

Использование открытых пакетов для поддержки физических расчетов

Сергеев Е.С.

Гетманский В.В.

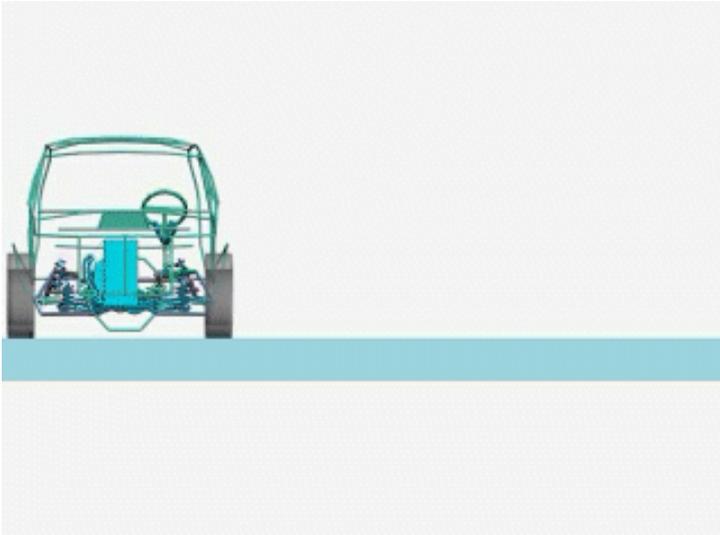
Кафедра ВМ ВолгГТУ

Москва, 2011

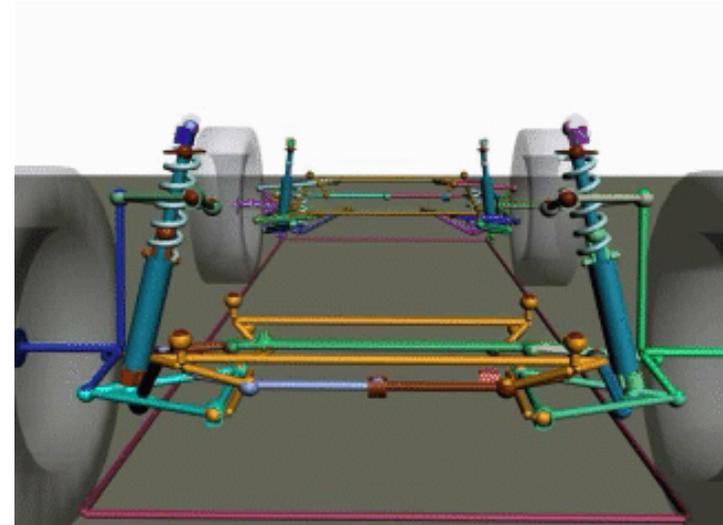
План

- Разрабатываемый пакет ФРУНД
- Использование OpenCASCADE
- Использование VTK
- Использование библиотек для декомпозиции сеток (METIS, SCOTCH)

Пример решаемых задач в САЕ Фрунд



Комплексная задача
динамики маневрирования



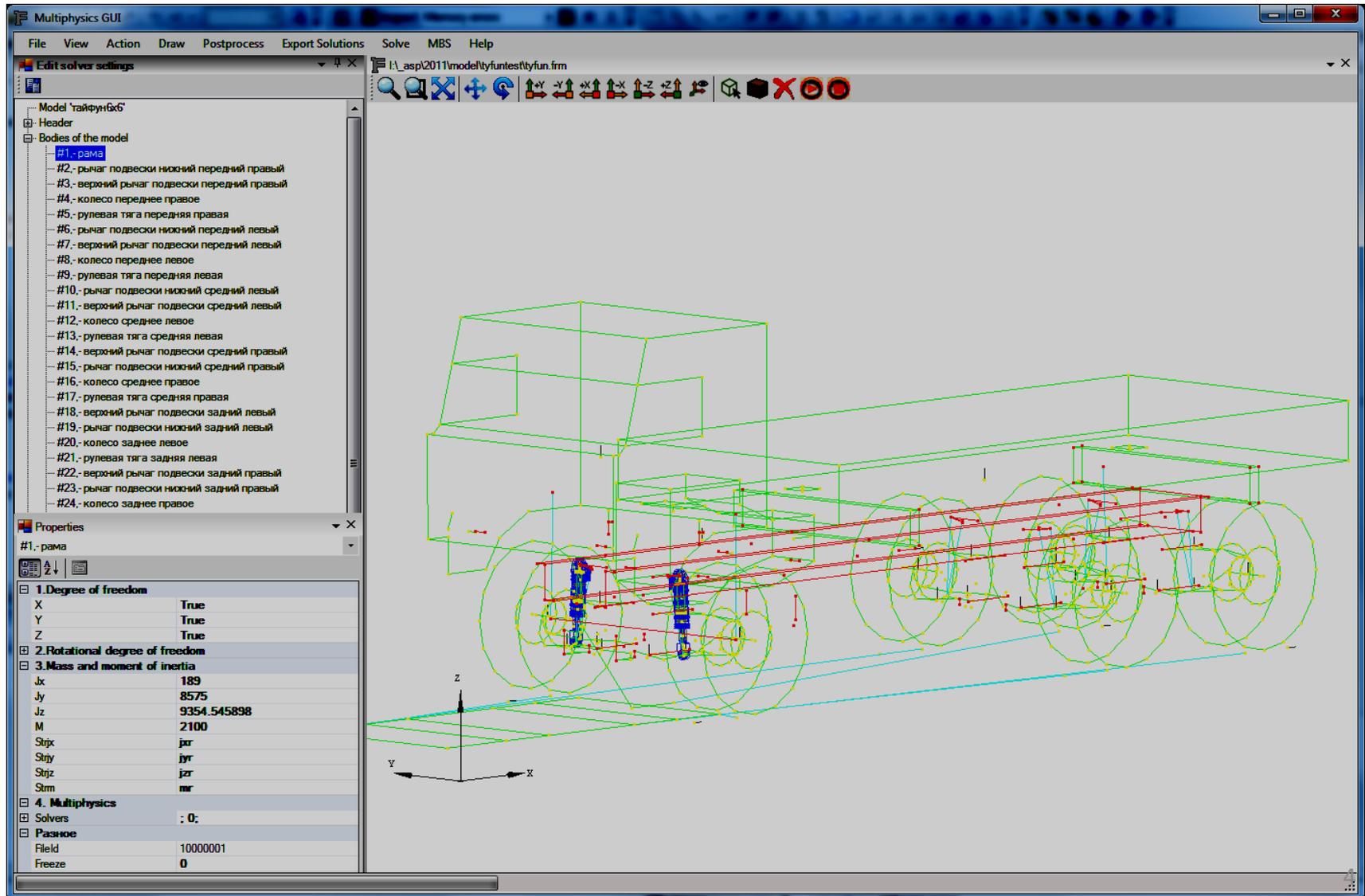
Кинематика
подвески автомобилей

ФРУНД – формирование и решение уравнений нелинейной динамики

Сайт: <http://frund.vstu.ru/>

каф. высшей математики ВолГТУ

Главное окно программы



Пакеты OpenCASCADE и VTK

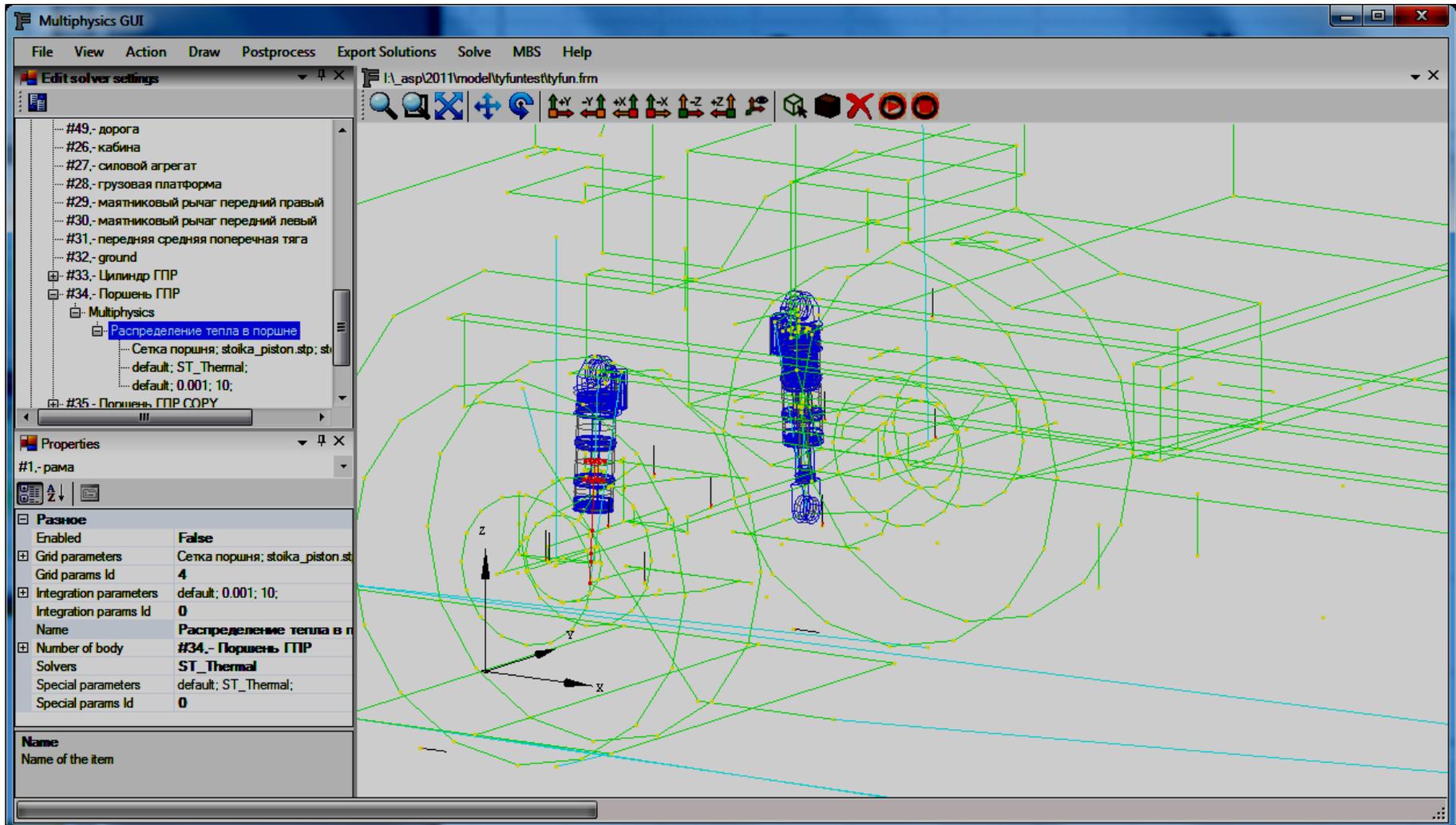
OpenCASCADE

- Импорт универсальных форматов CAD геометрии (step, iges)
- Триангуляция (для построения сетки)
- Создавать составные геометрические объекты любой сложности

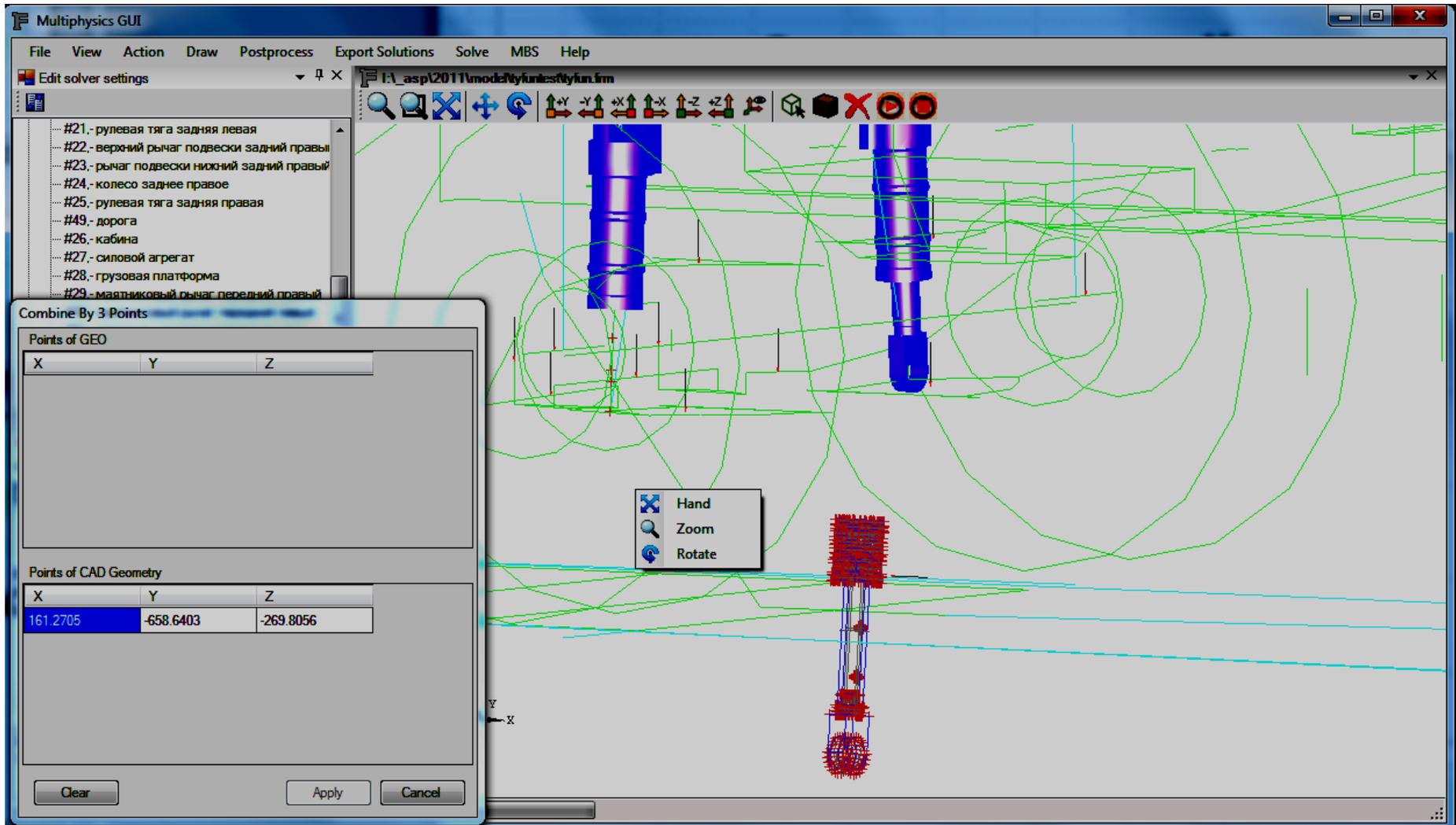
VTK

- Визуализация сетки (unstructured grid)
- Трассировщик лучей
- Визуализация точек
- Пороговая фильтрация

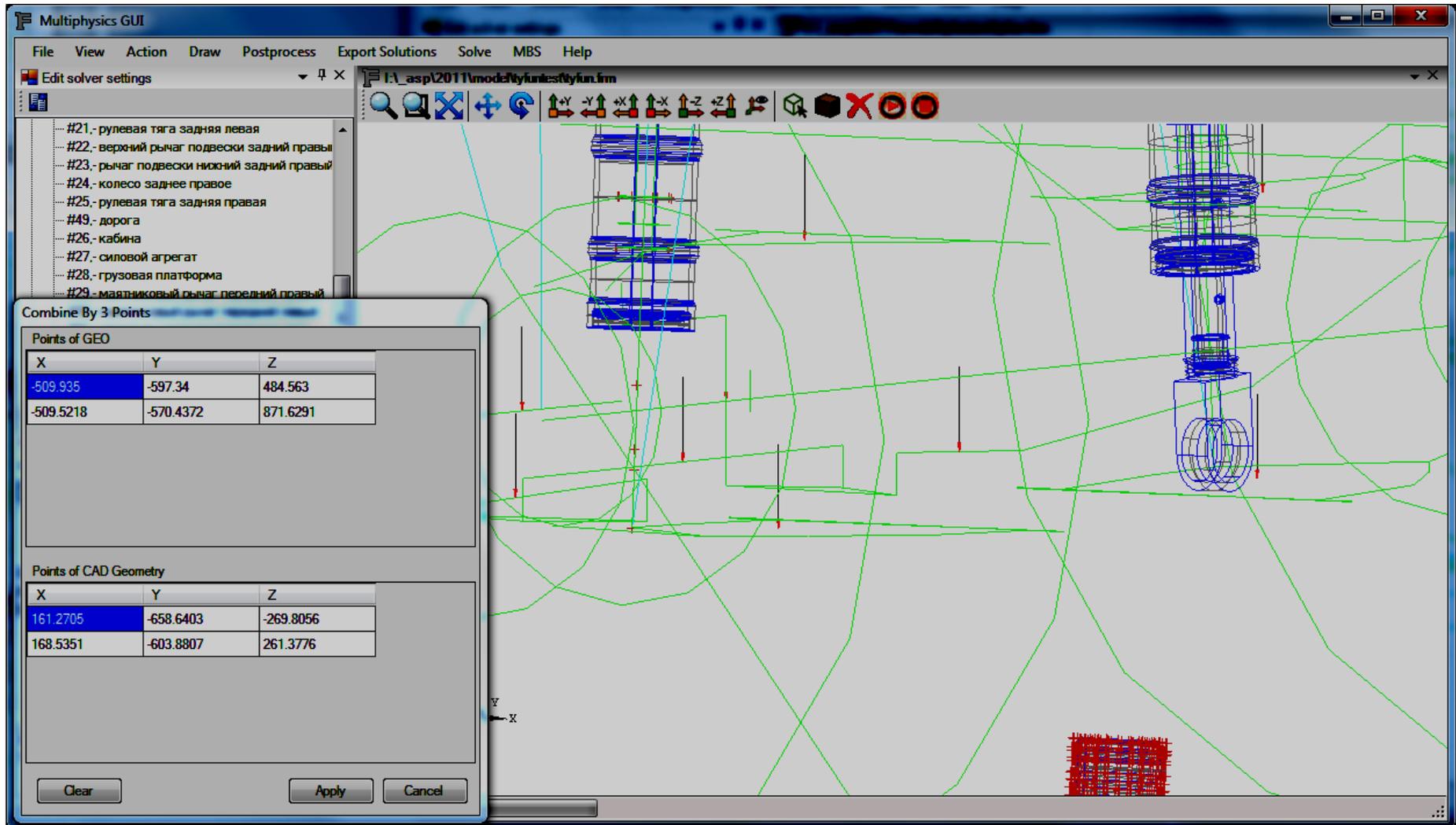
Модель без поршня в левом амортизаторе



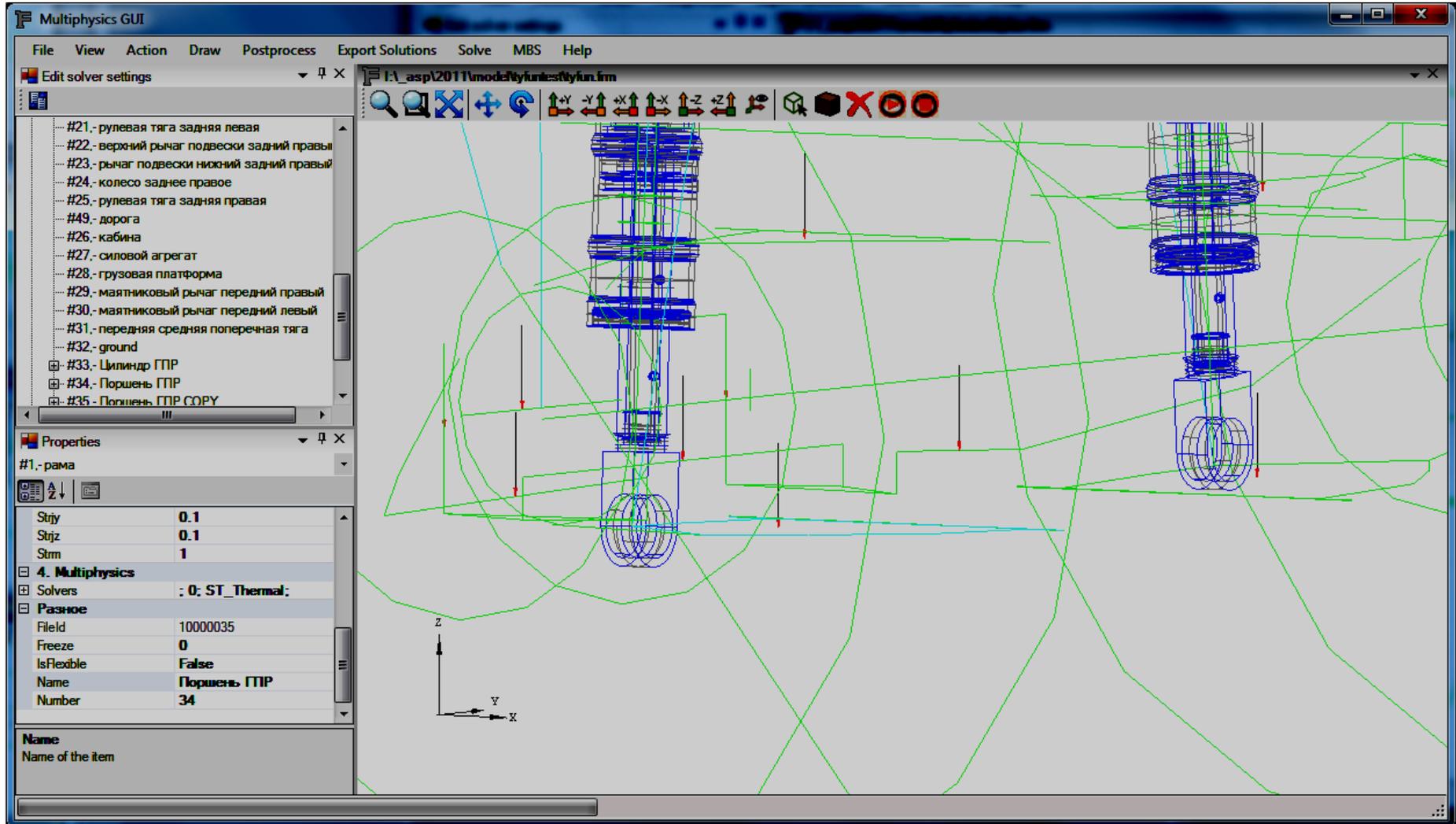
Совмещение детали с САД-геометрией



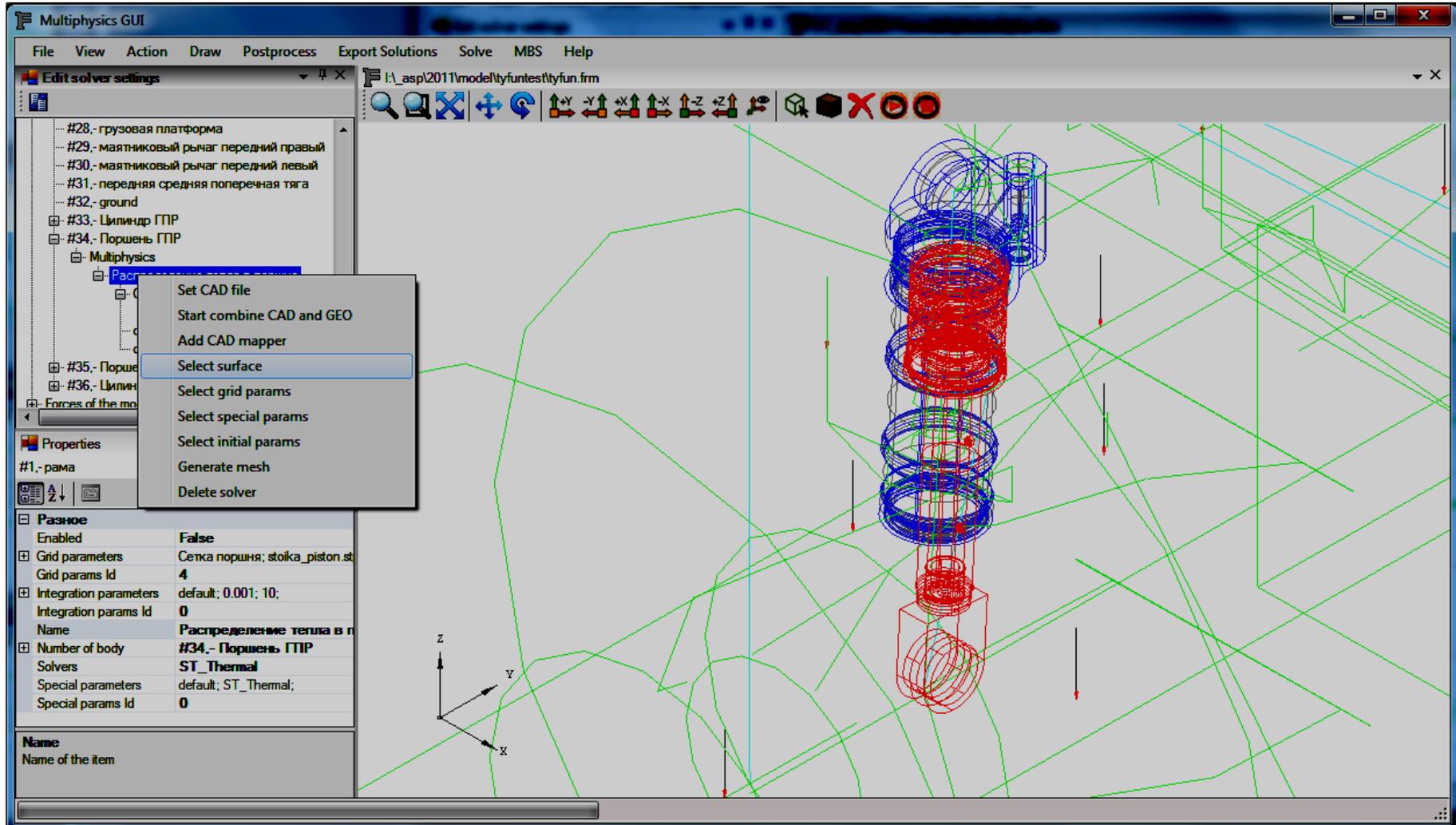
Совмещение детали с САД-геометрией



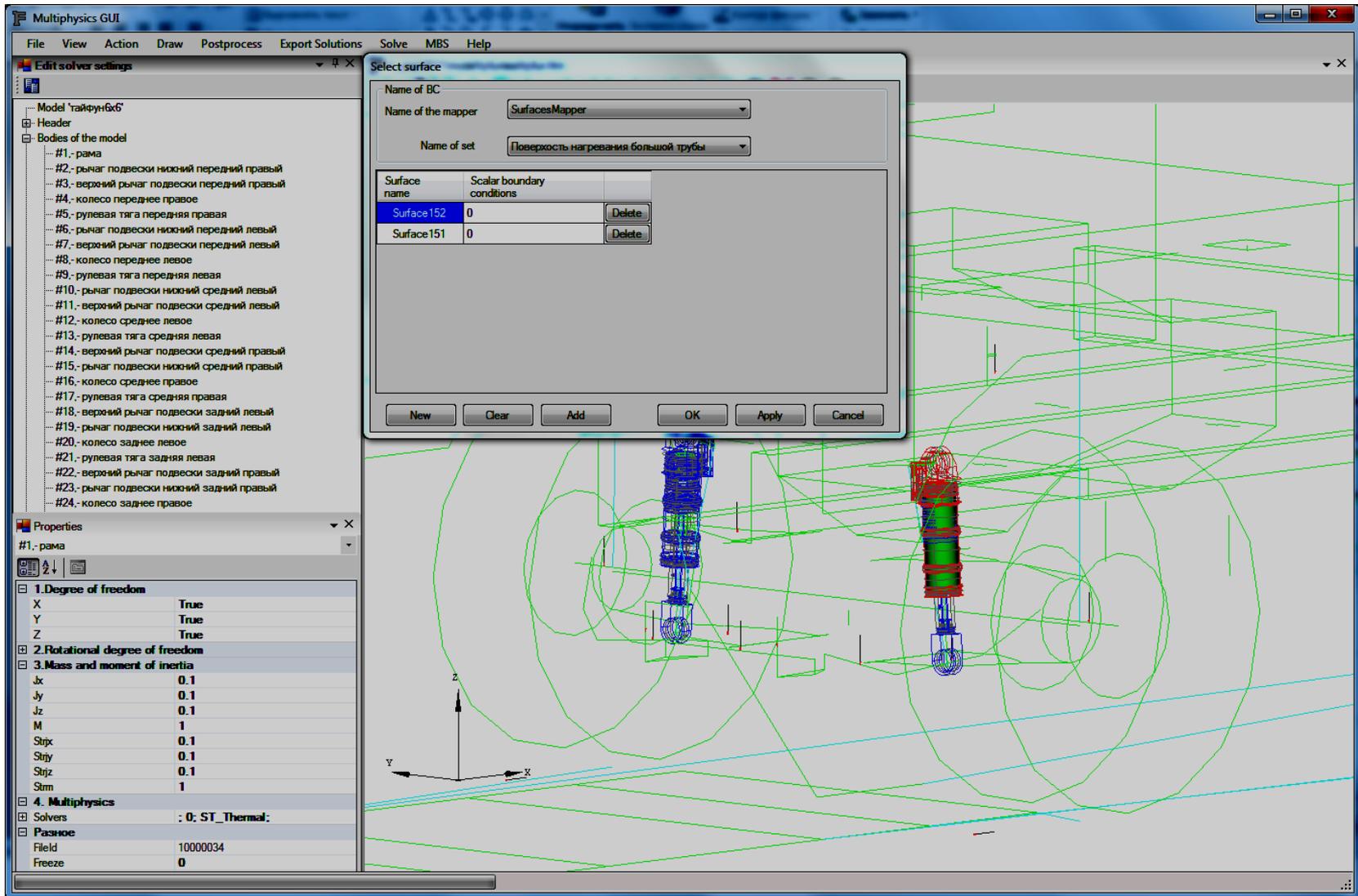
Совмещение детали с САД-геометрией



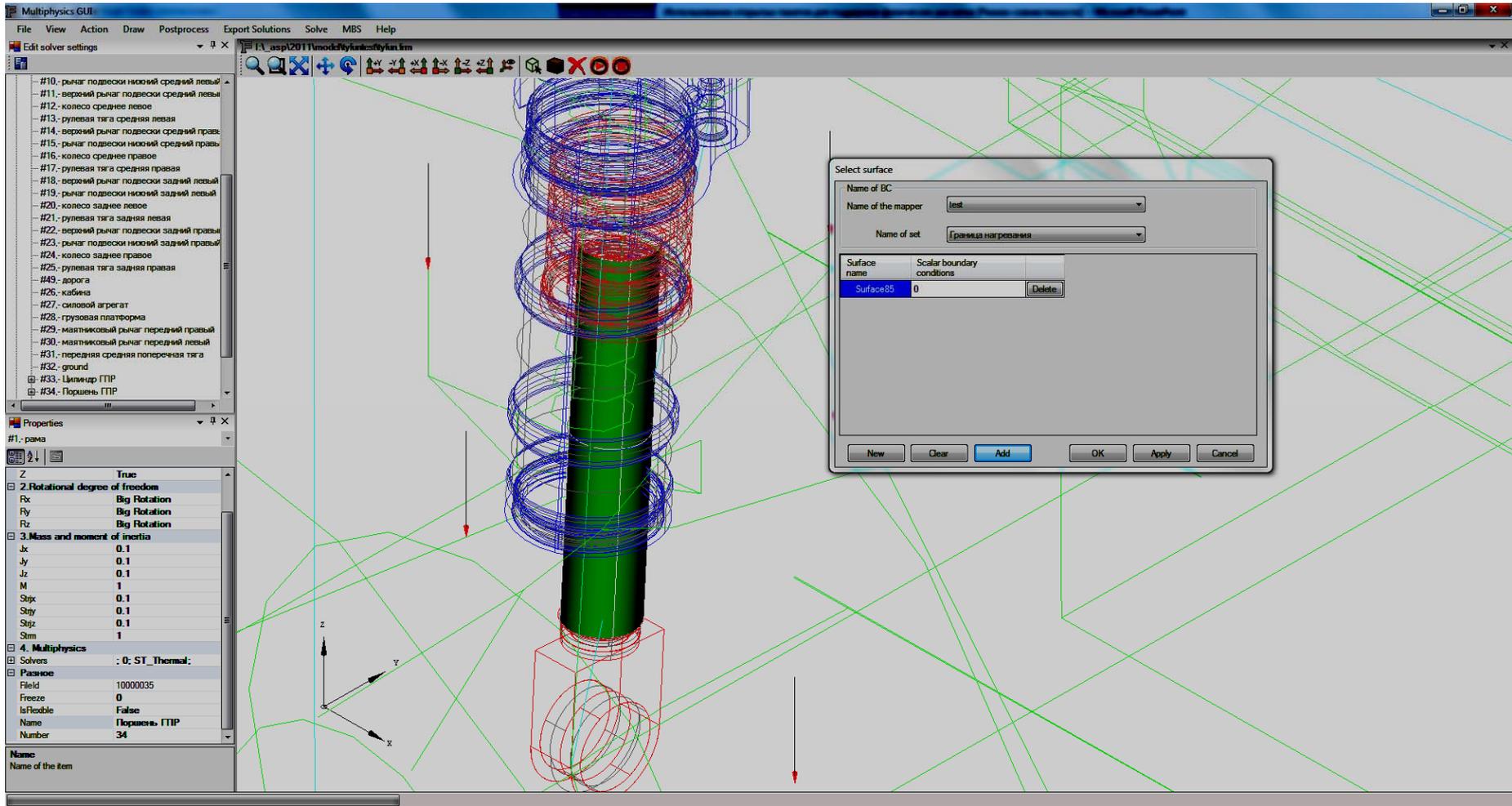
Выбор поверхностей для назначения граничных условий



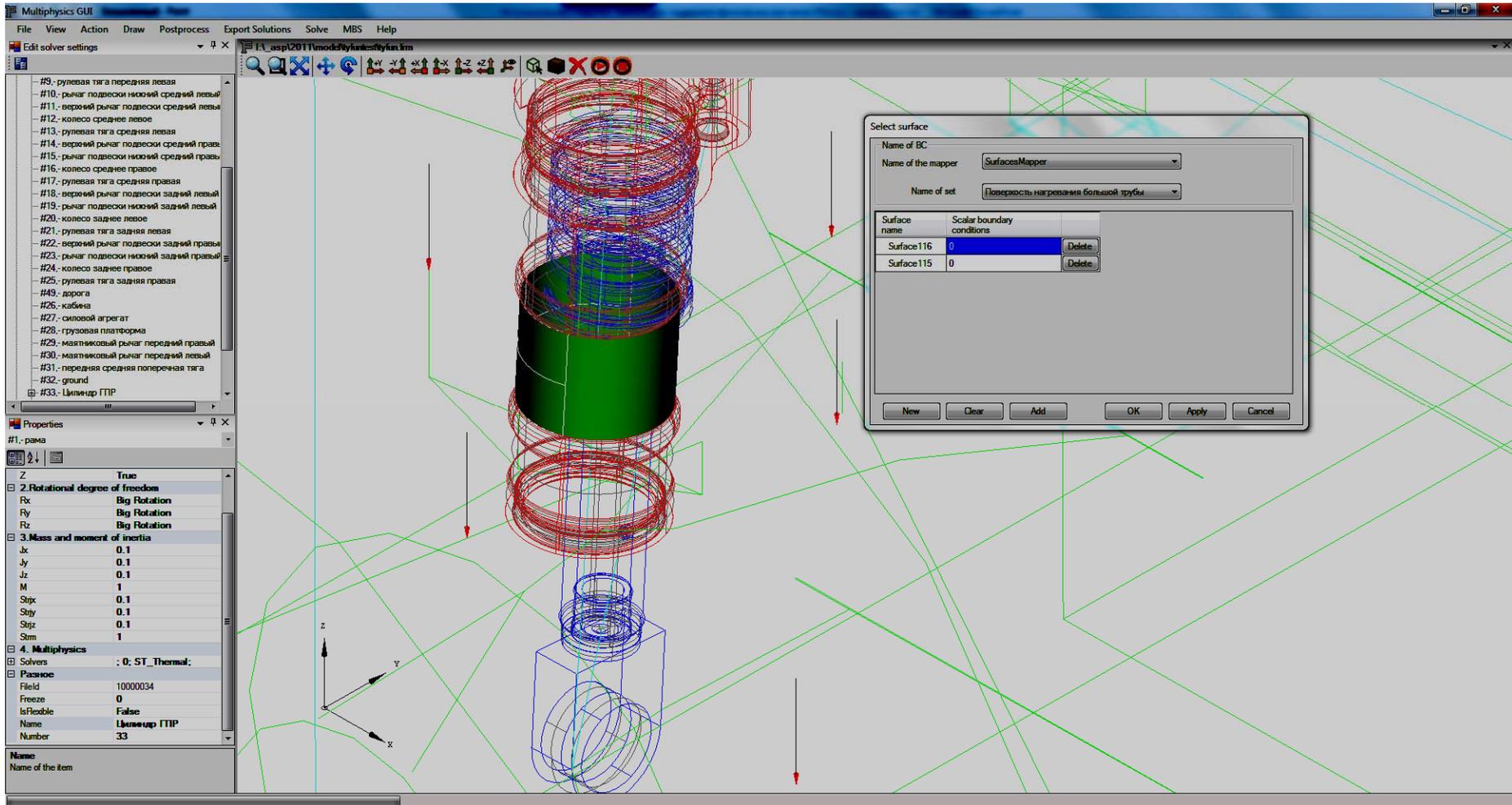
Выбор поверхностей для назначения граничных условий



Выбор поверхностей для назначения граничных условий

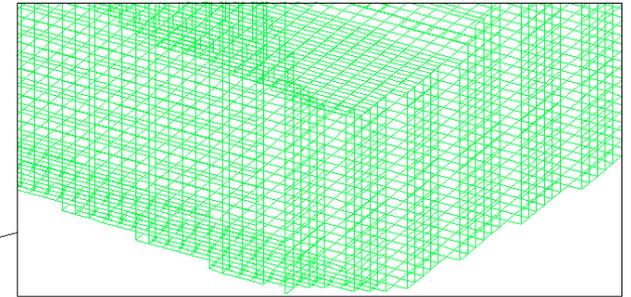
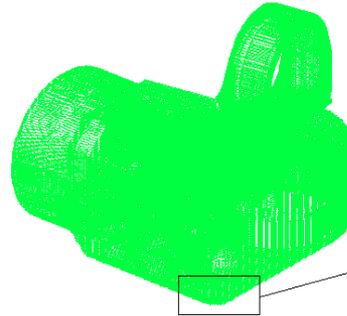
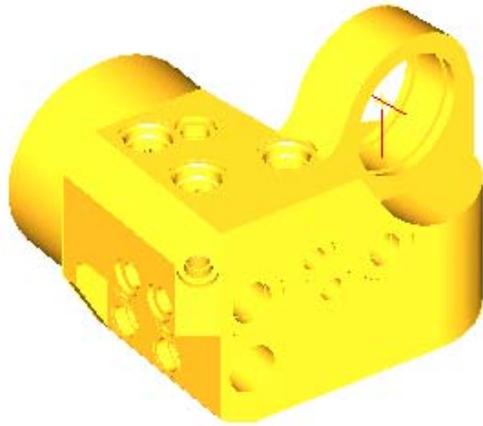


Выбор поверхностей для назначения граничных условий



Построение сетки

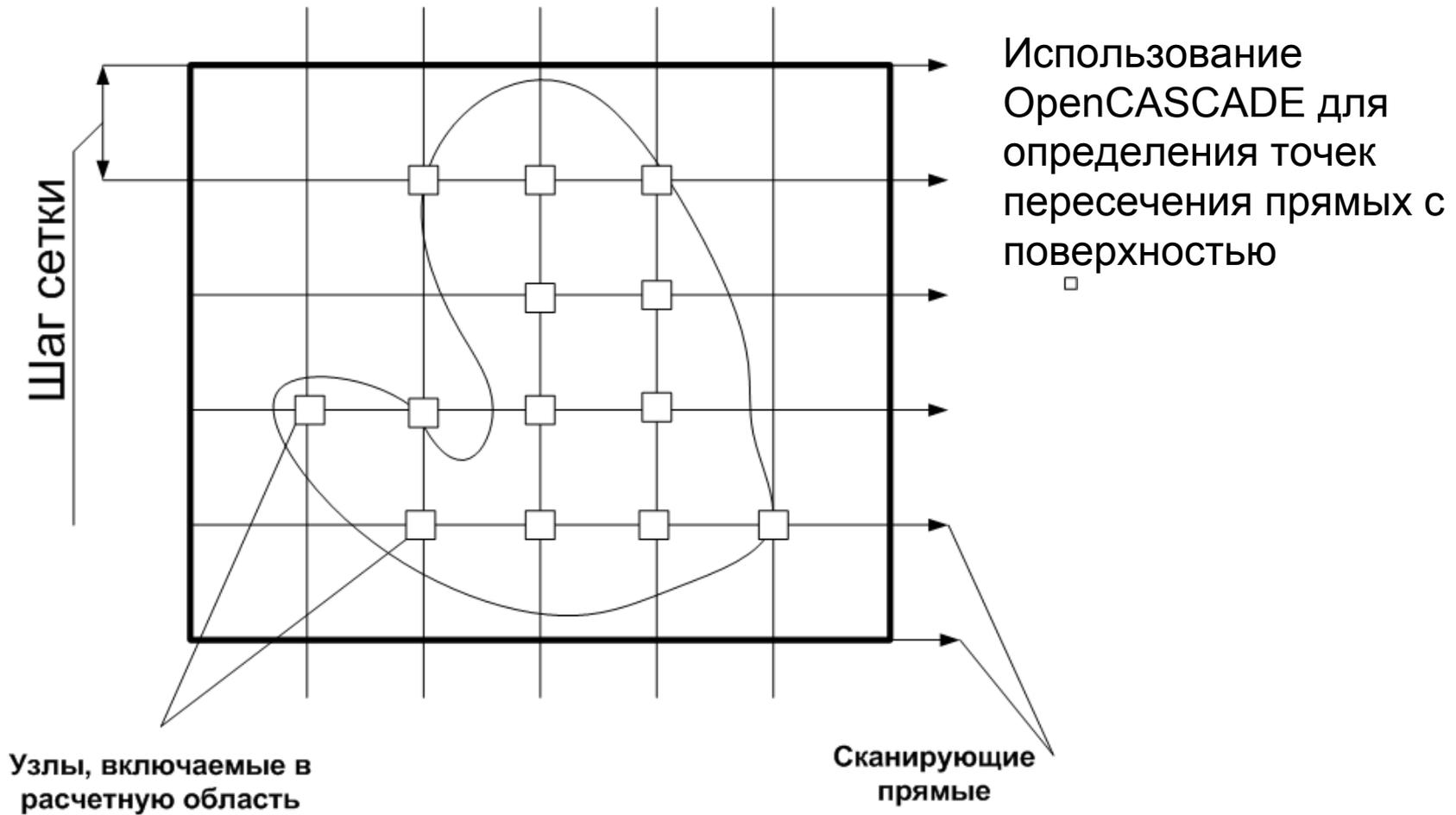
CAD модель



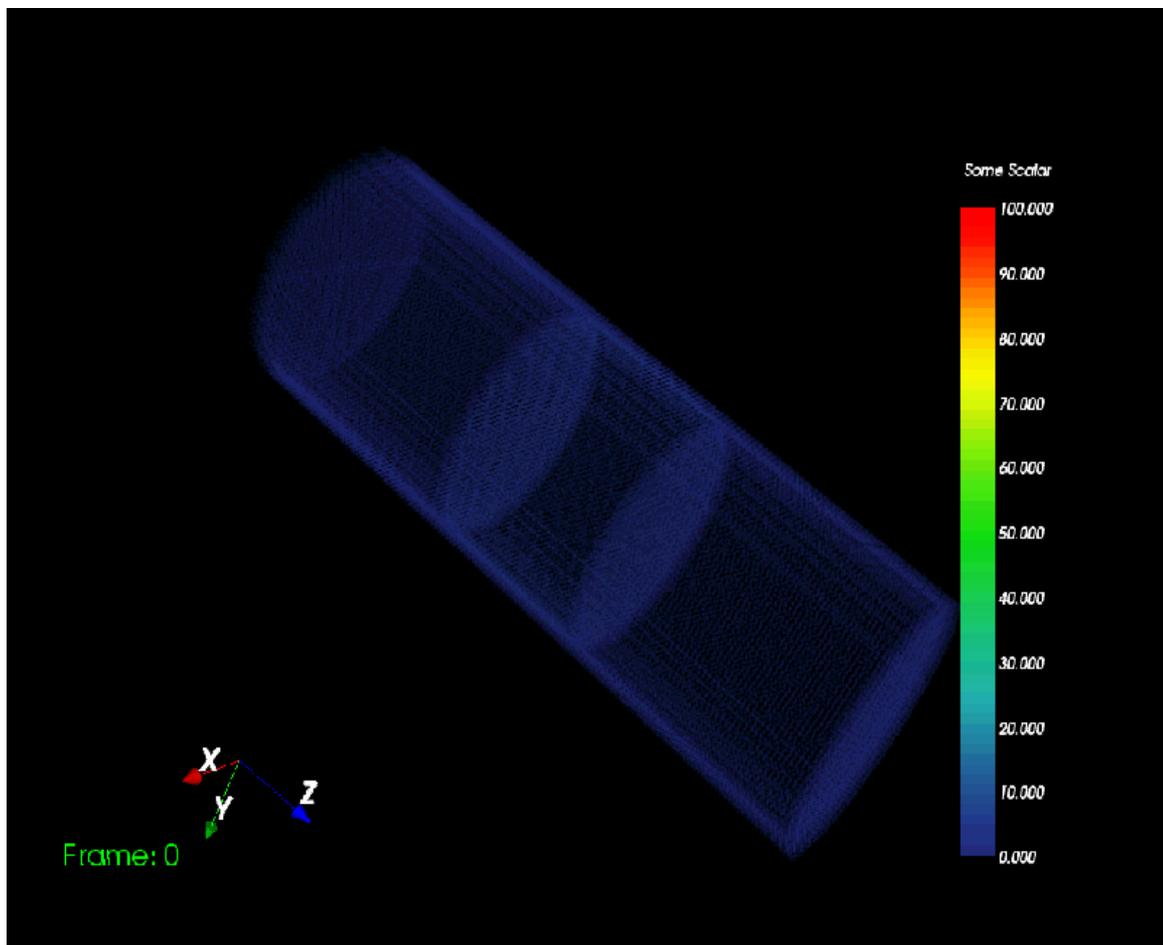
Увеличенная сетка

Использование OpenCascade для импорта CAD геометрии и определения пересечений поверхностей со сканирующей прямой при вокселизации

Построение сетки

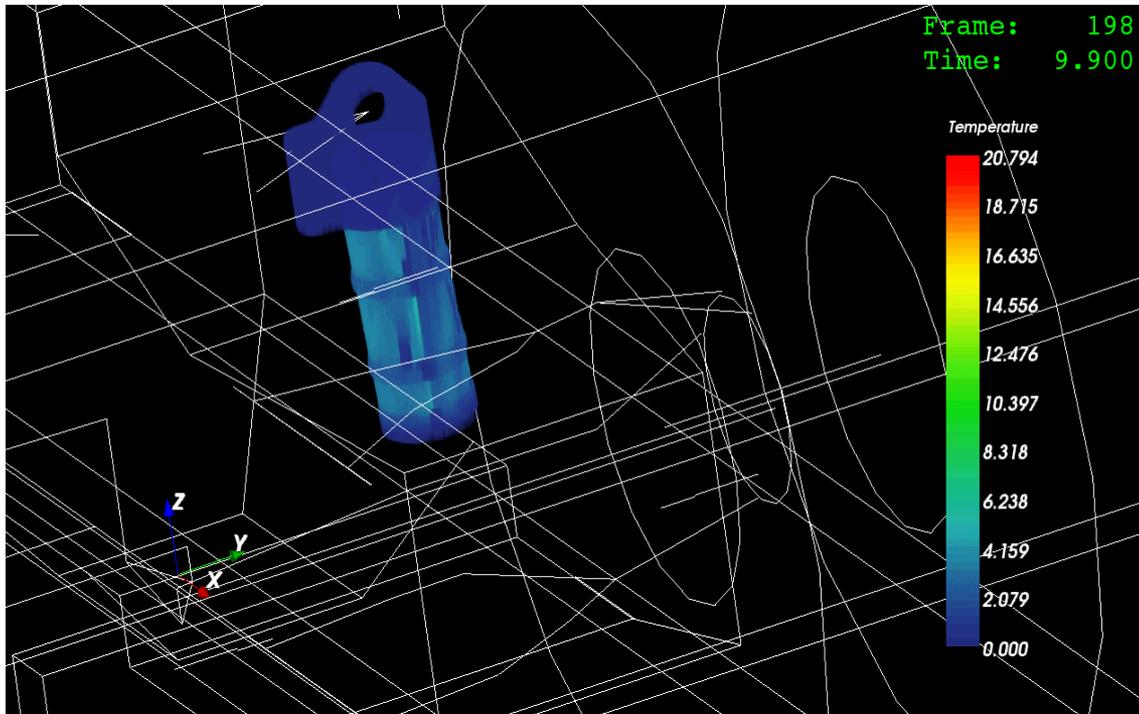


Результат распространения тепла в средней камере ГПР, VTK-постпроцессор



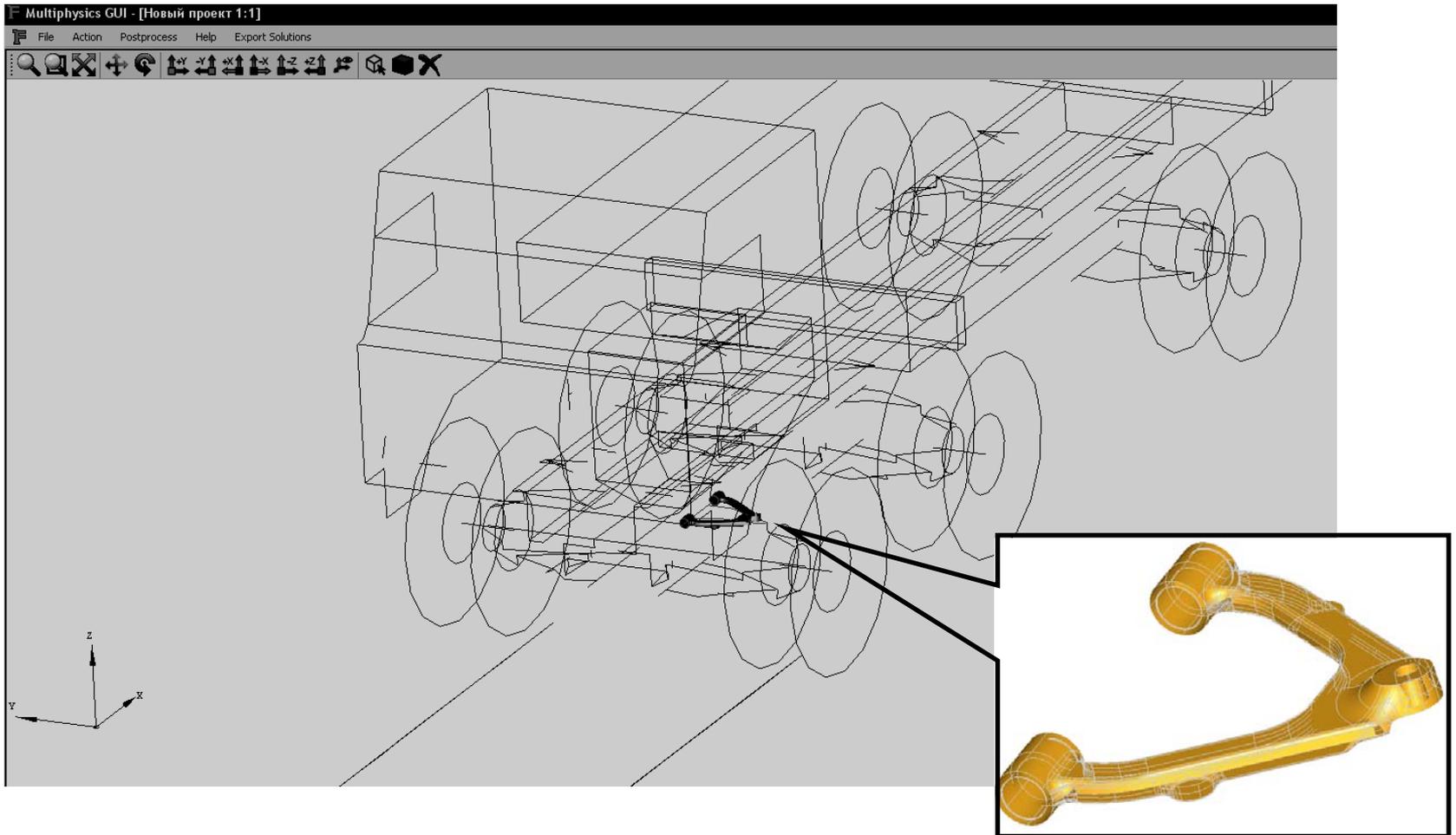
Использование VTK для визуализации расчетной области точками

Результат расчета распространения тепла в ГПР, VTK-постпроцессор

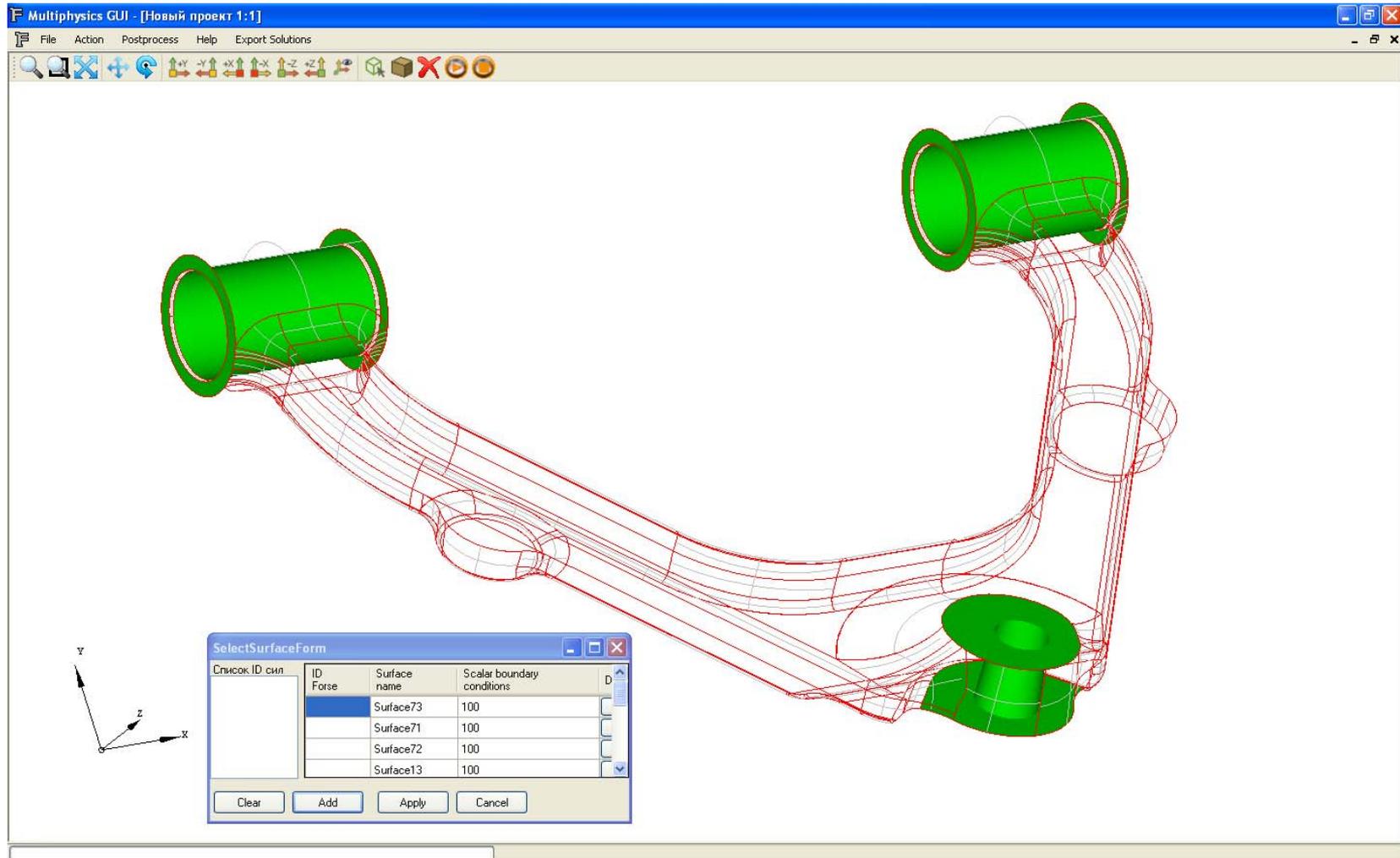


Использование VTK для совмещенной визуализации движения тела и его расчетной Области.

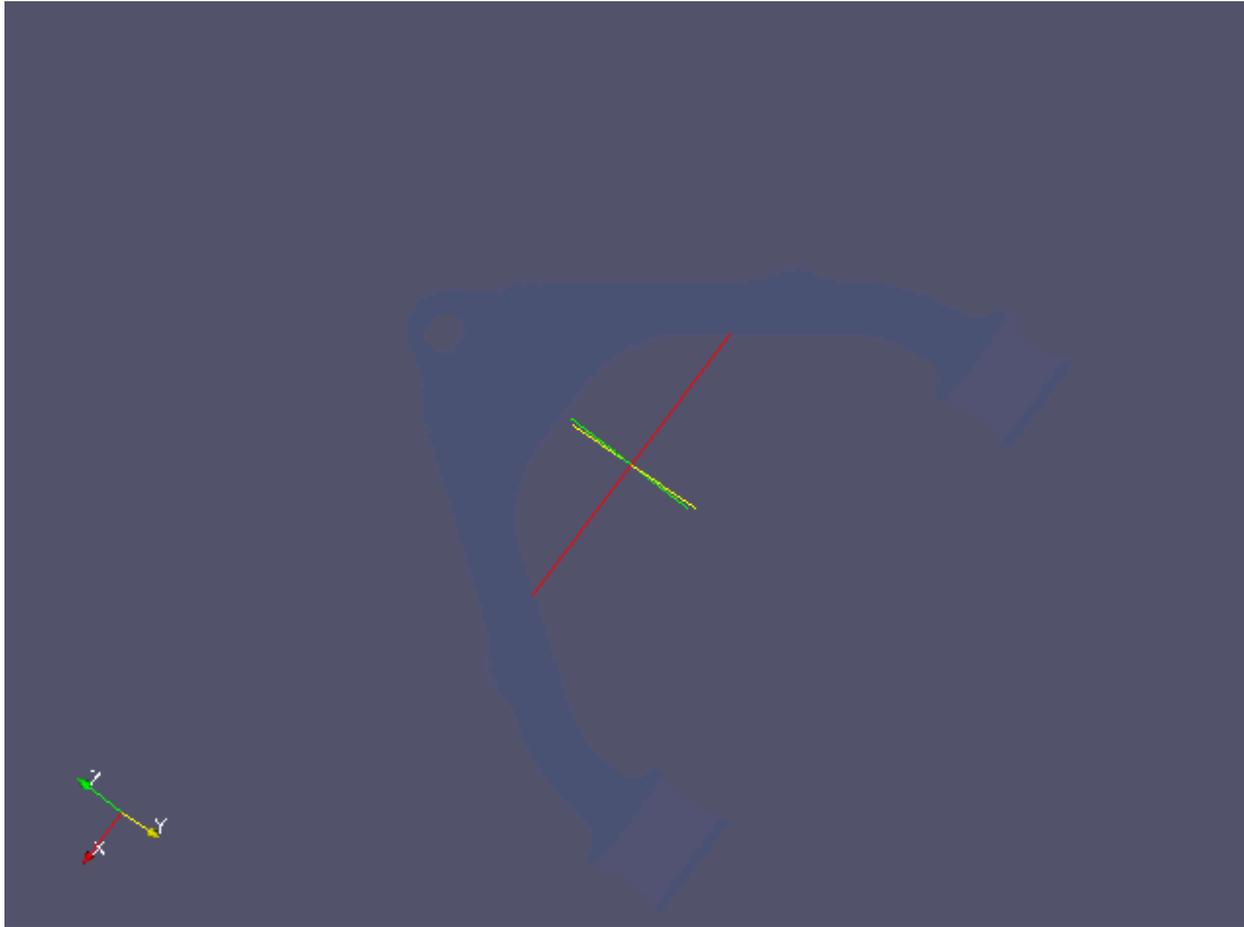
Пример расчета динамических напряжений в рычаге



Пример расчета динамических напряжений в рычаге



Результат расчета, трассировщик лучей ParaView

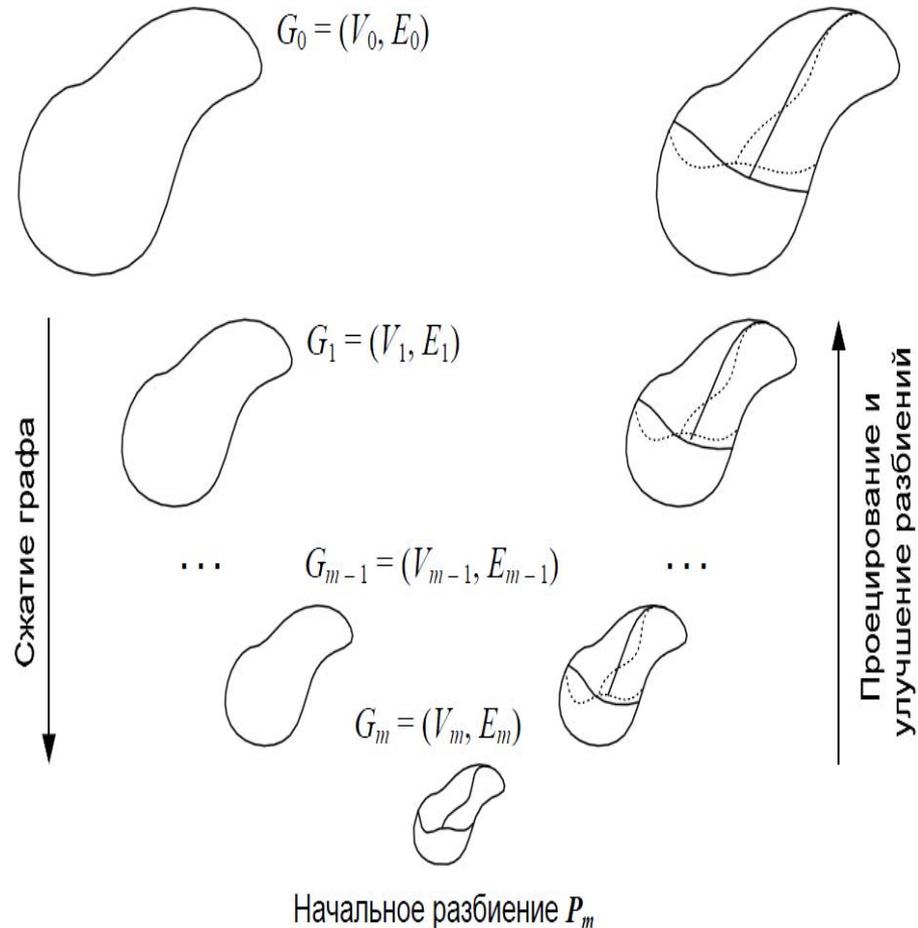


Для визуализации
использован
трассировщик лучей
ParaView с GPU
ускорением на
GeForce GTX9800+
(VolumeRendering)

Открытые библиотеки для декомпозиции

Scotch

- Многоуровневая схема разбиения
- Вложение графа алгоритма в произвольные архитектуры
- Минимизация разбиения по суммарному весу разрезанных ребер



Metis

- Многоуровневая схема разбиения
- Минимизация разбиения по суммарному весу разрезанных ребер
- Минимизация коммуникационных взаимодействий доменов.

Задача декомпозиции расчетных сеток

Сеточные модели представляются в виде неориентированного графа $G=(V,E)$

- Вес вершин определяет вычислительную сложность.
- Вес ребер определяет объем передаваемой информации.

Необходимо определить разбиение G на k непересекающихся подграфов (доменов) при условии:

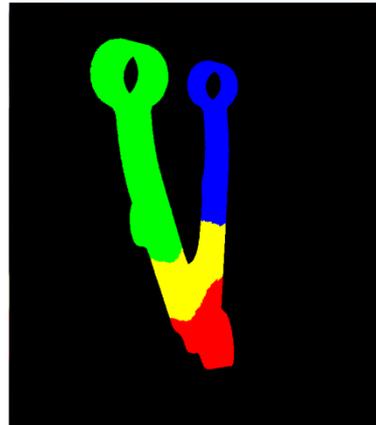
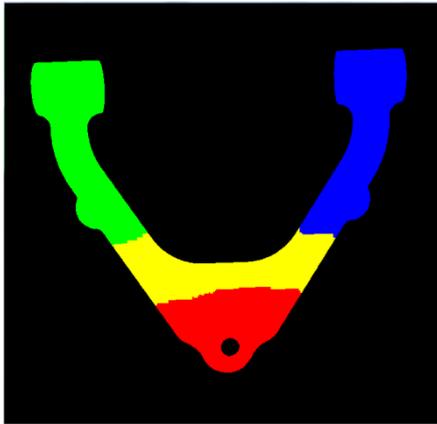
- Равномерного распределения суммарного веса вершин между доменами.
- Минимизации суммарного веса разрезанных ребер.
- Минимизации коммуникационных взаимодействий доменов.
- Обеспечении связности множества внутренних узлов доменов.

Сравнение качества декомпозиции

Модель рычага подвески

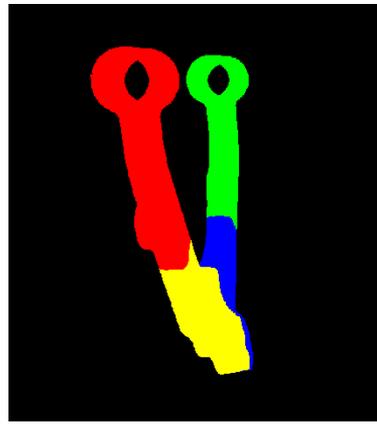
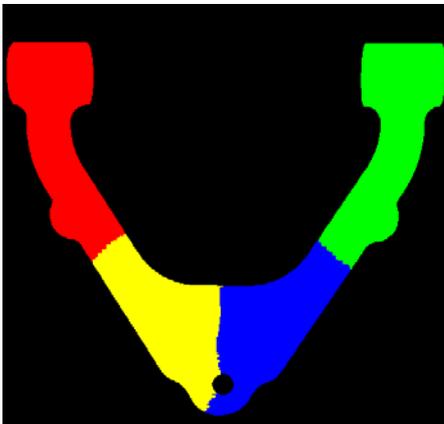
Кол-во частей = 4 Кол-во вершин = 1382283 Кол-во ребер = 4021149

METIS



Вес разрезанных ребер = 12656
Коэф. дисбаланса = 0.011

SCOTCH

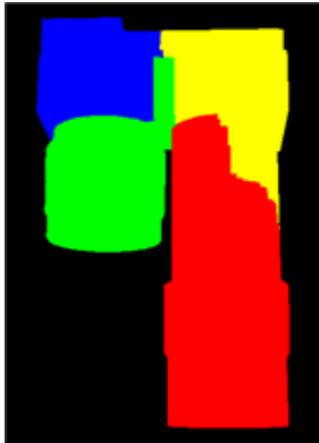


Вес разрезанных ребер = 9983
Коэф. дисбаланса = 0.007

Сравнение качества декомпозиции

Модель корпуса ГПР

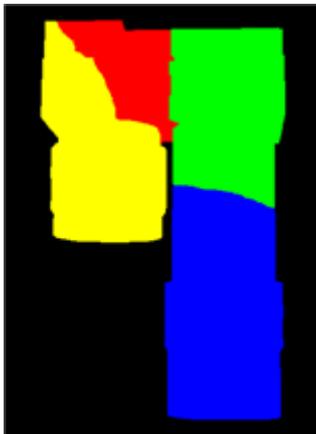
Кол-во частей = 4 Кол-во вершин = 2052815 Кол-во ребер = 5814989



METIS

Вес разрезанных ребер = 21658

Коэф. дисбаланса= 0.011

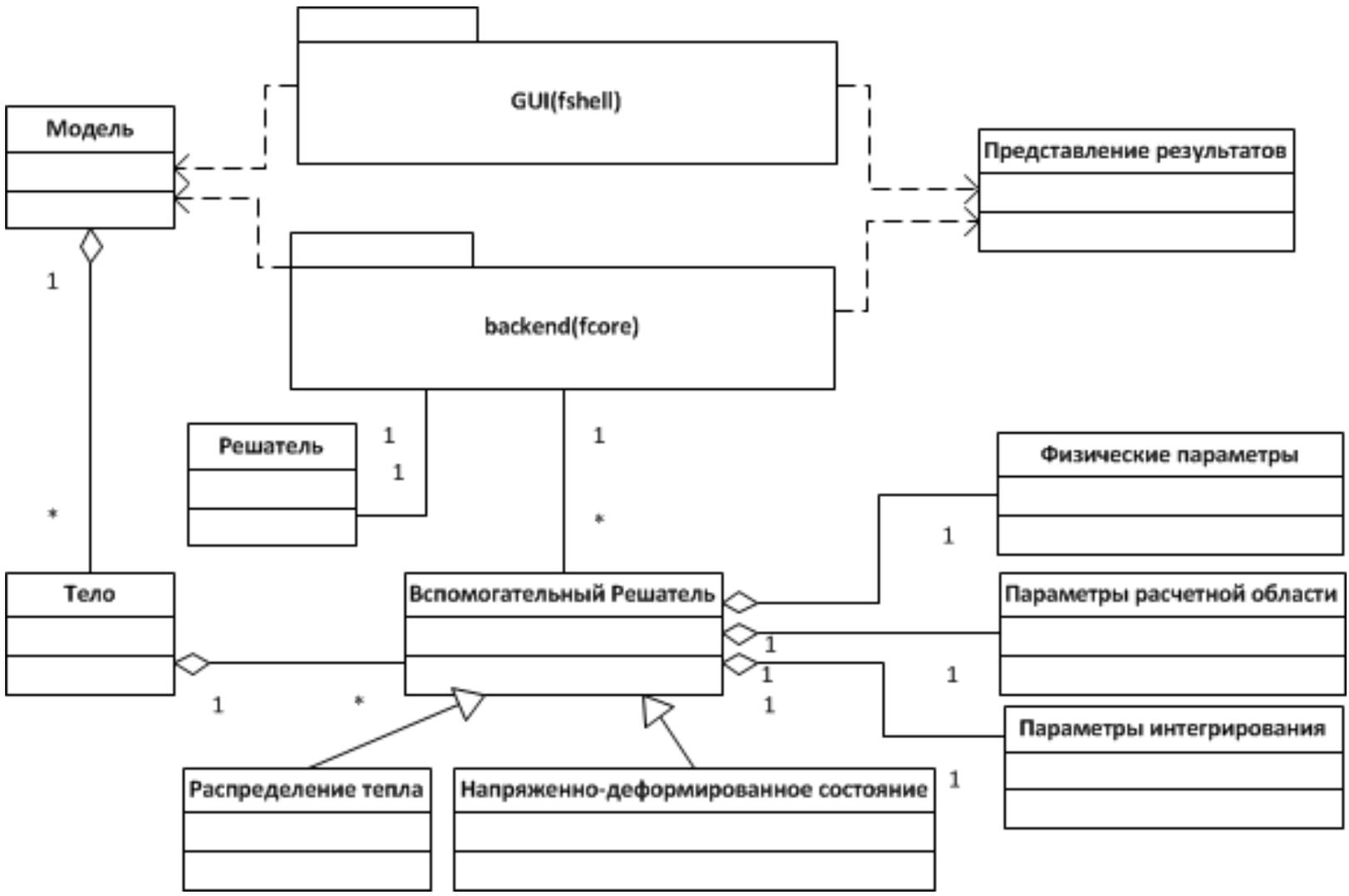


SCOTCH

Вес разрезанных ребер = 17081

Коэф. дисбаланса= 0.009

Логическая структура программного комплекса



Дальнейшие планы развития пакета

- Подключение сторонних решателей (openFOAM)
- Разработка GUI под Linux
- Доработка проекта до возможности свободного использования