

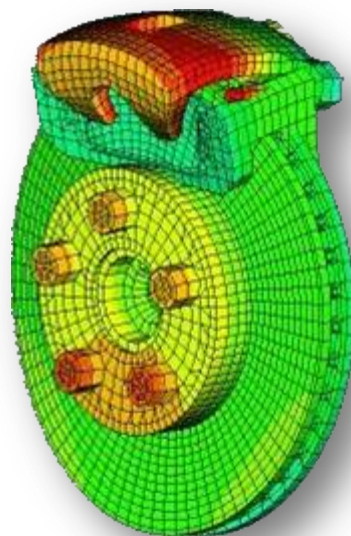
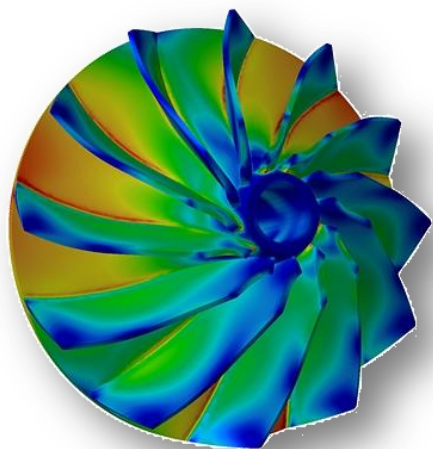
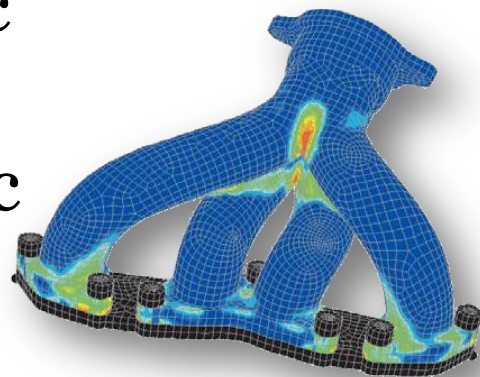
Введение в пакет инженерного проектирования Abaqus



СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ЦЕНТР
Южно-Уральского государственного университета

Abaqus

Abaqus – это программный комплекс мирового уровня в области конечно-элементных прочностных расчетов, с помощью которого можно получать точные и достоверные решения для самых сложных линейных и нелинейных инженерных проблем.



История Abaqus

- С 1978 г.: ABAQUS, Inc.
- С 2005 г.: Dassault Systems.
- Интеграция Abaqus в продукцию компании Dassault Systems: проект SIMULIA.

Конечно-элементный прочностной код **Abaqus** - это универсальная программа общего назначения, предназначенная для проведения многоцелевого инженерного многодисциплинарного прочностного анализа поведения сложных конструкций.

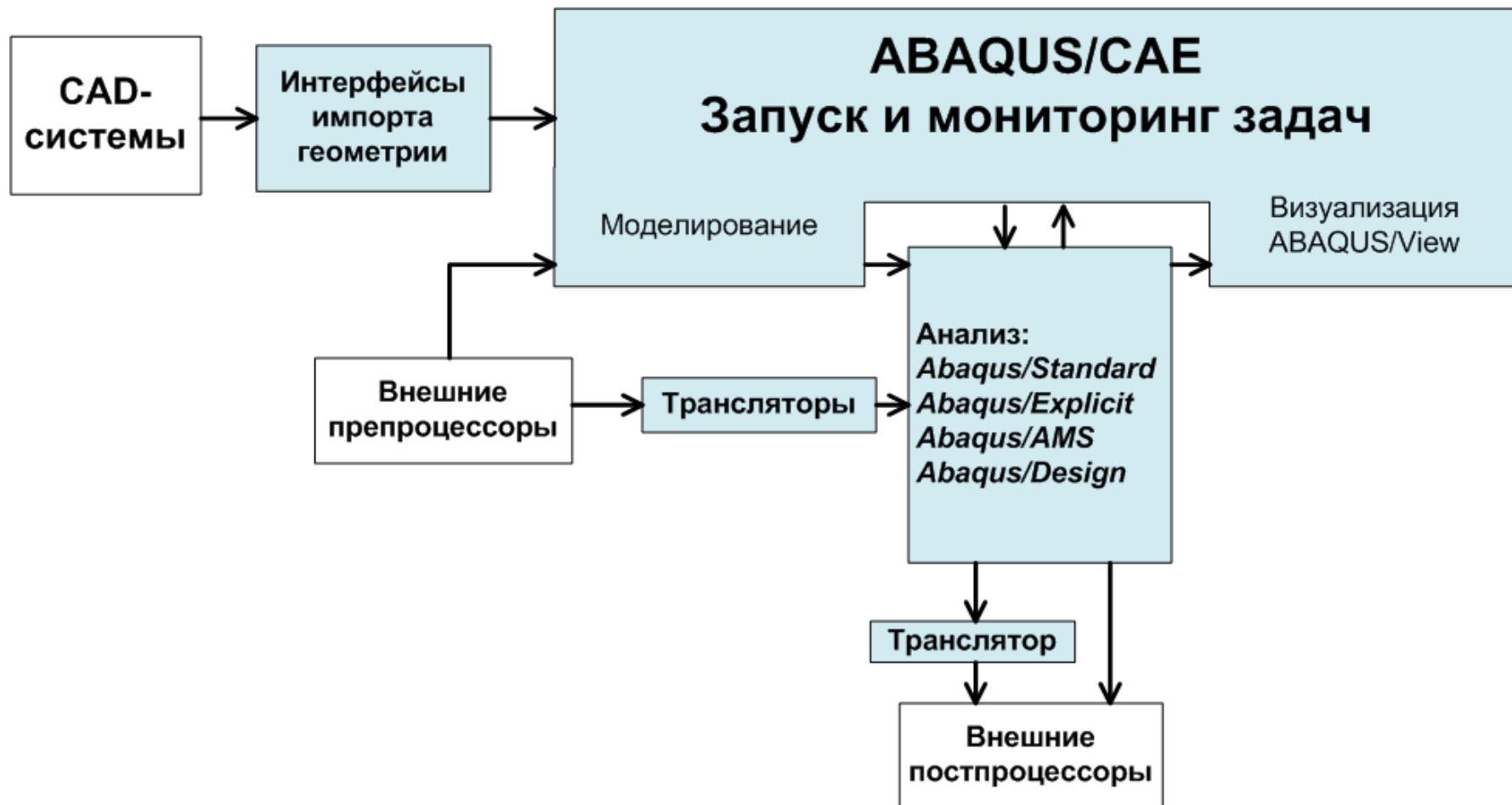
Сферы применения Abaqus

- **Производство энергии** (ABB, AEA Technology, SIEMENS, EPRI, Атомэнергопроект);
- **Автомобилестроение** (BMW, FORD, General Motors, Mercedes, Toyota, Volvo, Goodyear);
- **Авиастроение/Оборона** (General Dynamics, Lockheed Martin, US Navy, Boeing);
- **Электроника** (Intel, Hewlett-Packard, Motorola, IBM, Digital);
- **Металлургия** (British Steel, DuPont, Новокраматорский машиностроительный завод);
- **Нефтедобыча и переработка** (Exxon/Mobil, Shell, Dow);
- **Производство товаров народного потребления** (3M, Kodak, Gillette);
- **Общая механика и геомеханика** (GeoConsult, ISMES, Подземгазпром, ВНИИГ им.Веденеева).

Модульная структура Abaqus

- Abaqus разработан по модульному принципу.
- Основные модули:
 - решатели (солверы) Abaqus/Standard и Abaqus/Explicit,
 - пре-пост-процессора Abaqus/CAE
- Дополнительные модули, учитывающие особенности специфических проблем (Abaqus/Aqua, Abaqus/Design, FE-Safe).
- Возможность связи со сторонними программными продуктами для решения мультифизических задач.

Архитектура системы Abaqus

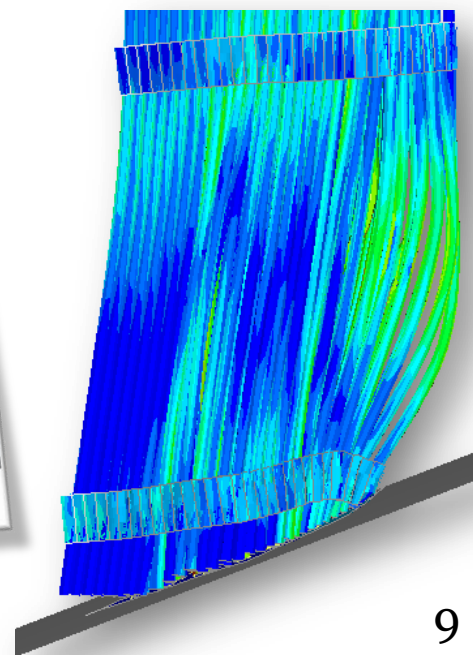
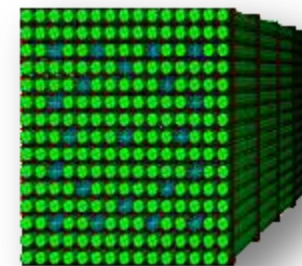
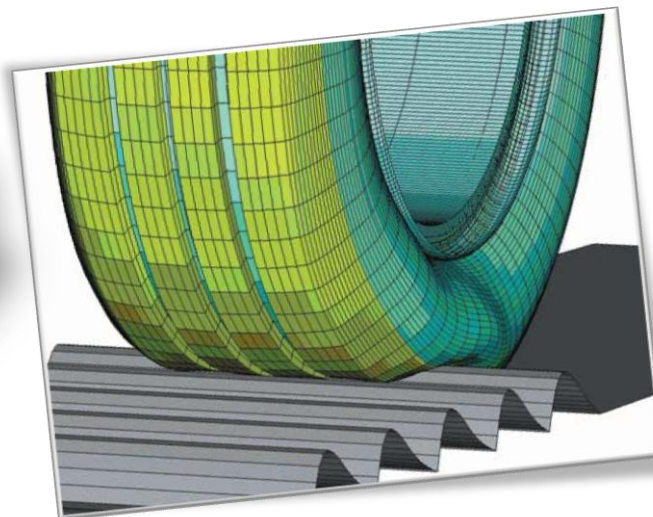


Abaqus/Standard

- Abaqus/Standard предназначен для решения традиционных задач конечноэлементного анализа, таких как, статика, динамика, теплопередача в совокупности с контактными взаимодействиями и нелинейными свойствами материалов, основан на неявной схеме интегрирования.
- Abaqus/Standard позволяет использовать различные методы анализа статике и динамики конструкций во временной и частотной области.

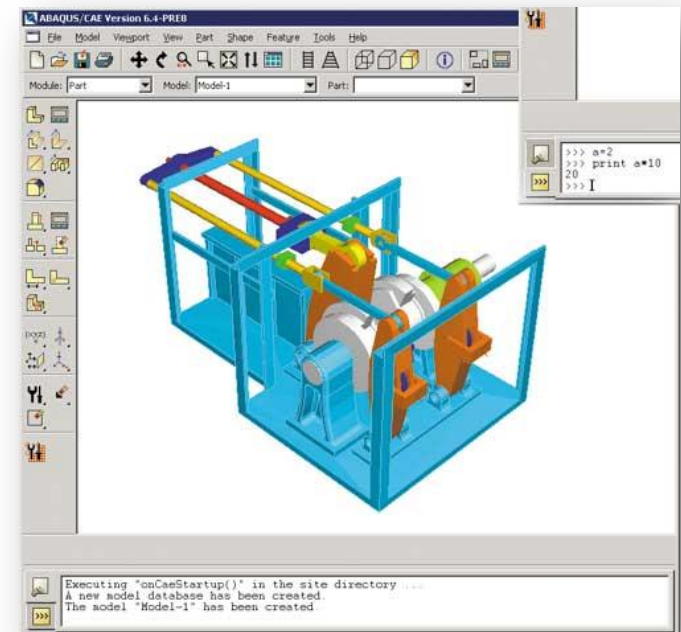
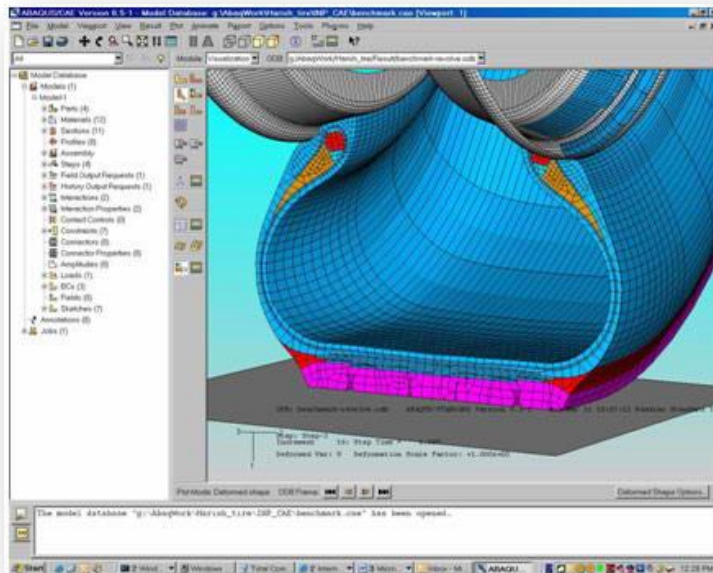
Abaqus/Explicit

- Abaqus/Explicit – решатель для сильно нелинейных переходных быстротекущих динамических процессов, использующий явную схему интегрирования метода конечных элементов.



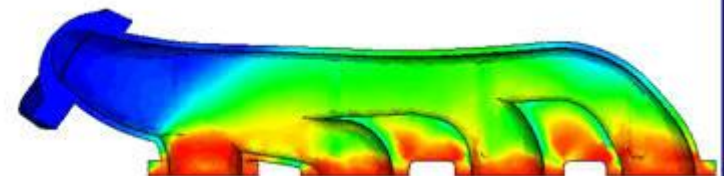
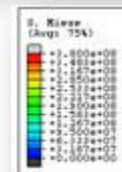
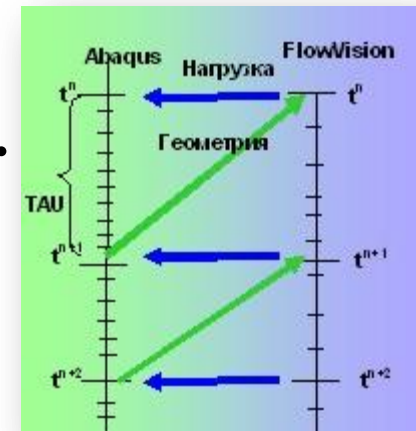
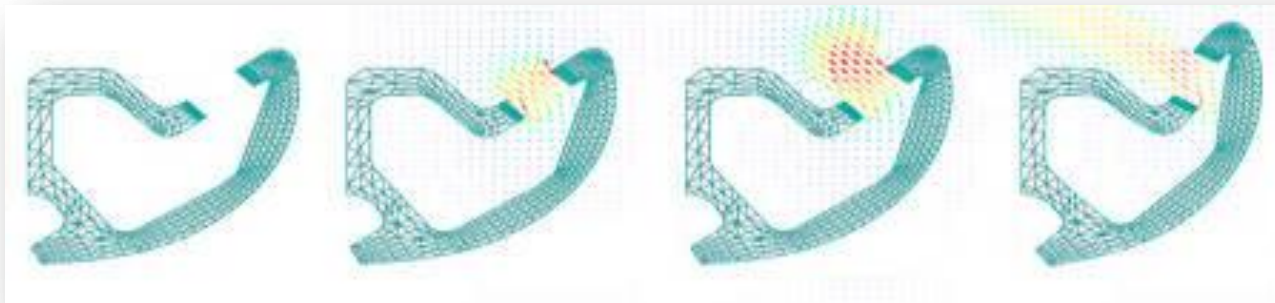
Abaqus/CAE

- Abaqus/CAE – графическая оболочка для моделирования, управления и мониторинга задач, а также для визуализации результатов расчета в Abaqus.



Связь со сторонними САЕ-пакетами

- ADAMS (кинематика и динамика узлов и механизмов);
- SYSNOISE (акустика и виброакустика);
- Moldflow (литье пластмасс);
- FlowVision (аэро- и гидродинамика).



Решение задач инженерного проектирования в программном комплексе Abaqus

Решение задачи в ABAQUS

Препроцессинг
(Abaqus/CAE)

job.inp

Моделирование
(Abaqus/Standart или
Abaqus/Explicit)

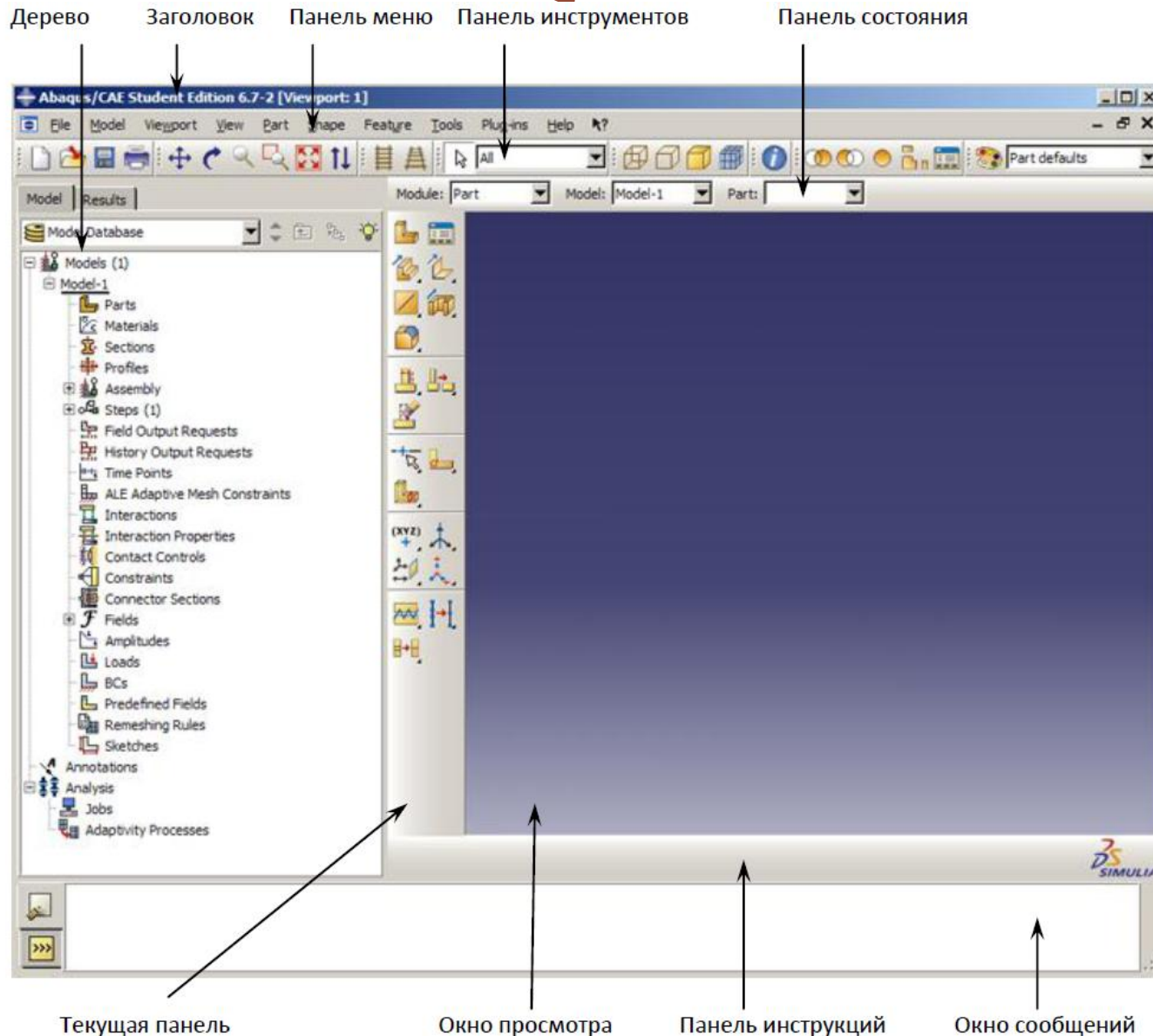
*.odb,
*.dat, *.res

Постпроцессинг
(Abaqus/CAE)

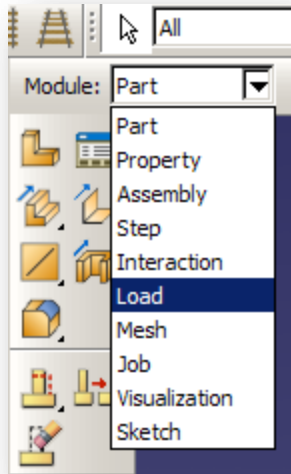
Модель задачи Abaqus

- Модель задачи Abaqus состоит из нескольких различных компонентов, которые совместно описывают различные аспекты физической проблемы, которую необходимо проанализировать.
- Модель состоит, как минимум, из следующих КОМПОНЕНТОВ:
 - Дискретная геометрия анализируемой области
 - Информация о материалах
 - Нагрузки и граничные условия
 - Тип анализа
 - Описание желаемых результатов

Главное окно АВАQUS/САЕ

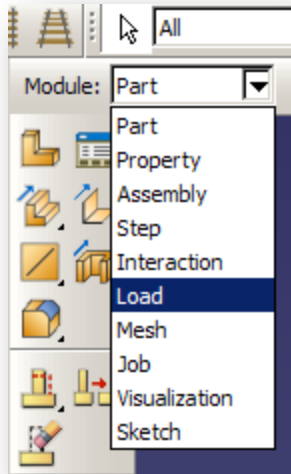


Модули ABAQUS



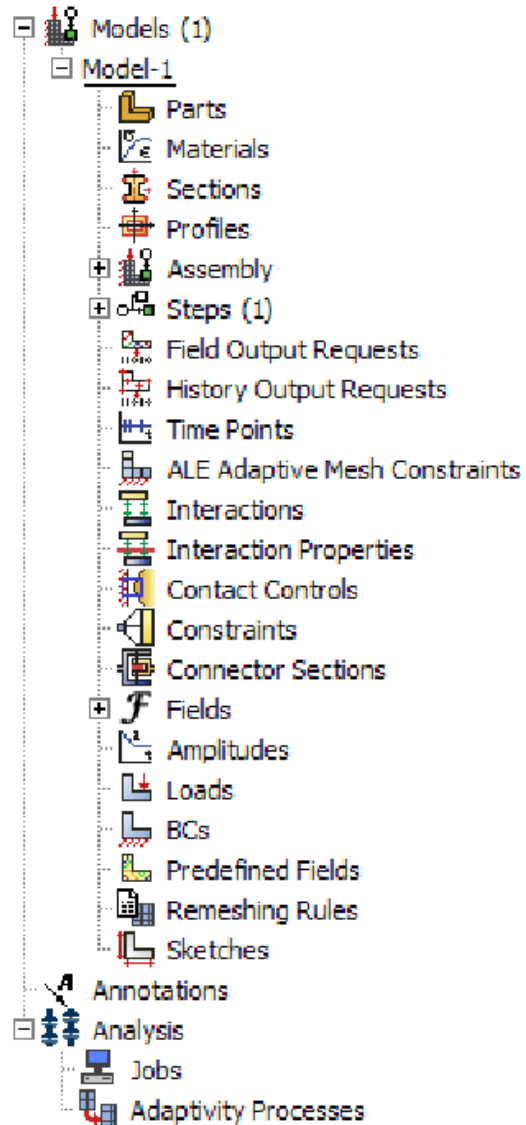
- **PART** – создание деталей, задание геометрии, опорных точек и систем координат;
- **PROPERTY** – определение материалов и сечений, применяемых в модели, задание физических характеристик;
- **ASSEMBLY** – задание взаимного расположения деталей и сборки их в единую модель;
- **STEP** – создание шагов расчета и определение выходных данных по результатам;
- **INTERACTION** – определение взаимодействий между деталями, контактных участков и их свойств;

Модули ABAQUS (продолжение)

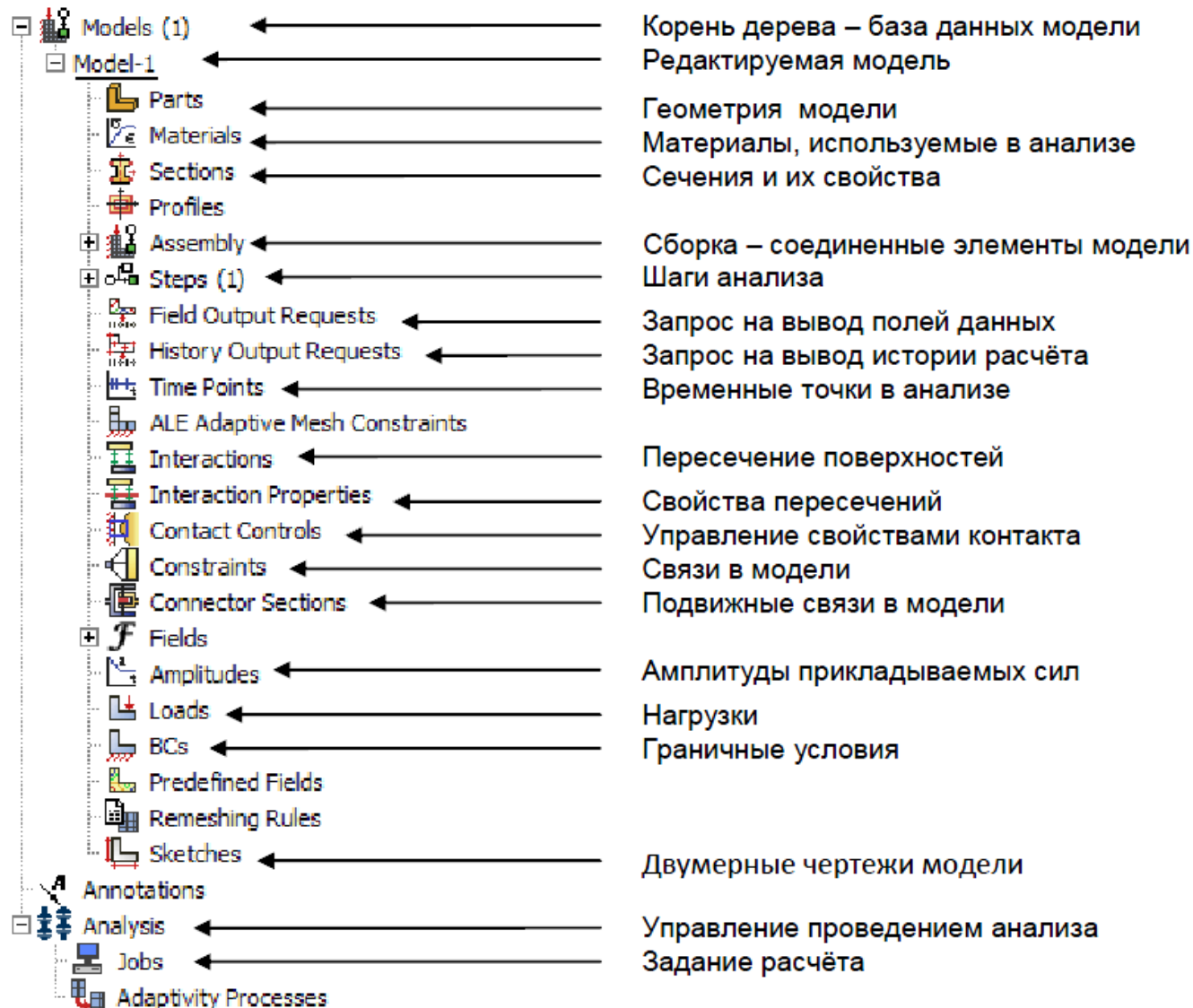


- **LOAD** – создание нагрузок, прикладываемых к модели, а также начальных и граничных условий для нее;
- **MESH** – построение сетки, фактически, в нем происходит преобразование геометрической модели в конечно-элементную;
- **JOB** – создание файла выходных данных, проверки построенной модели, запуска вычислительного процесса и контроля над ним;
- **VISUALIZATION** – просмотр результатов расчета и обработки полученных данных;
- **SKETCH** – сохранение эскизов и чертежей полученной модели.

Дерево модели задачи



Дерево модели задачи



Единицы измерения

| Quantity | SI | SI (mm) | US Unit (ft) | US Unit (inch) |
|----------|------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Length | m | mm | ft | in |
| Force | N | N | lbf | lbf |
| Mass | kg | tonne (10^3 kg) | slug | lbf s ² /in |
| Time | s | s | s | s |
| Stress | Pa (N/m ²) | MPa (N/mm ²) | lbf/ft ² | psi (lbf/in ²) |
| Energy | J | mJ (10^{-3} J) | ft lbf | in lbf |
| Density | kg/m ³ | tonne/mm ³ | slug/ft ³ | lbf s ² /in ⁴ |

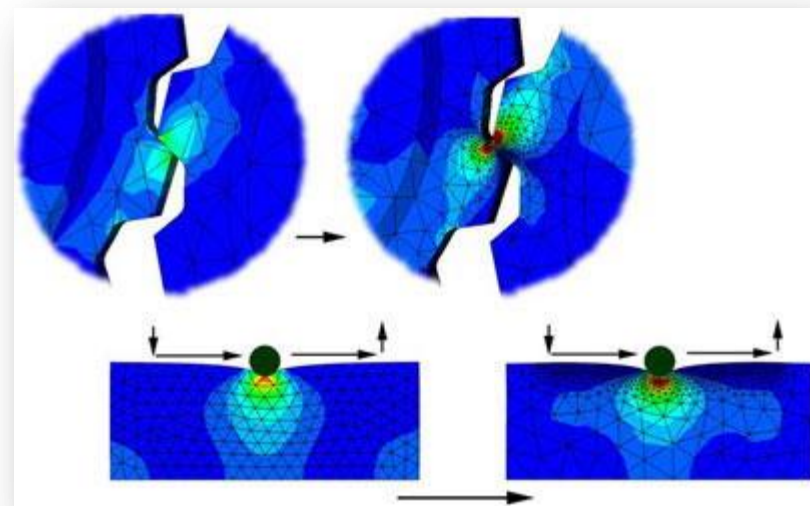
Возможности генерации сеток

- С версии 6.6 Abaqus обеспечивает адаптивное перестроение сетки для детального анализа наиболее важных участков модели

The diagram illustrates the adaptive meshing process in Abaqus. It is divided into four main sections:

- Top Left:** A chart titled "Role of Error Indicators" showing error distribution. It includes sub-charts for "ABAQUS Standard calculations" and "ABAQUS CAE calculations". A table below the chart lists error norms: Global (13%), Max region (21%), and others.
- Top Right:** A screenshot of the "Edit Remeshing Rule" dialog box. The "Method" is set to "Uniform error distribution". Under "Error Indicator Targets", "Fixed targets" is selected with a value of 5%.
- Bottom Left:** A diagram showing a coarse red mesh of a necked specimen. Below it, the text "Определение размеров" (Determination of sizes) is present.
- Bottom Right:** A diagram showing a refined grey mesh of the same specimen, with a much denser mesh in the necked region. Below it, the text "Новая сетка" (New mesh) is present.

Arrows and a plus sign indicate the flow from the error indicators and the dialog box to the mesh refinement process.

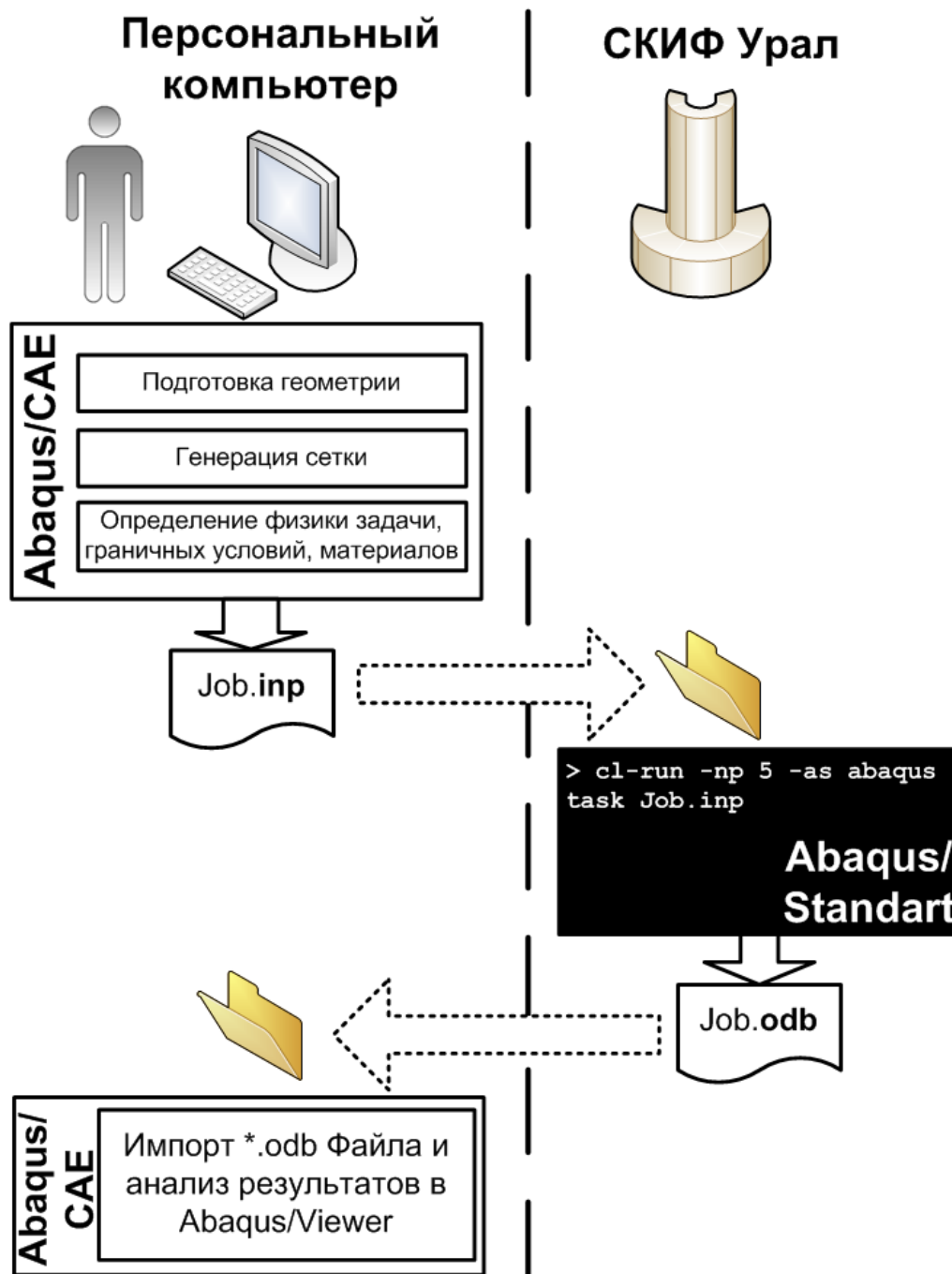


Абакус на СКИФ Урал

- На суперкомпьютере СКИФ Урал установлена академическая полнофункциональная лицензия на программный комплекс Dassault Systemes Abaqus.
- Основные ограничения лицензий:
 - **В каждый момент может выполняться только один расчет**
 - **Количество ядер на расчет: 10**
- Дополнительная информация:

<http://supercomputer.susu.ru/users/soft/psoft/abaqus.html>

Решение задачи на суперкомпьютере СКИФ Урал



Abaqus Student Edition

Существует специальная версия Abaqus для самостоятельного изучения: Abaqus Student Edition:

1. Включает в себя Abaqus/Standard, Abaqus/Explicit, Abaqus/CAE
2. Полная документация.
3. Ограничение: число узлов и число элементов модели – не более 1000.

Данную версию можно получить по адресу:

http://www.thesis.com.ru/software/abaqus/abaqus_sted.php

Abaqus в ЮУрГУ

- Дистрибутив Abaqus, а также заявление на получение лицензии можно получить в 1010.
- Инструкции по установке и настройке системы в ближайшее время появятся на сайте:
<http://supercomputer.susu.ru/users/soft/psoft/abaqus.html>
- Расчеты должны проводиться с использованием ресурсов суперкомпьютера СКИФ-Урал.