типов)
- ▶ Шасси автомобиля (2-х, 3-х осное, легковое, грузовое)
- ▶ Трансмиссия
- ▶ Тормозная система
- ▶ Моделирование манекенов и систем пассивной безопасности
- ▶ Механизмы автомобиля (стеклоочистители, стеклоподъемники и т.д.)
- ▶ Модуль анализа вибраций
- ▶ Модуль анализа жесткости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

▶ Двигателестроение

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

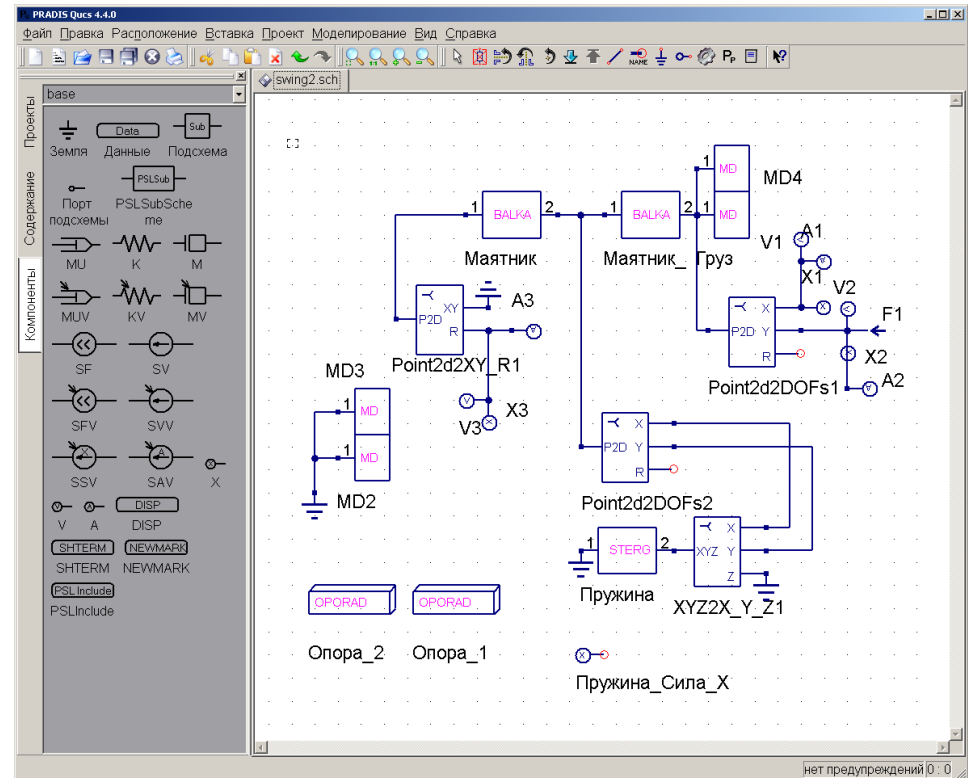
▶ Станкостроение

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



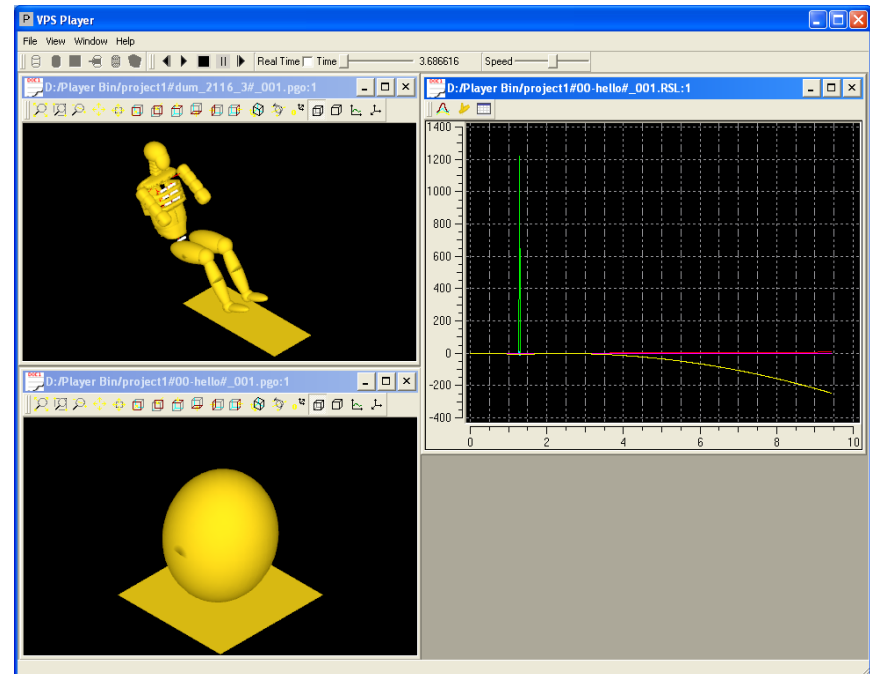
Возможности препроцессора

- ▶ 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])
```

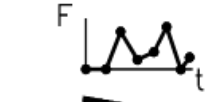
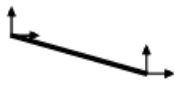









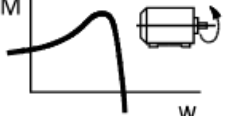


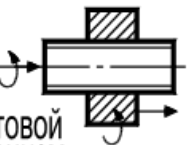


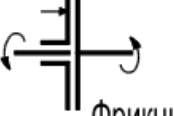







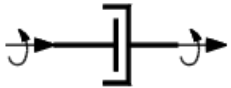


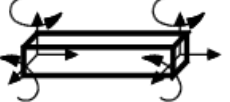
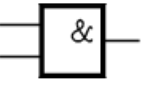
```
color = 'gold'
transp = 1.0
material = 'plastic'
```

```
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

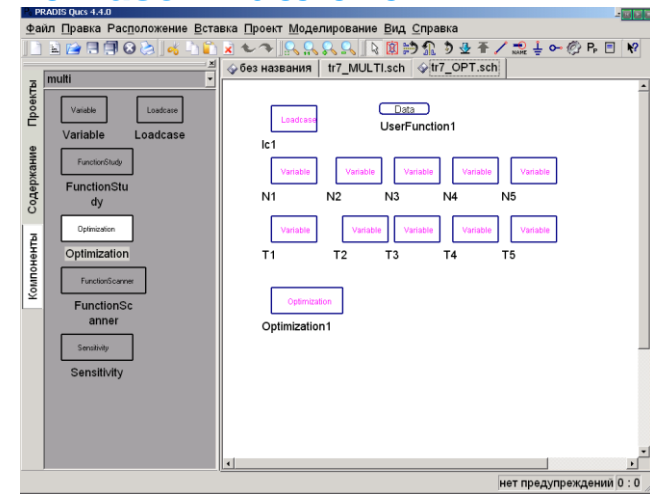
- Описание переменных (пределы, начальные значения)
- Описание расчетного случая (задача, решатель)
- Описание ограничений и целевой функции (на языке Python)
- Метод анализа (описание параметров метода анализа)

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

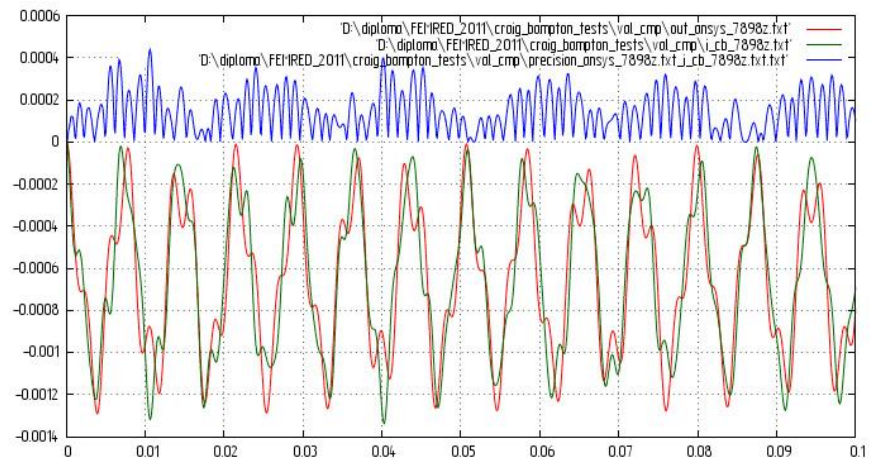
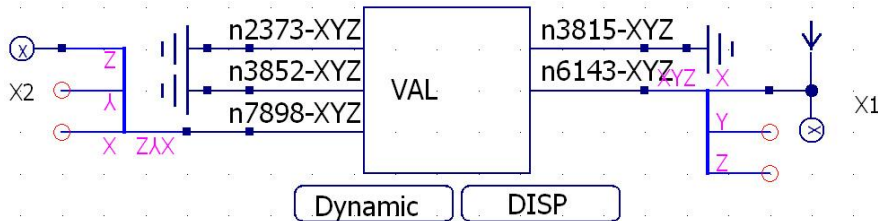
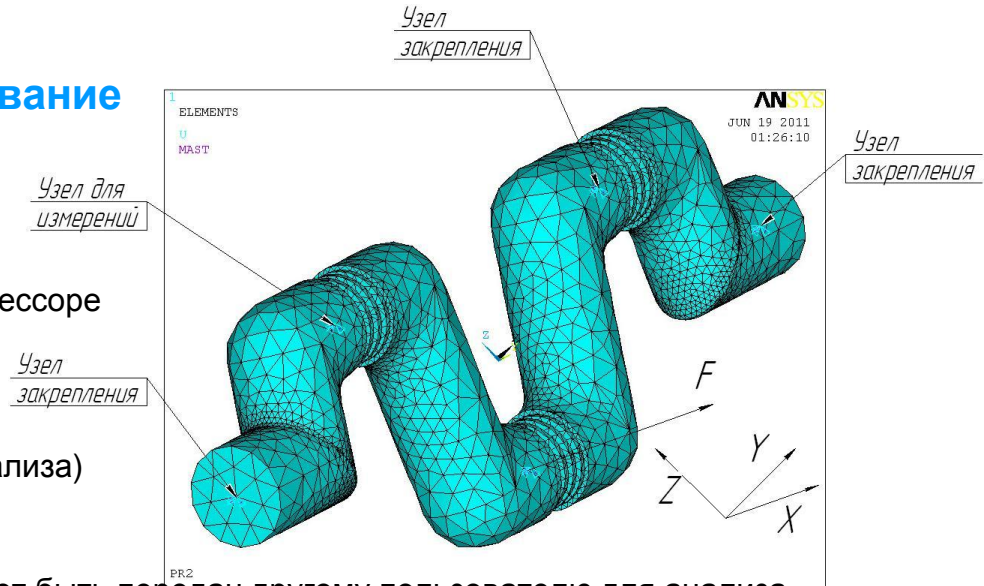
- ▶ Из Ansys (ansys macros)
- ▶ 2D/3D модели
- ▶ Утилиты для обработки КЭ модели
- ▶ Создание схемы с моделью в препроцессоре

▶ Методы

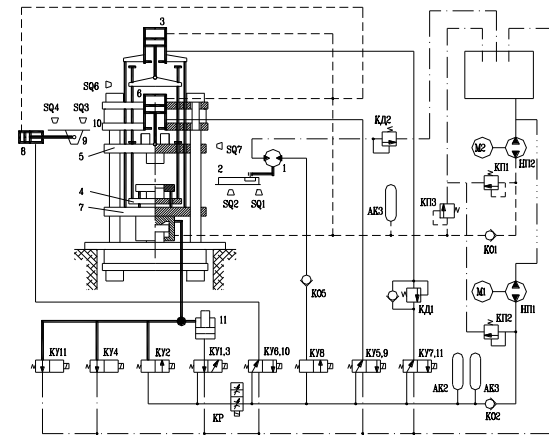
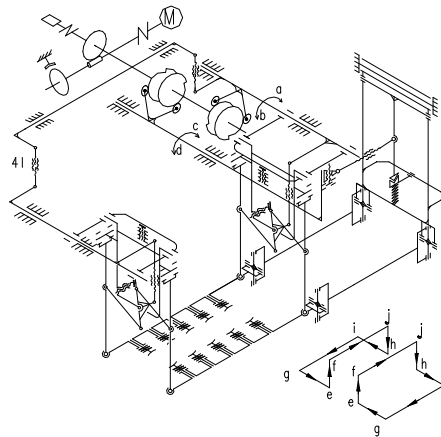
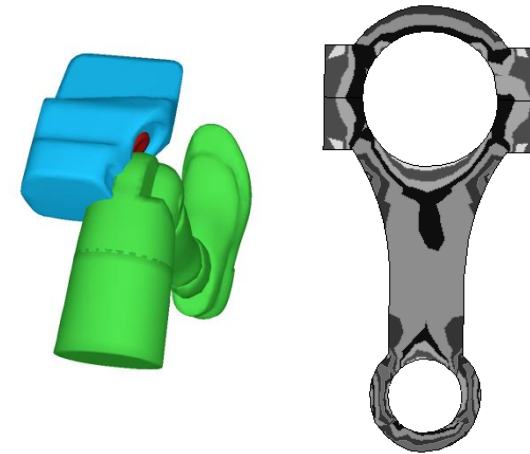
- ▶ Guyane (статическая конденсация)
- ▶ Craig-Bampton (для динамического анализа)

▶ Работа пользователя

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



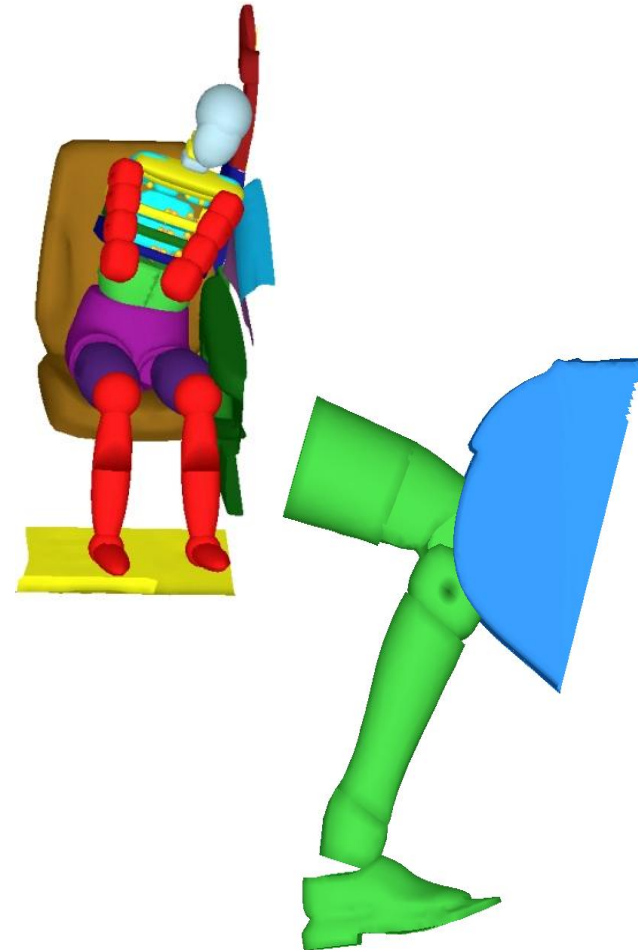
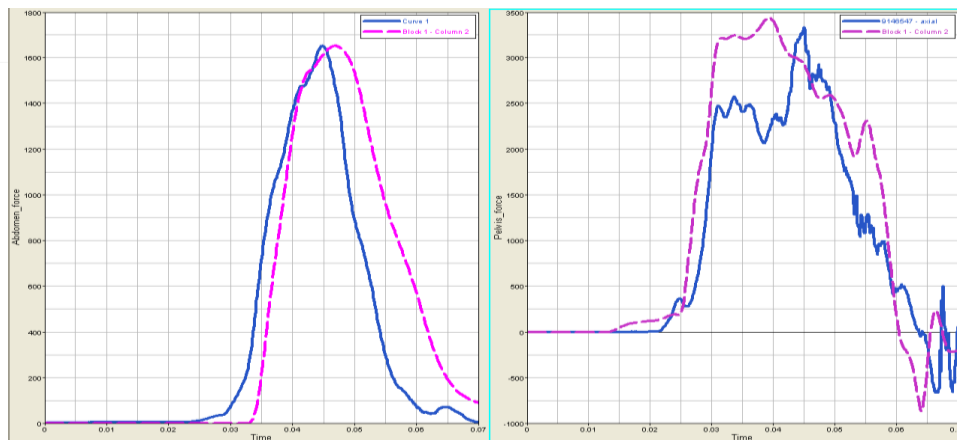
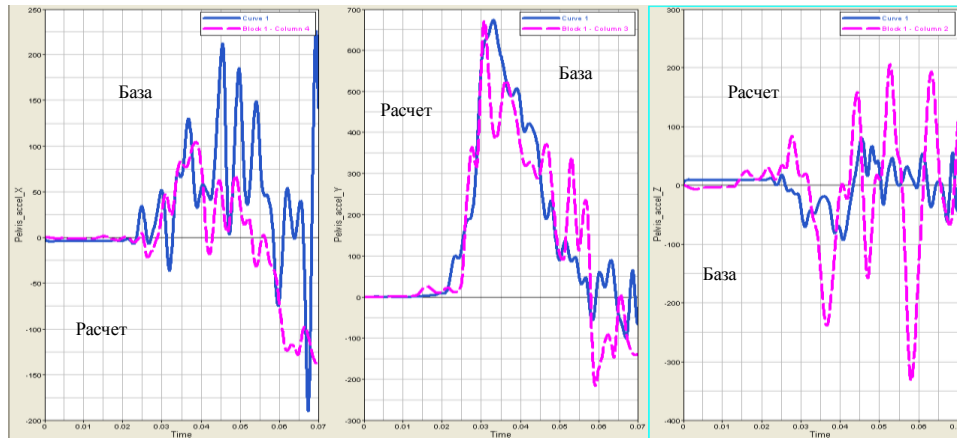
- ▶ **Автомобильная промышленность (АвтоВАЗ, Ладуга)**
 - ▶ Анализ подвески
 - ▶ Моделирование манекенов
- ▶ **Кузнечно-штамповочное оборудование (МГТУ им. Н.Э. Баумана)**
 - ▶ Пресса
 - ▶ Молоты
 - ▶ Обжимные прессы
 - ▶ Тенологическое оборудование



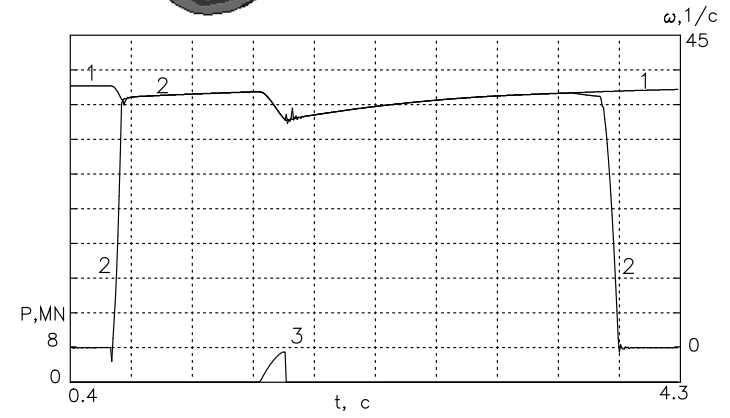
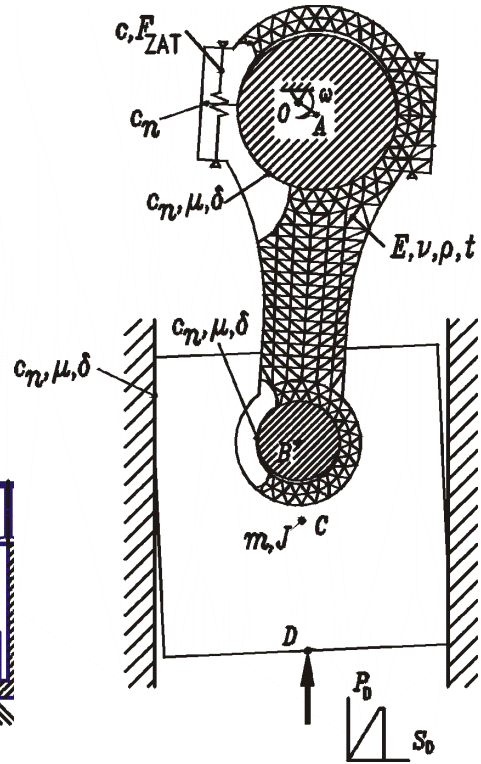
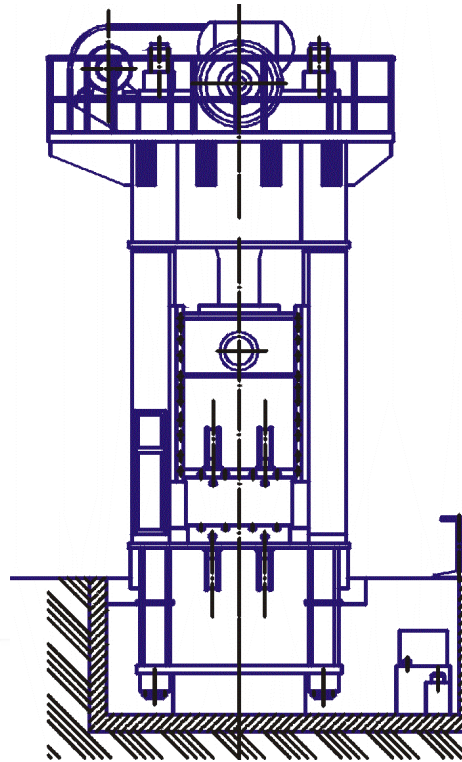
Моделирование манекена

EuroSID – для бокового удара

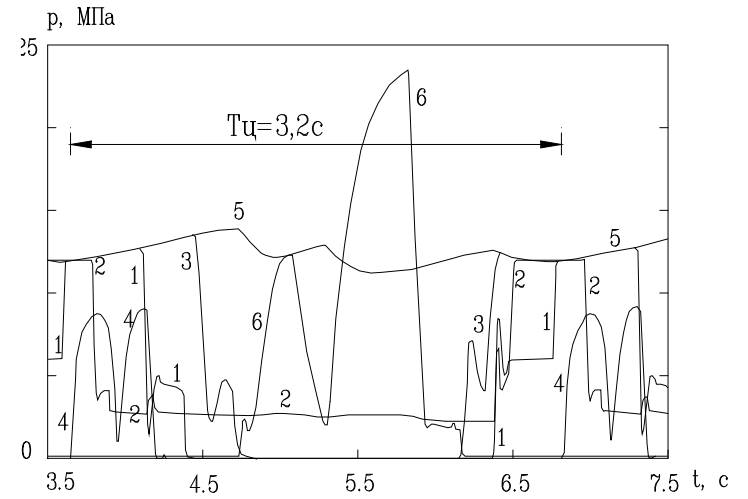
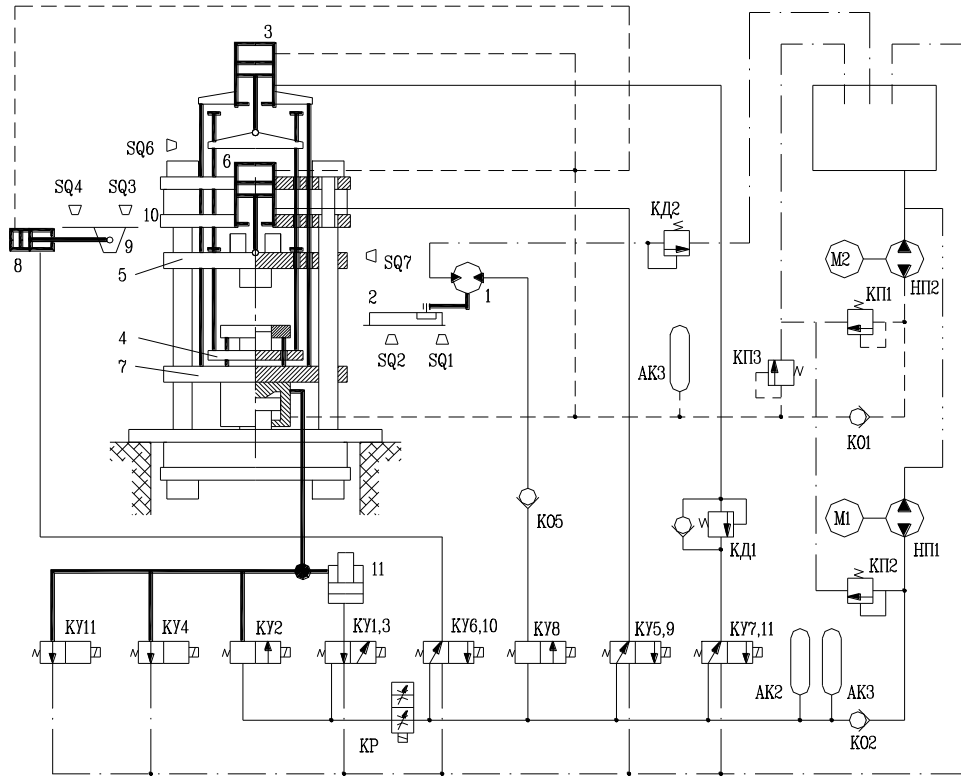
Hybrid – для фронтального удара



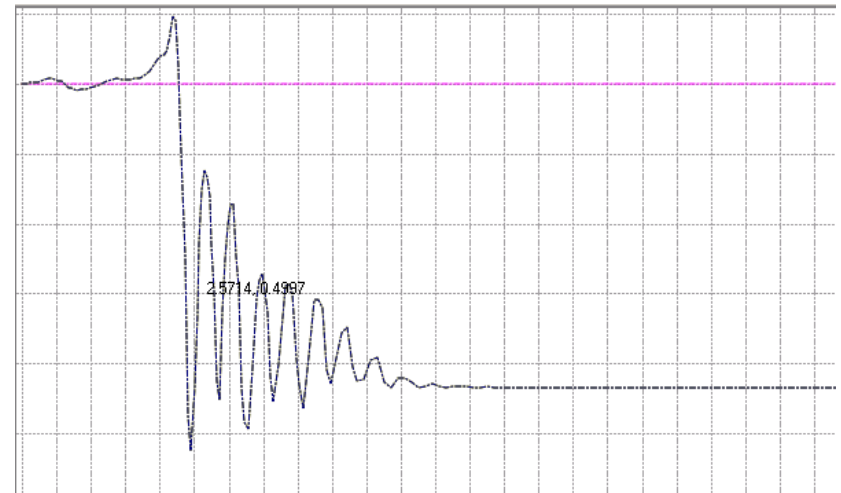
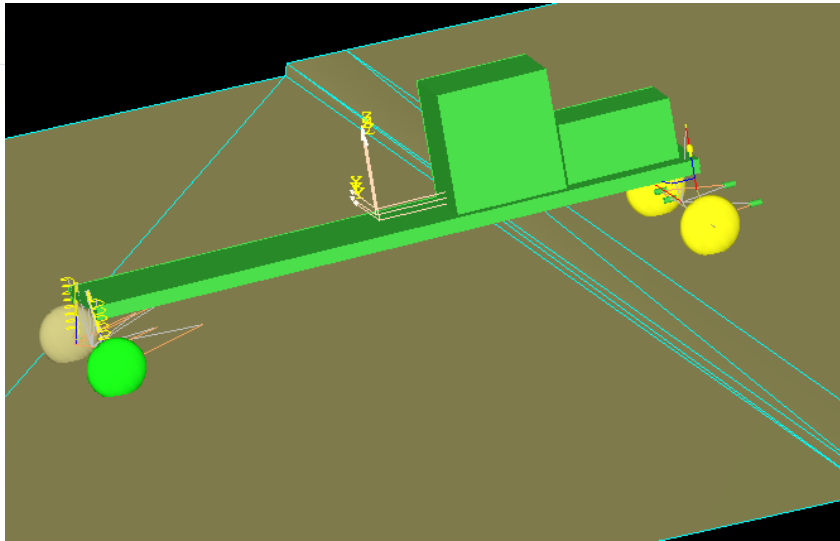
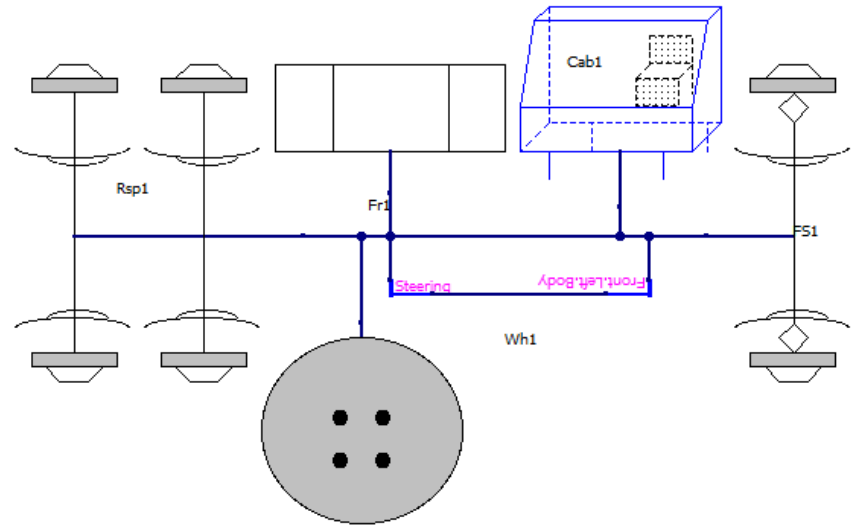
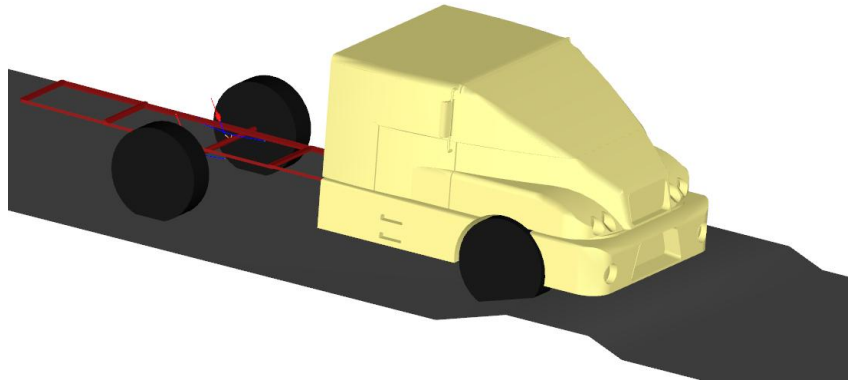
Вырубной пресс

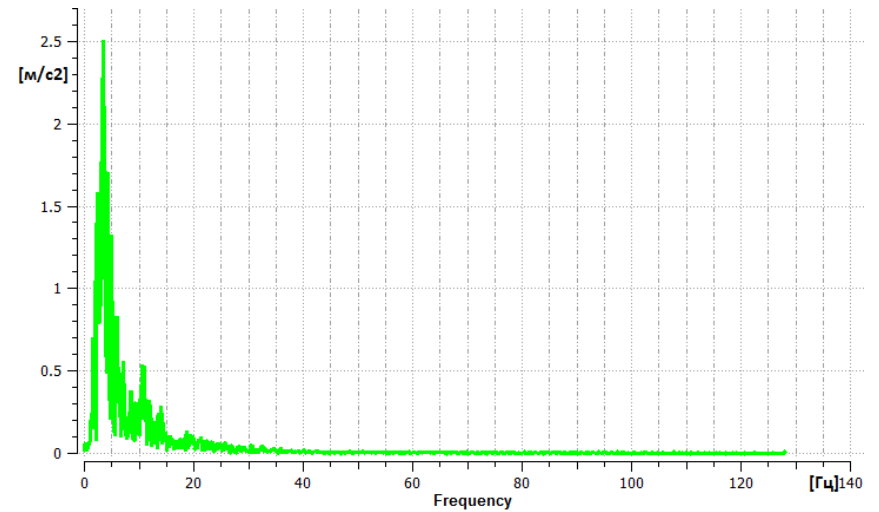
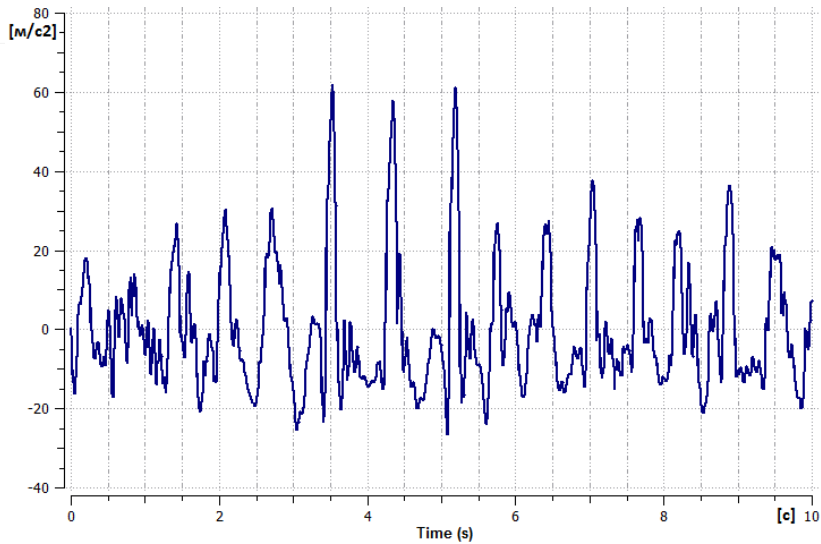
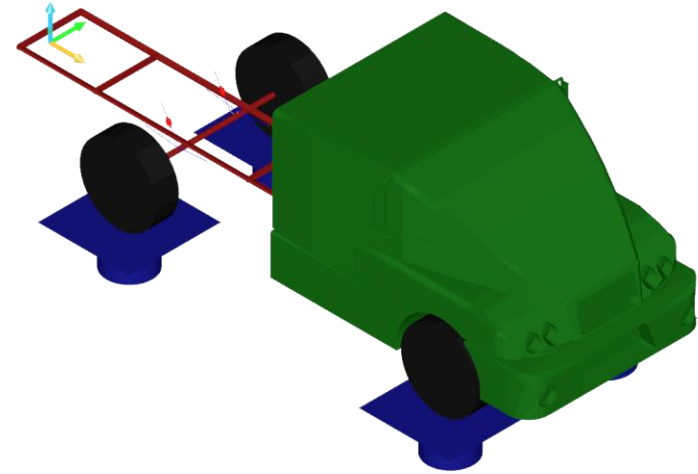
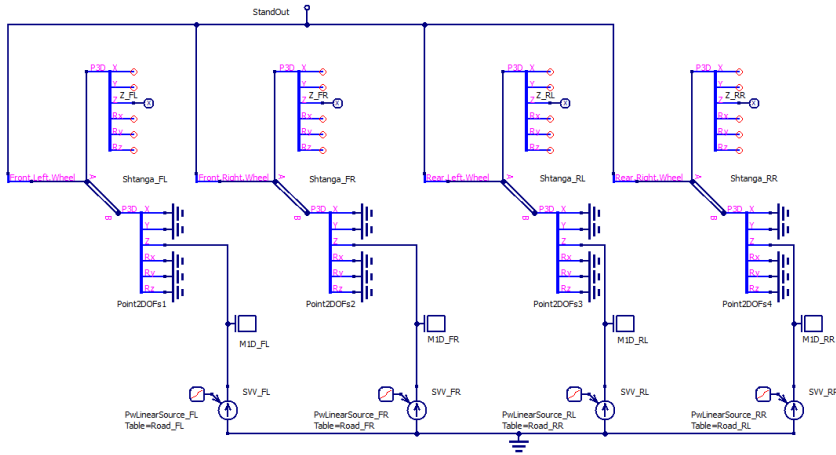


Гидравлический пресс

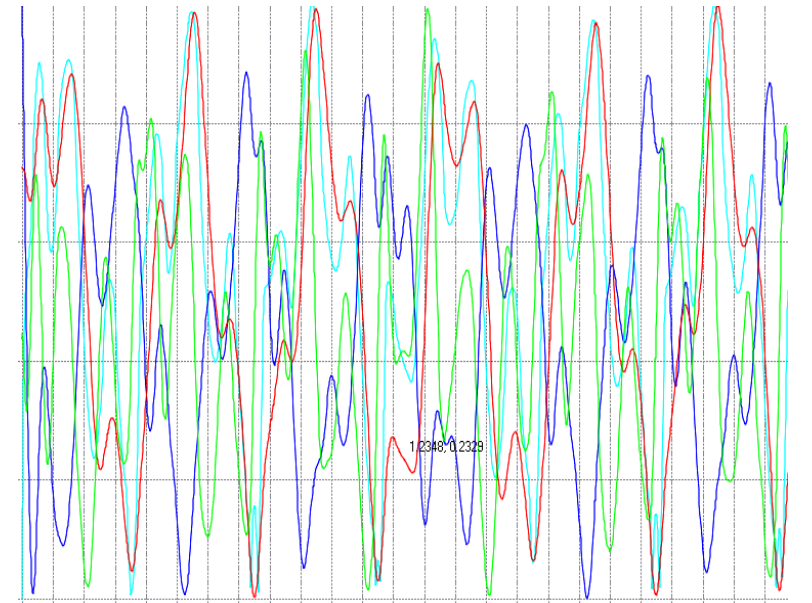
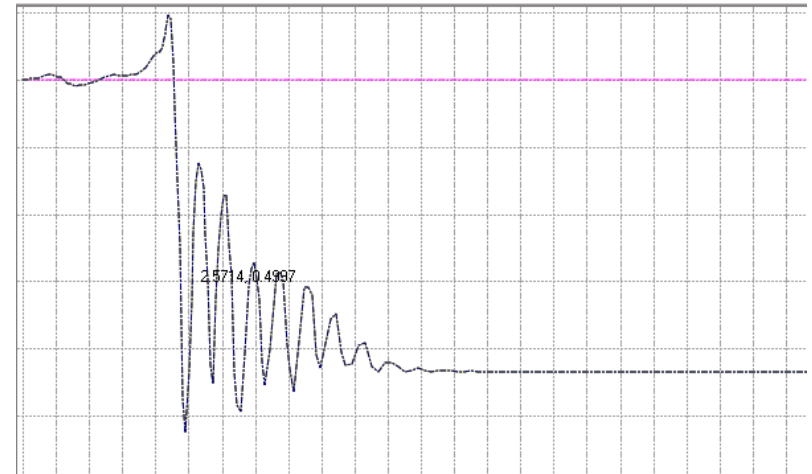
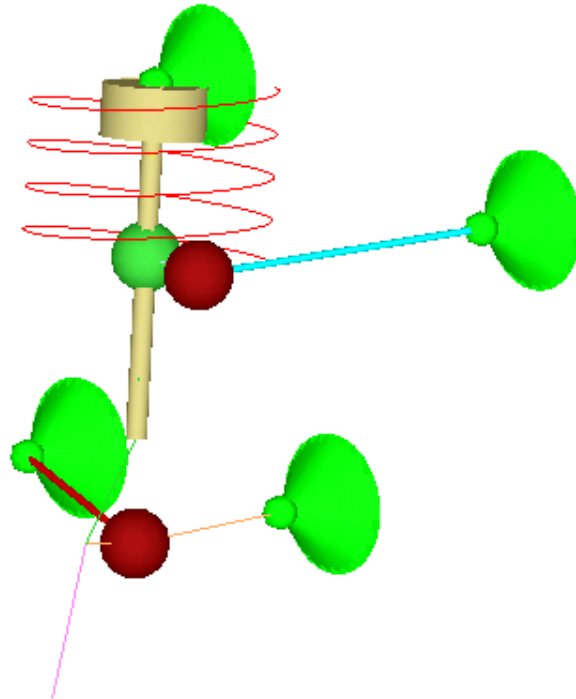


Анализ шасси автомобиля

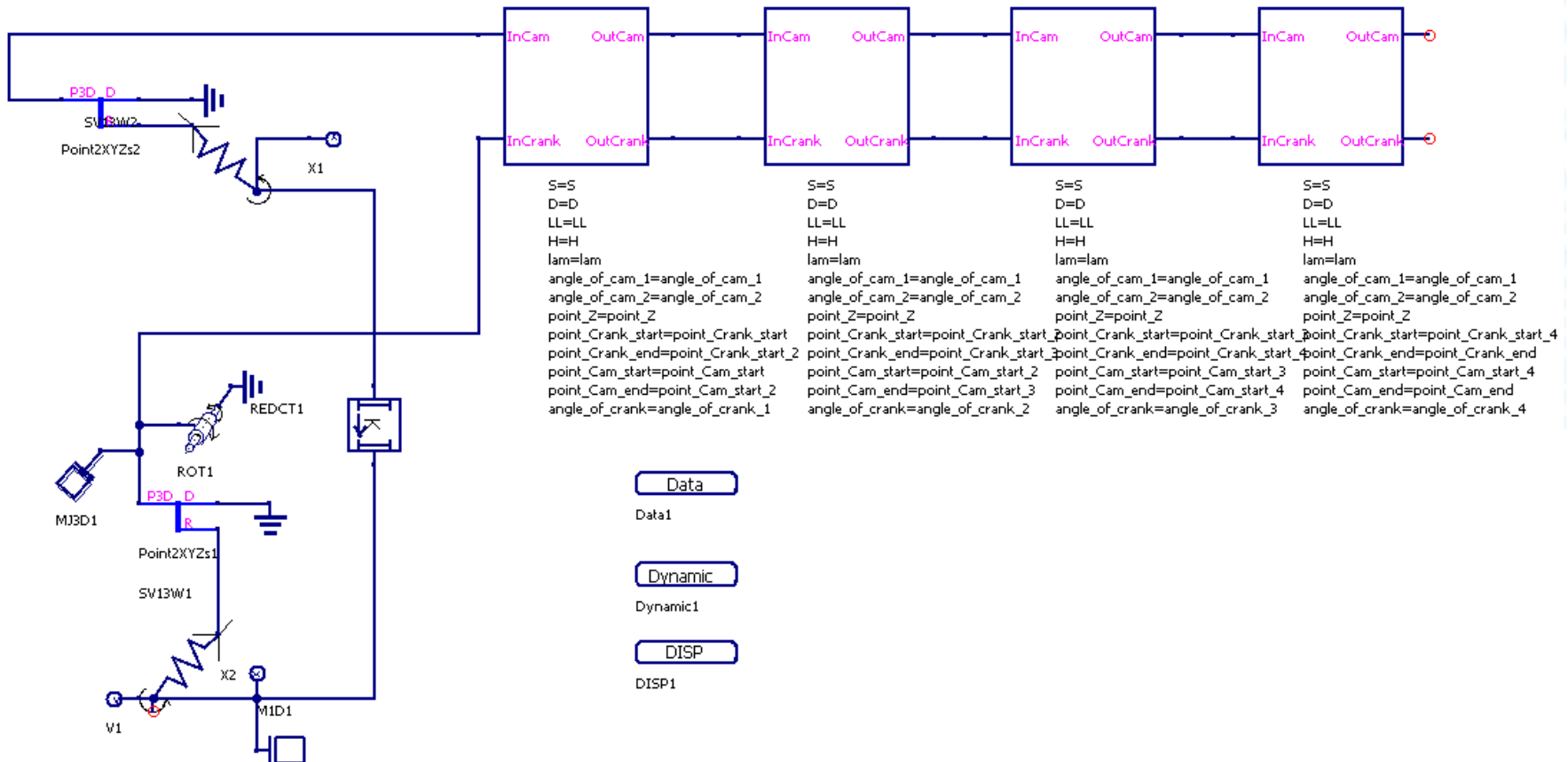




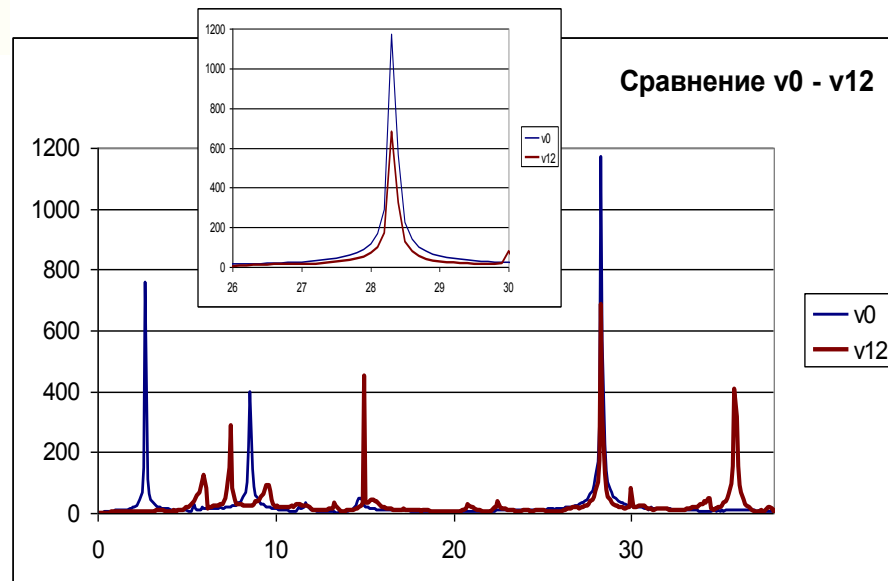
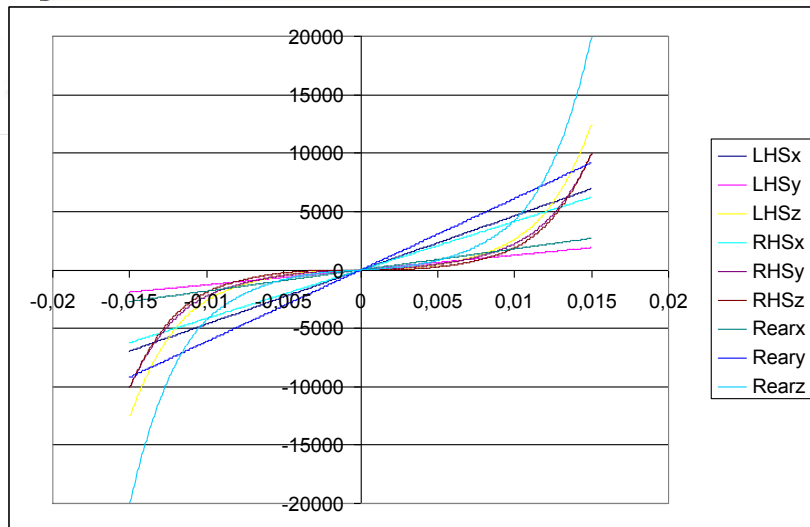
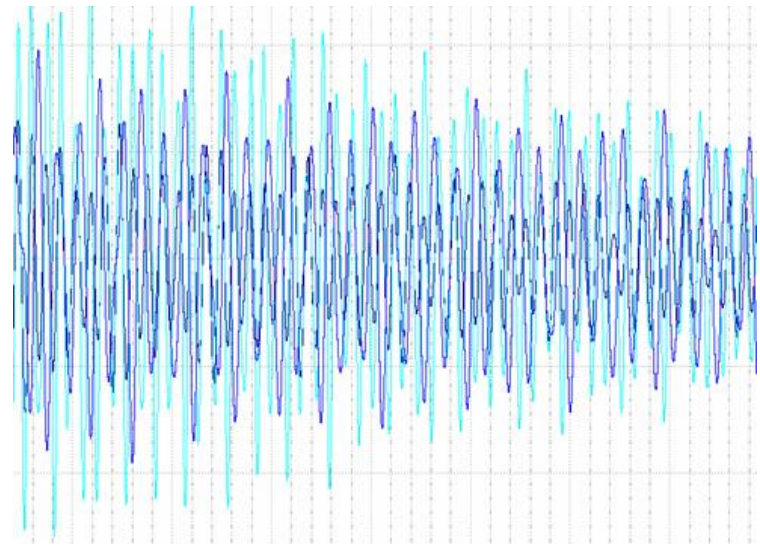
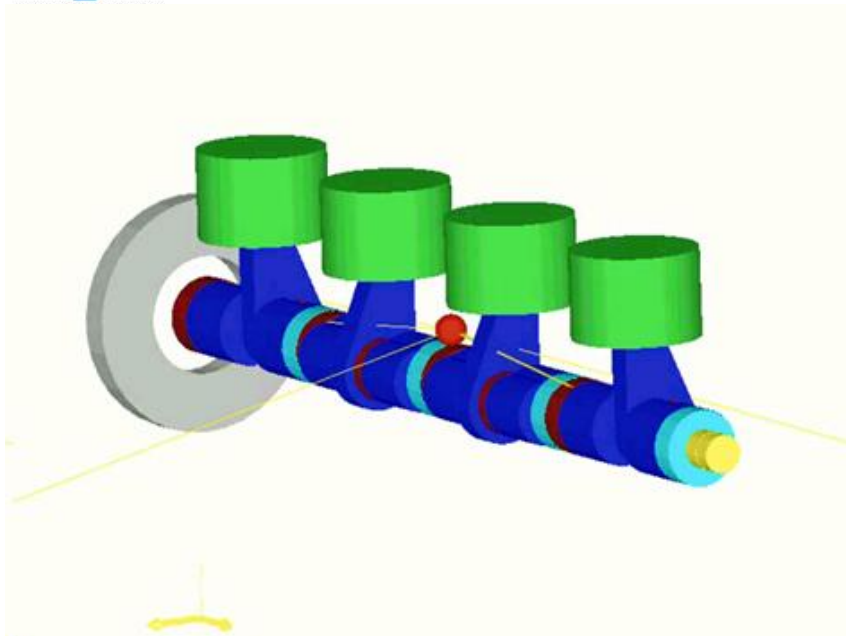
Подвеска автомобиля



Модель V4 ДВС

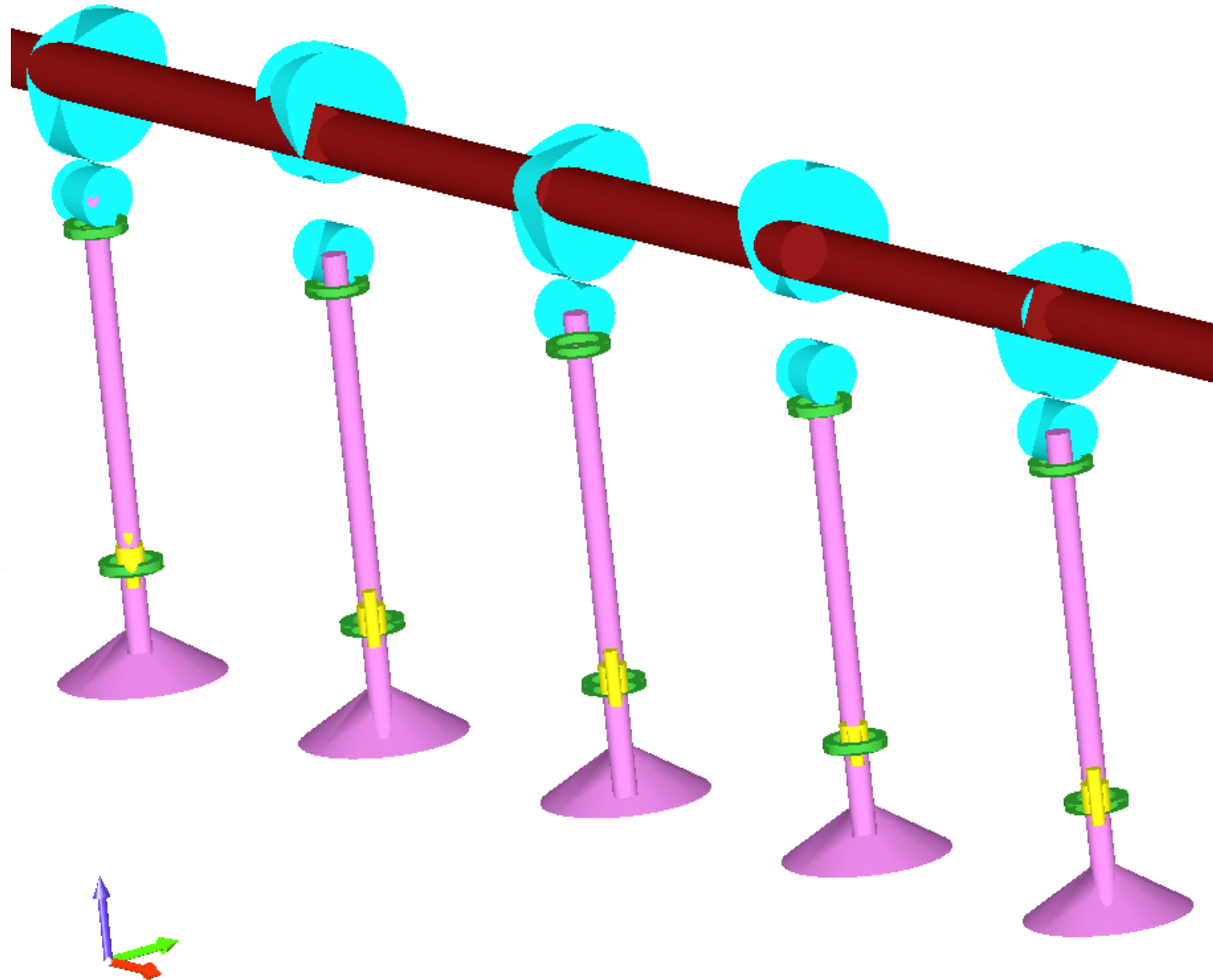


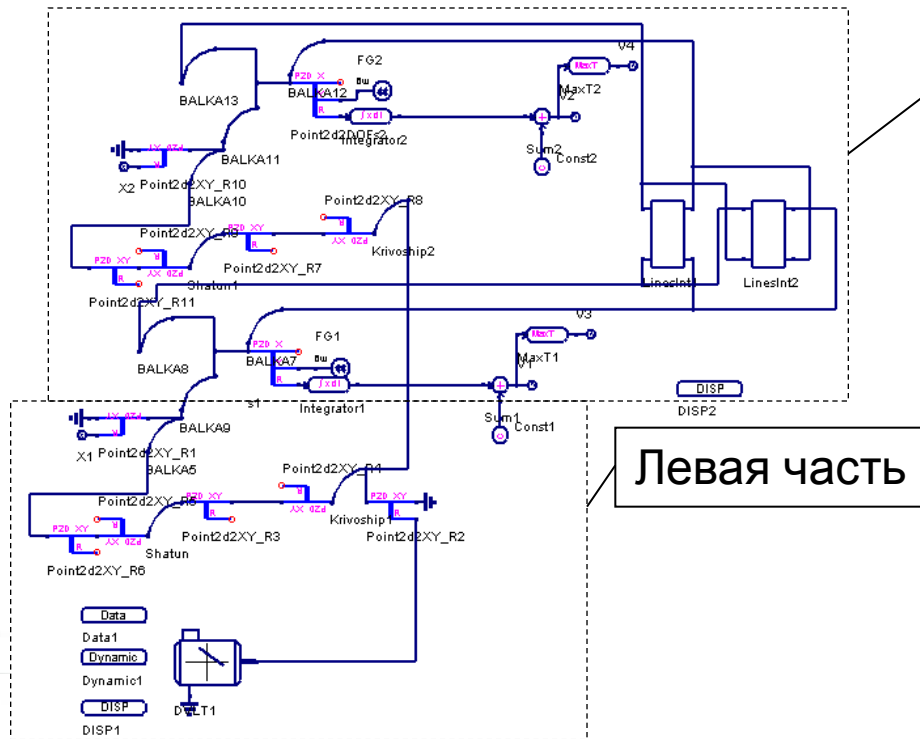
Оптимизация опор ДВС



▶ Уменьшение вибрация в 1,7 раз

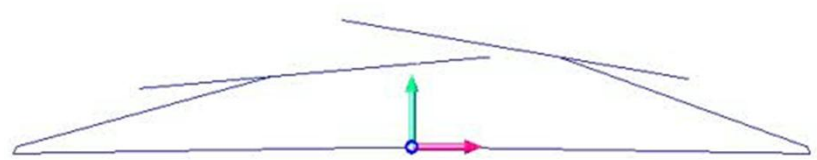
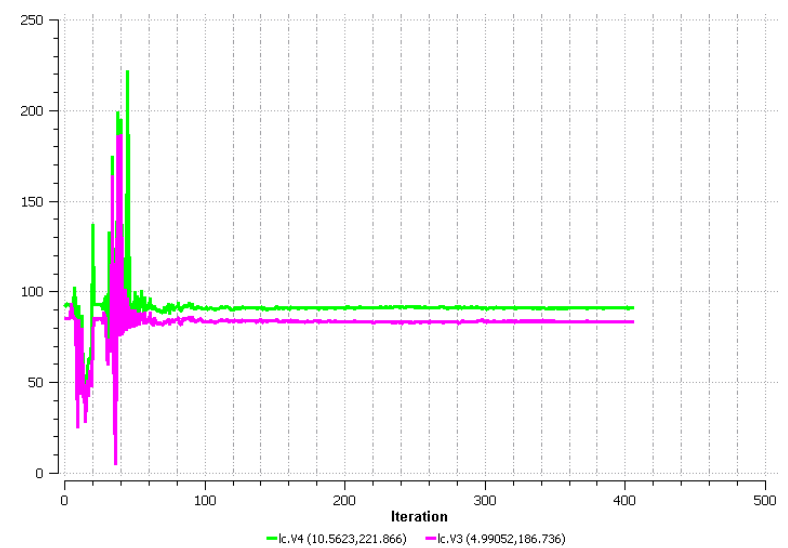
Распределительный механизм



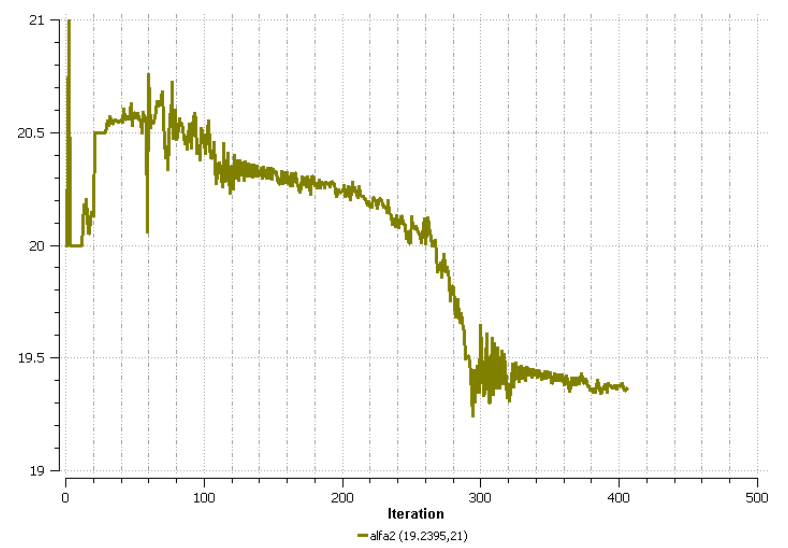


Правая часть

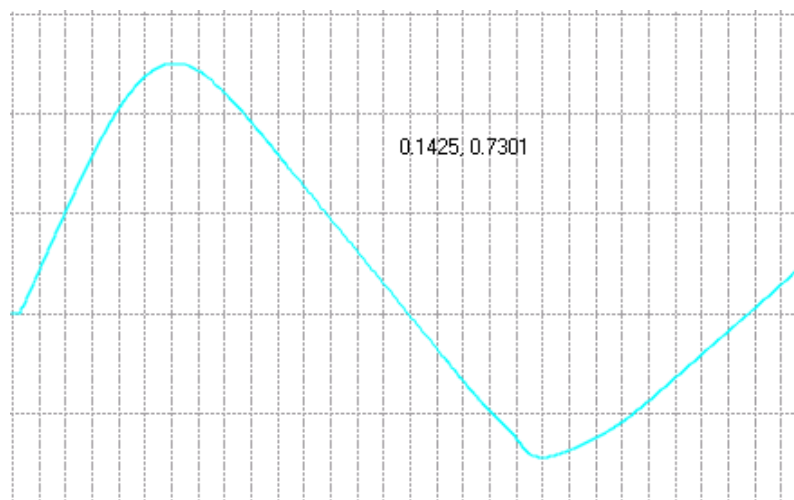
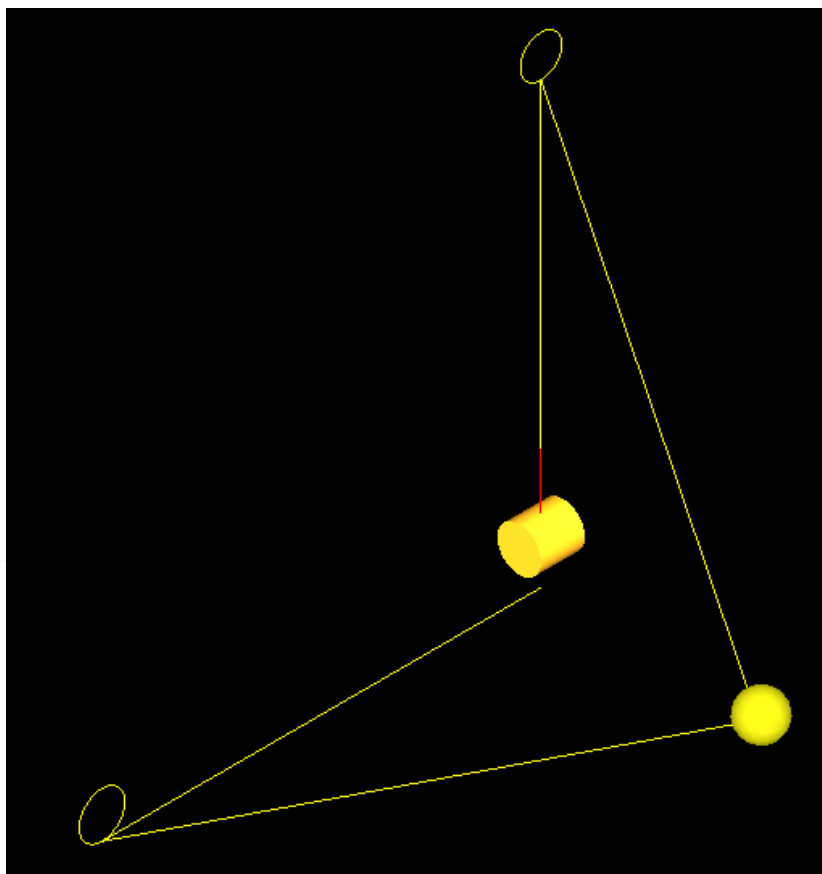
Левая часть



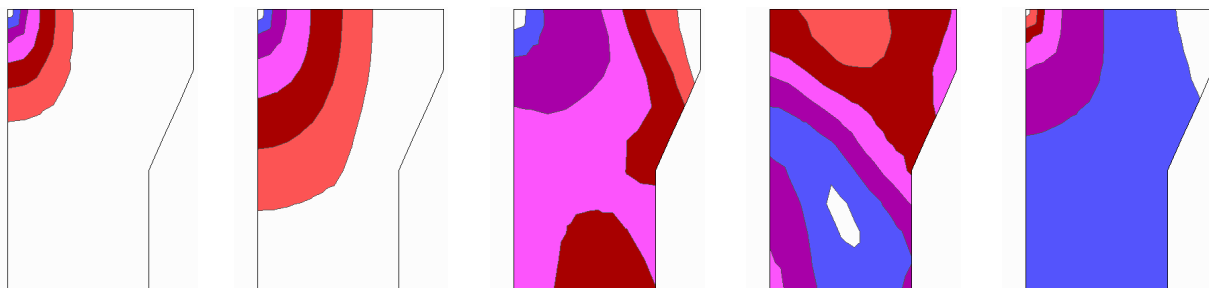
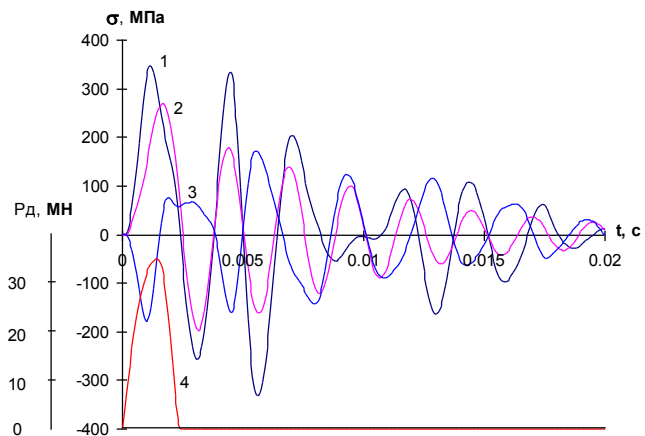
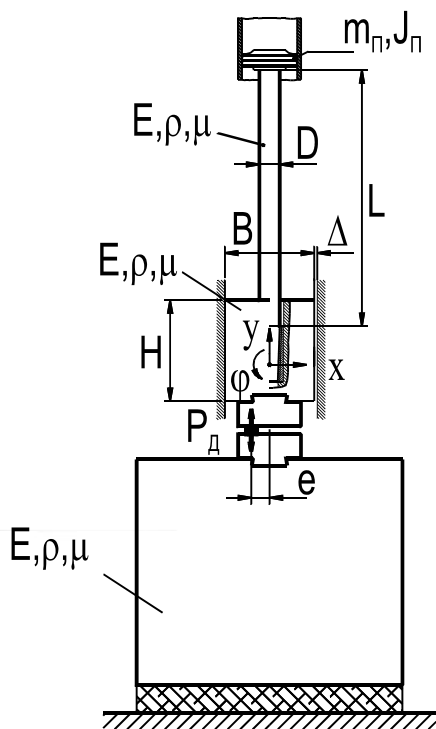
Оптимальная система



Ремень безопасности

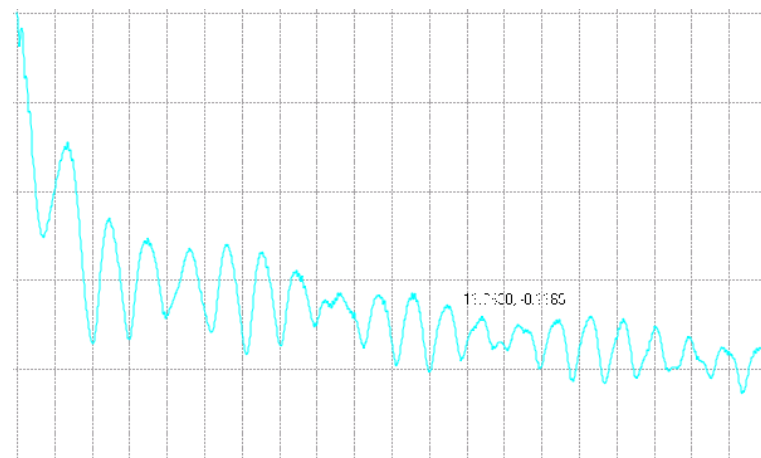
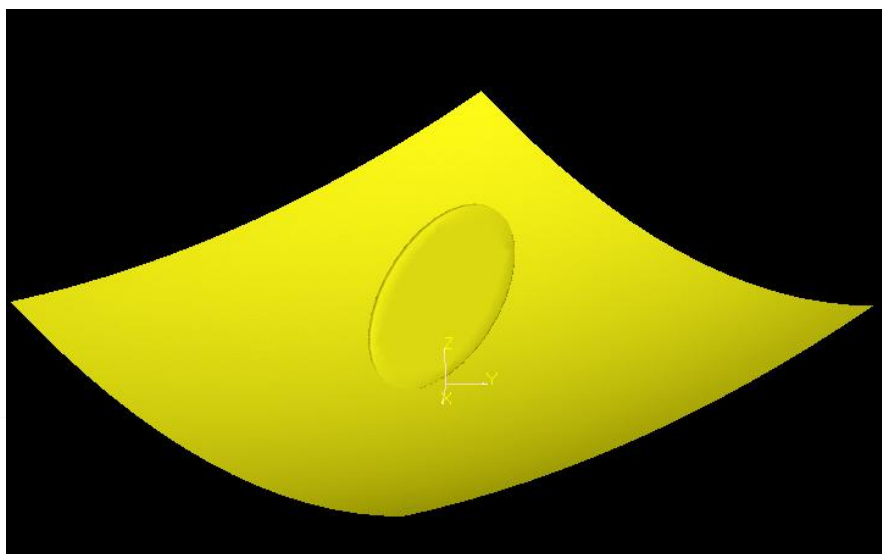


Штамповочный молот

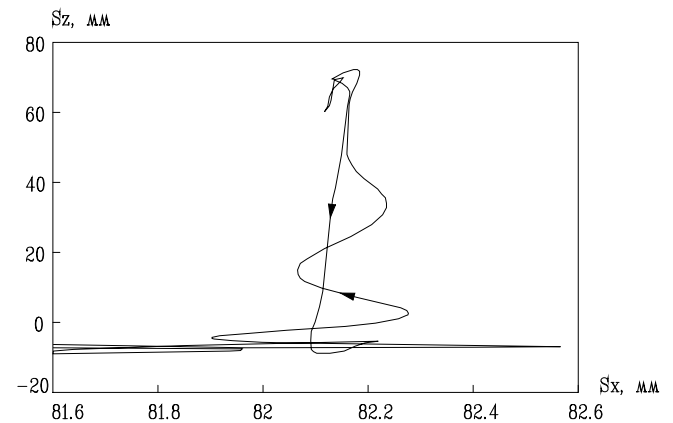
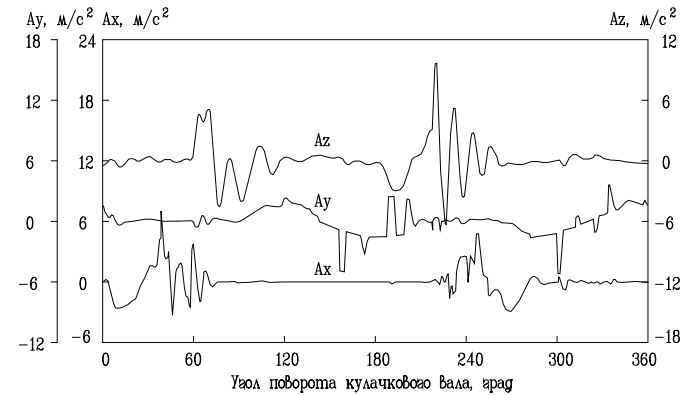
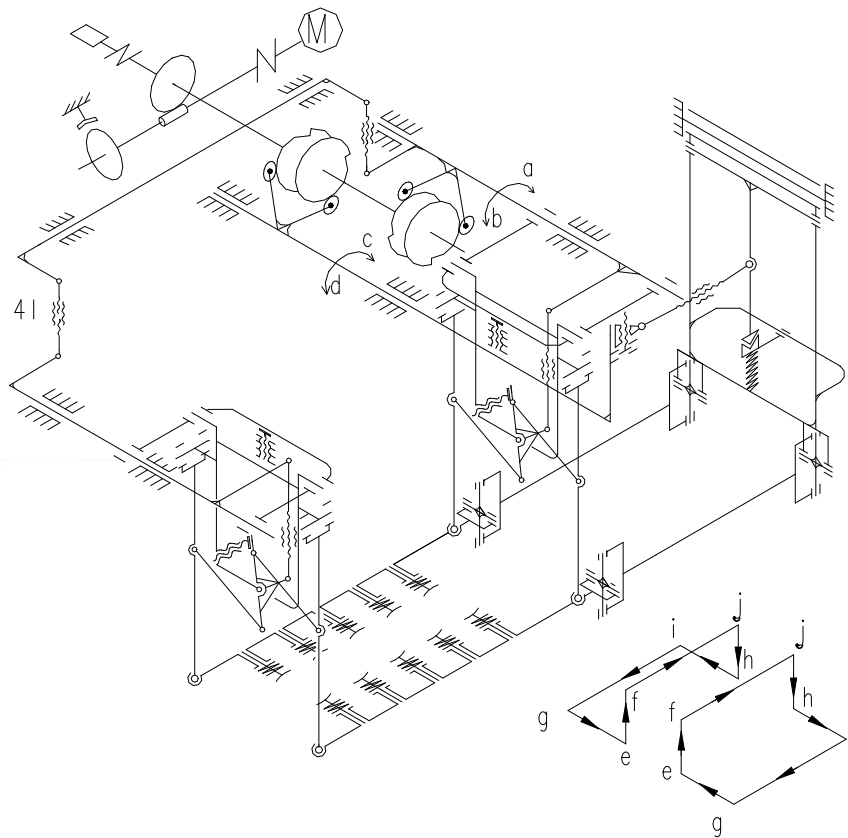


Распространение волны деформаций в штабте при ударе

Вращение монеты на поверхности



Грейферная подача кривошипного пресса



Высыпание груза из кузова самосвала

