

МГТУ им. Н.Э. Баумана
кафедра СМ13 «Ракетно-космические композитные
конструкции»

Методы проектирования МКА



Москва - 2017

• **CAD** (computer-aided design/drafting) — средства автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения, в том числе:

- **CADD** (computer-aided design and drafting) — проектирование и создание чертежей.

- **CAGD** (computer-aided geometric design) — геометрическое моделирование.

• **CAE** (computer-aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

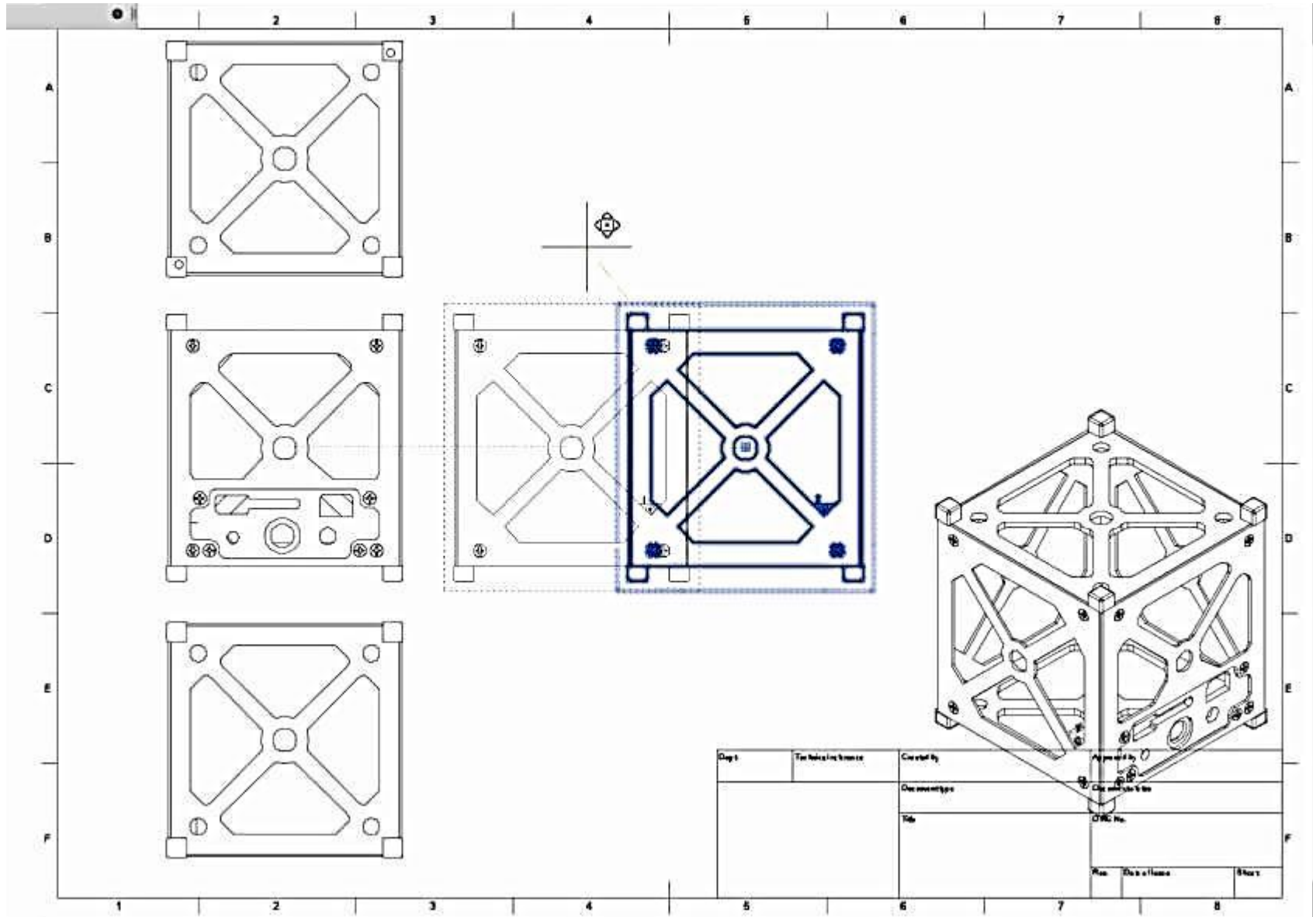
• **CAM** (computer-aided manufacturing) — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (гибких автоматизированных производственных систем).

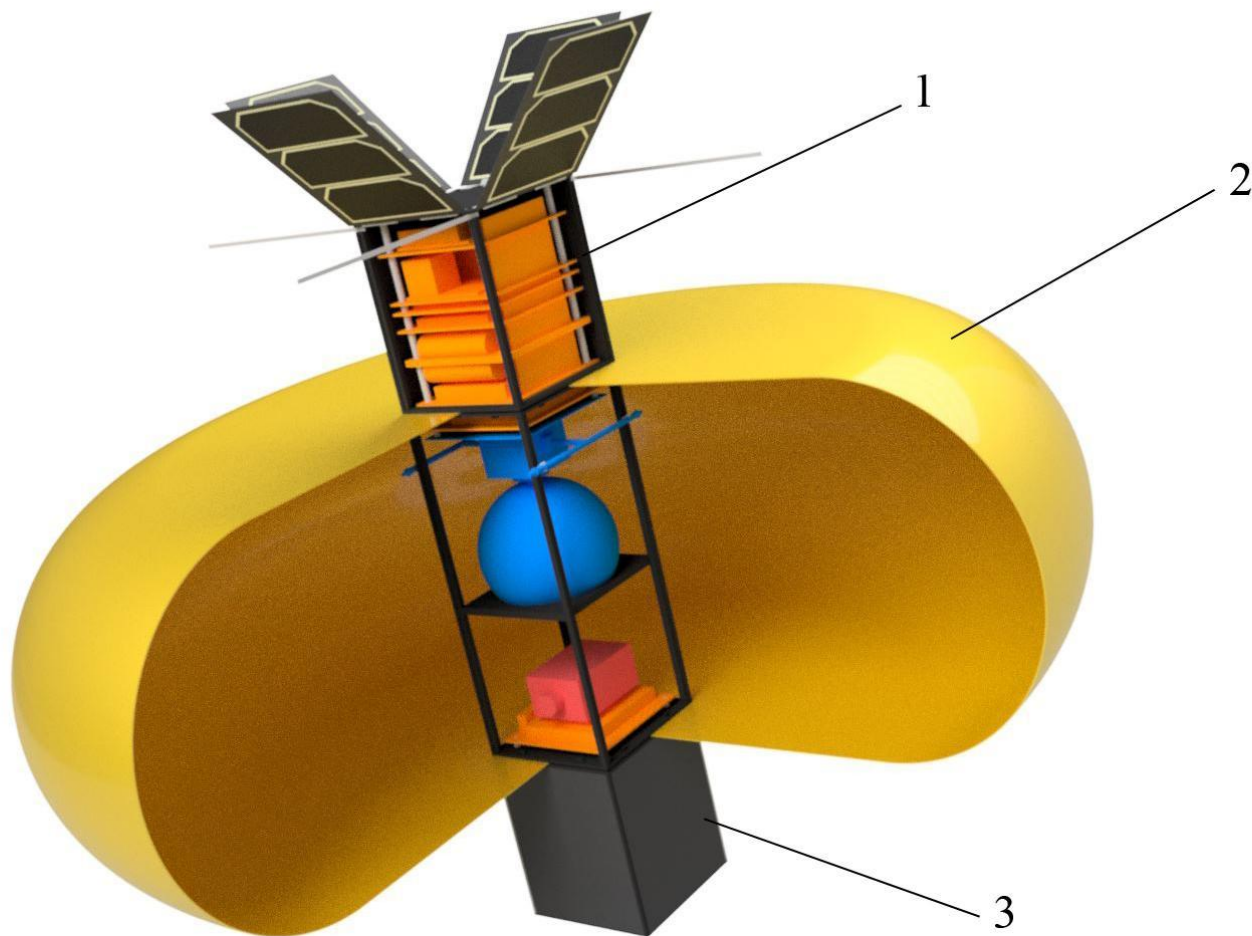
• **CAPP** (computer-aided process planning) — средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем CAD и CAM.

В настоящее время разработаны большое количество программных продуктов для геометрического моделирования технических систем и технологических процессов. К наиболее используемым пакетам относятся:

- AutoCAD (Autodesk Inc., США) – CADD
- Компас (Аскон, Россия) – CADD
- ArchiCAD (Graphisoft, Венгрия) – CADD
- Inventor (Autodesk Inc., США) – CAGD
- SolidWorks (Dassault Systems, Франция) – CAGD
- CATIA (Dassault Systems, Франция) – CAGD
- Unigraphics (Siemens PLM Software, США) – CAGD
- Rhinoceros (Robert McNeel & Associates, США) – CAGD

Выбор соответствующей программы определяется логикой проектных исследований, типом выходных данных, обеспеченностью производства, стоимостью программного обеспечения, субъективными предпочтениями пользователя.

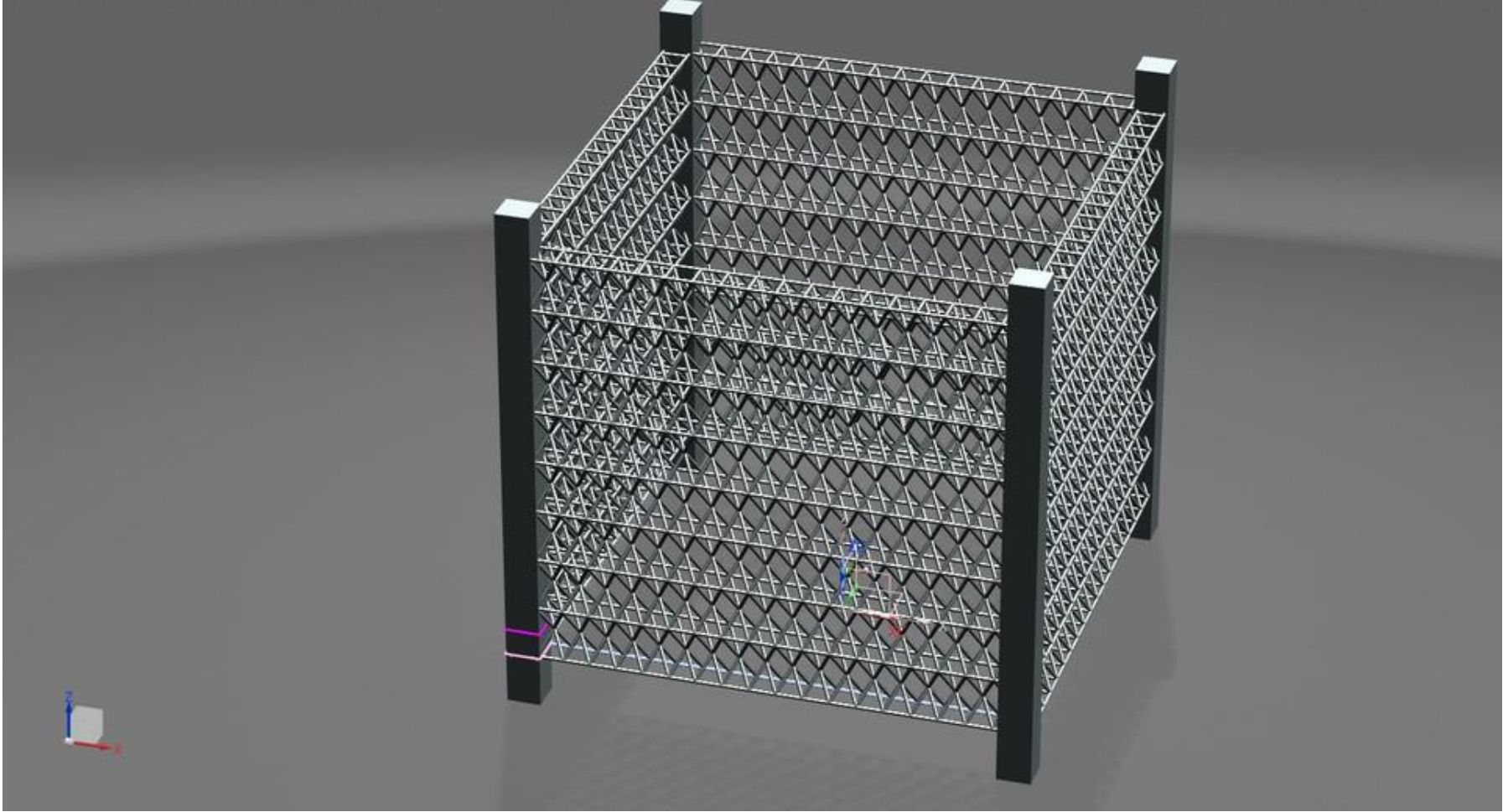




МКА «Демонстратор»:

1 - служебный отсек; 2 - модель раздвигаемой конструкции большого объема; 3 - отсек утилизации

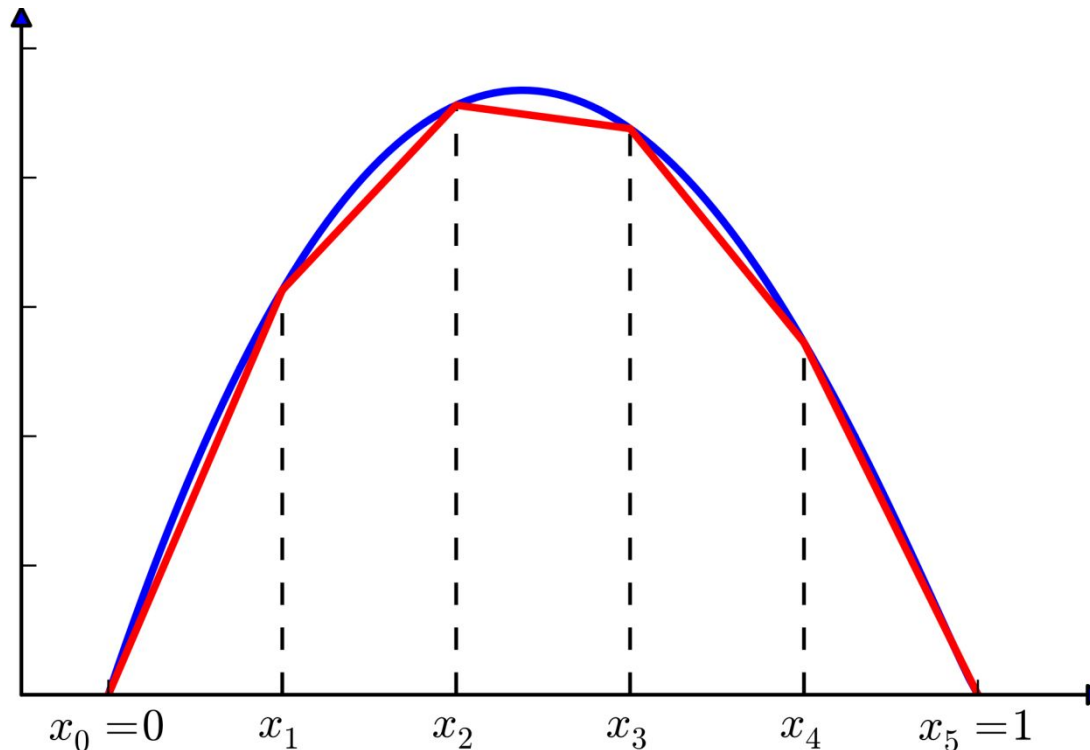
CAGD: Unigraphics



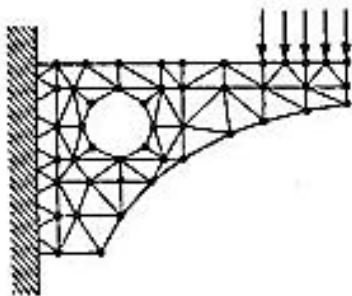
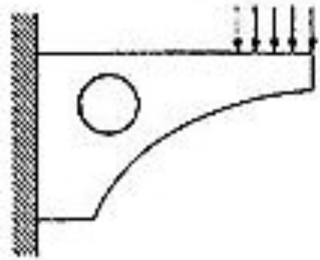
CAE (computer-aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.







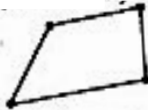










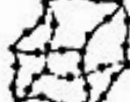
- ANSYS (ANSYS, США)
- Siemens NX (Siemens PLM Software, США)
- Femap (Siemens PLM Software, США)
 - SAMCEF (SAMTECH, Бельгия)
 - Digimat (MSC Software, США)
 - Adams (MSC Software, США)

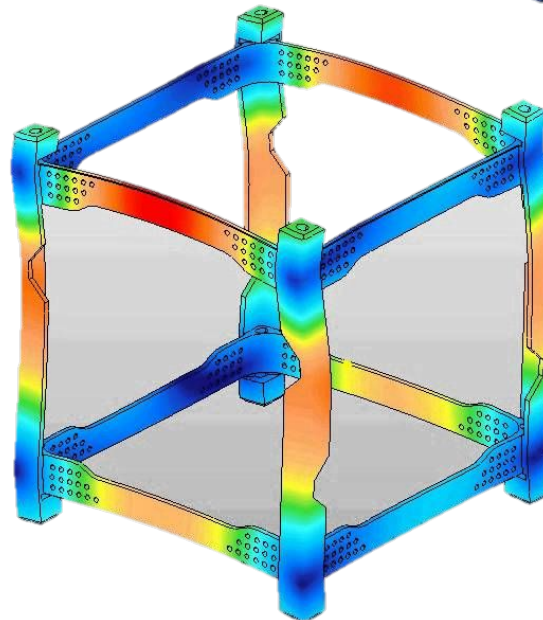
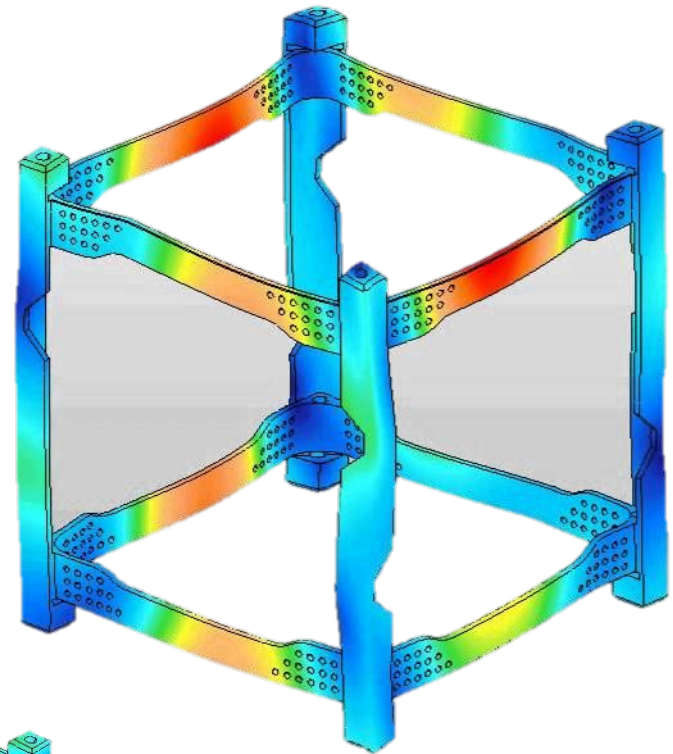
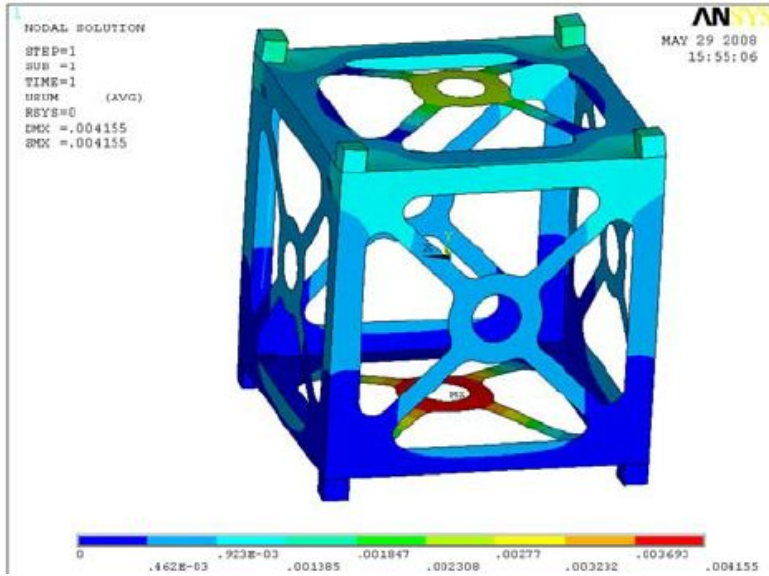
Метод конечных элементов (МКЭ) — численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики.



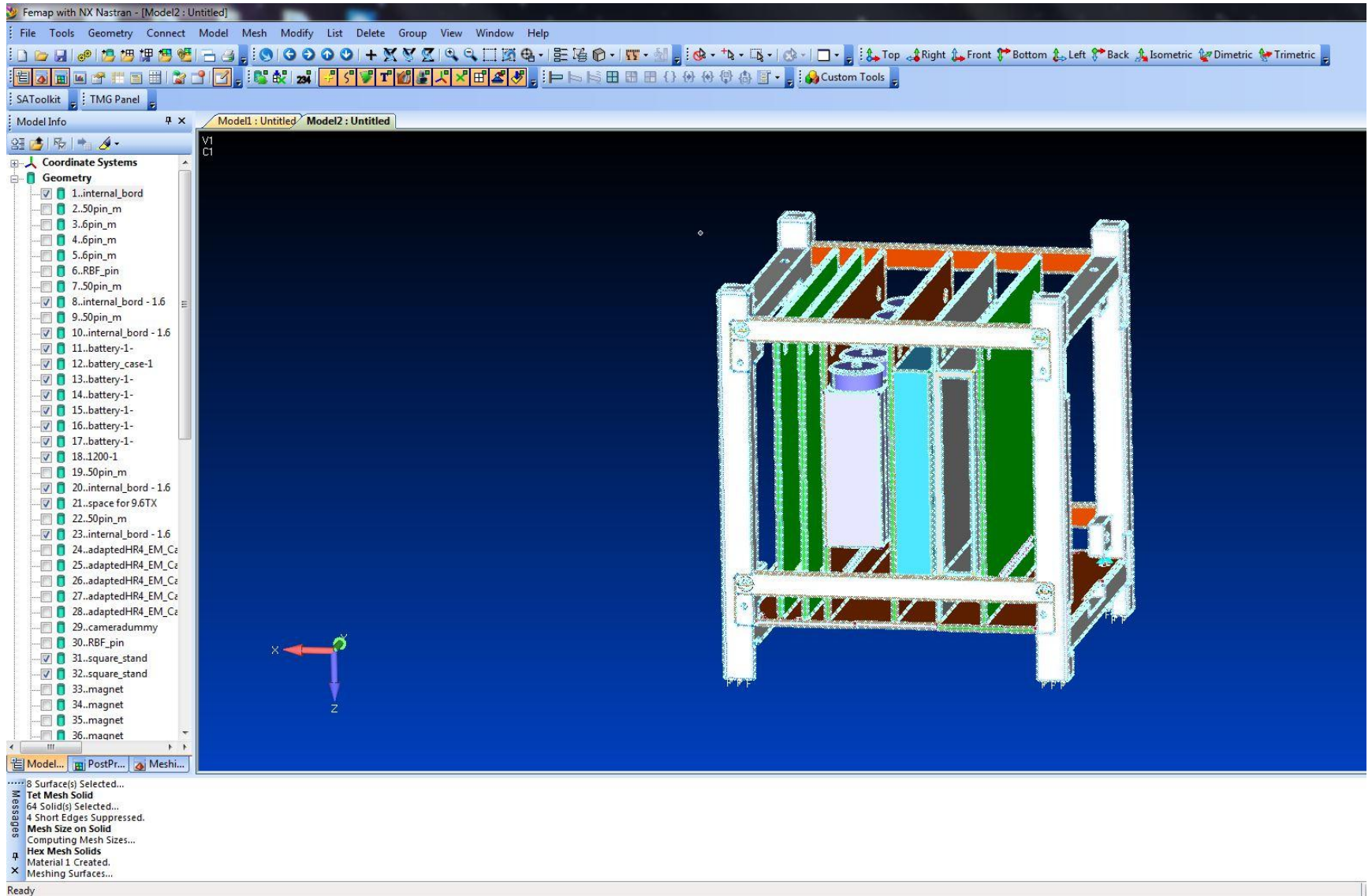
Метод конечных элементов



1D	 2 узла	 3 узла	 4 узла
2D	 3 узла	 6 узлов	 10 узлов
2D	 4 узла	 8 узлов	 12 узлов
3D	 4 узла	 10 узлов	 20 узлов
3D	 6 узлов	 16 узлов	 29 узлов
3D	 8 узлов	 20 узлов	 32 узла



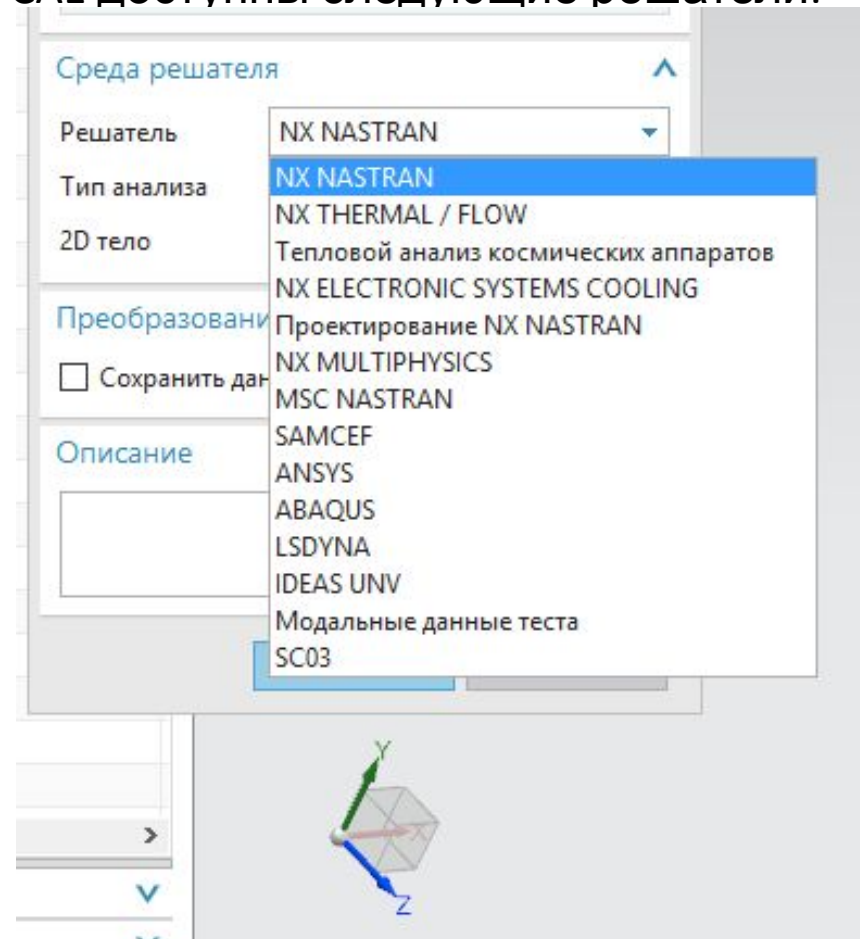
Siemens Femap



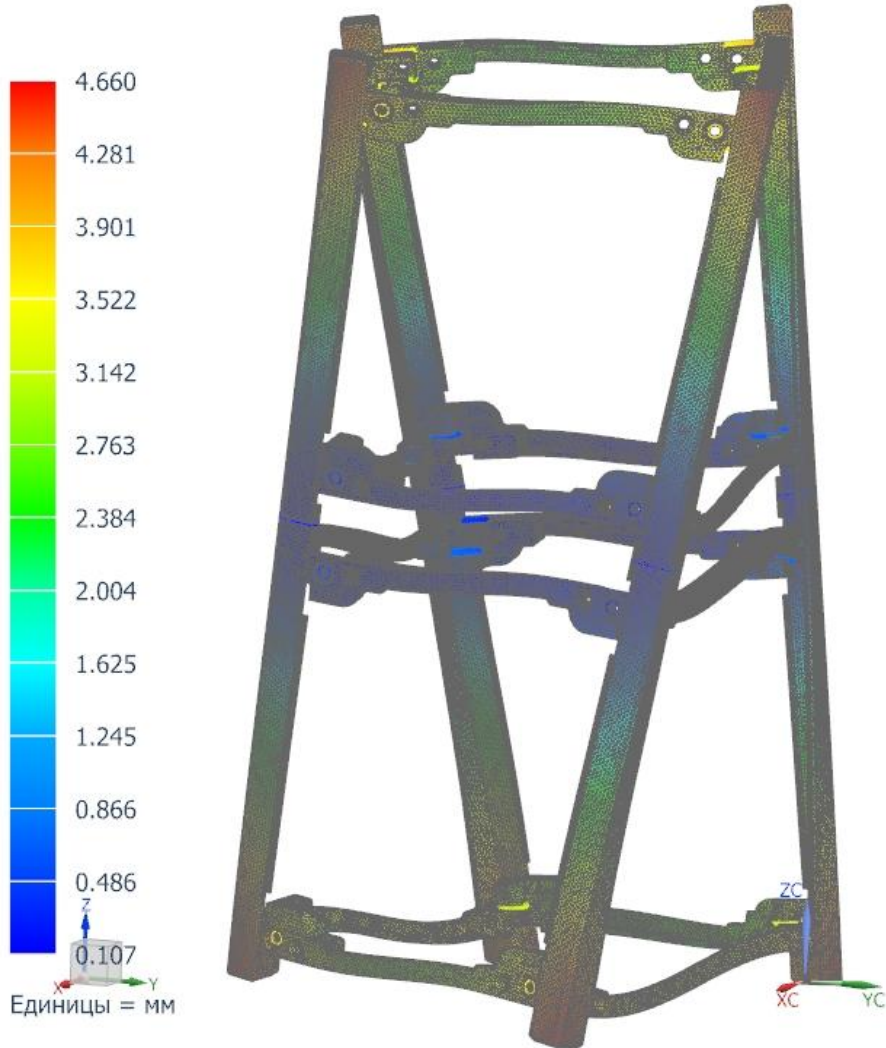
Siemens NX CAE является универсальным инструментом разработки, сочетающий в себе несколько решателей, а также позволяющий интегрировать промежуточные результаты расчетов в другие решатели. Для дальнейшего расчета в ПО Siemens NX CAE доступны следующие решатели:

- NX Nastran
- NX THERMAL/FLOW
- Тепловой анализ космических аппаратов
- NX ELECTRONIC SYSTEMS COOLING
- NX MULTIPHYSICS

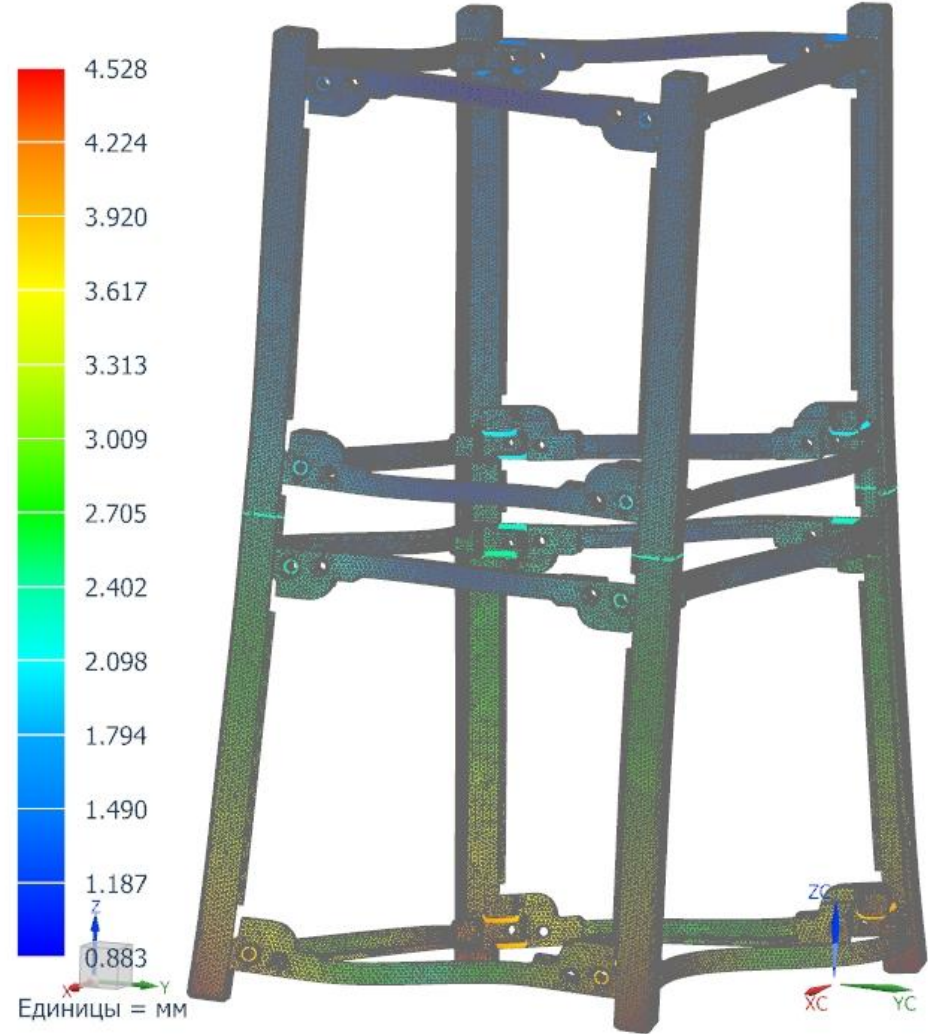
Siemens NX CAE позволяет сочетать возможности разных решателей, используя результаты анализа одного решателя как начальные условия для анализа другого решателя.



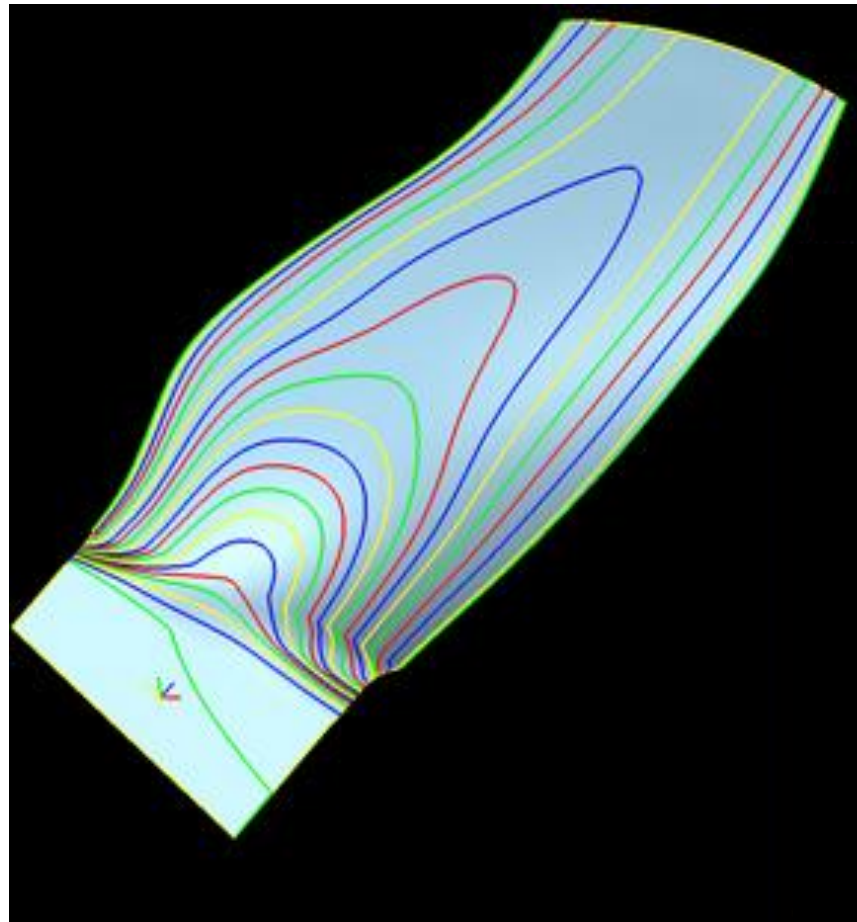
alum1_sim1 : Solution 2 Результат
Subcase - Eigenvalue Method 1, Форма 7, 405.688 Гц
Перемещение - По узлам, Величина
Мин. : 0.107, Макс. : 4.660, Единицы = мм
Деформация : Перемещение - По узлам Величина

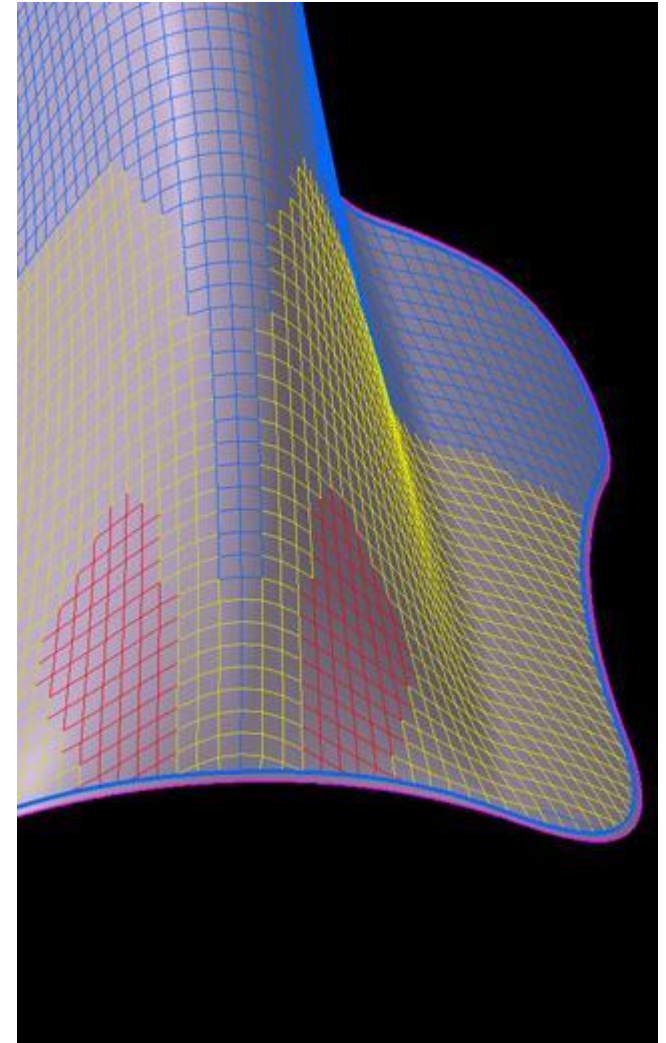
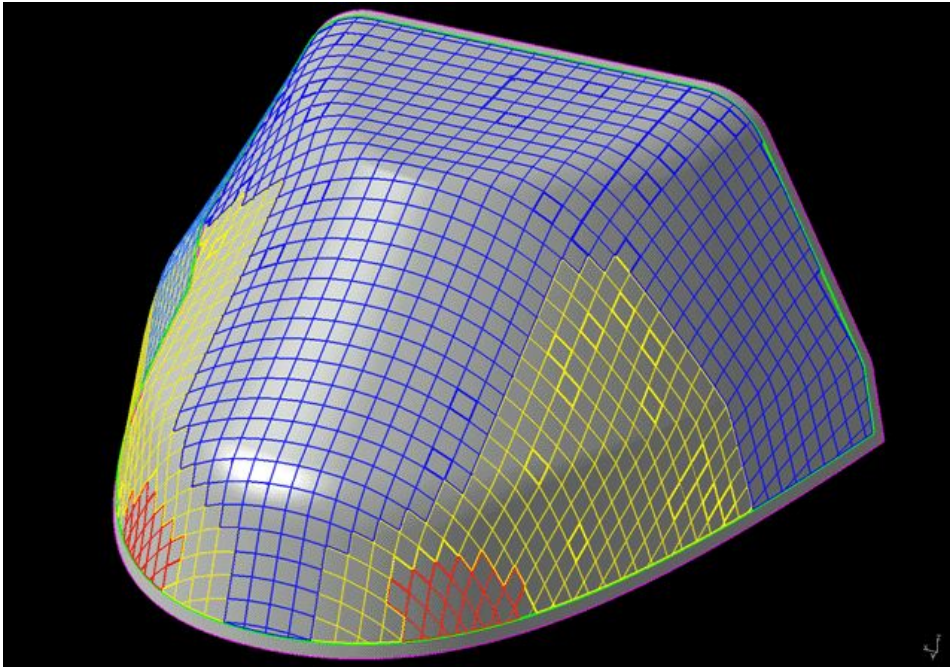


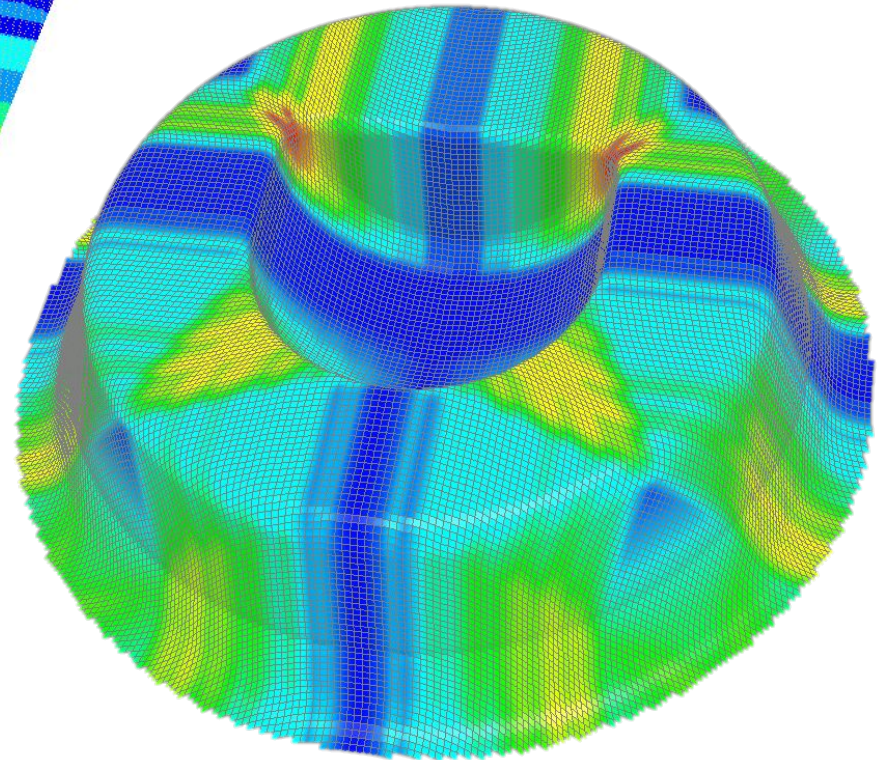
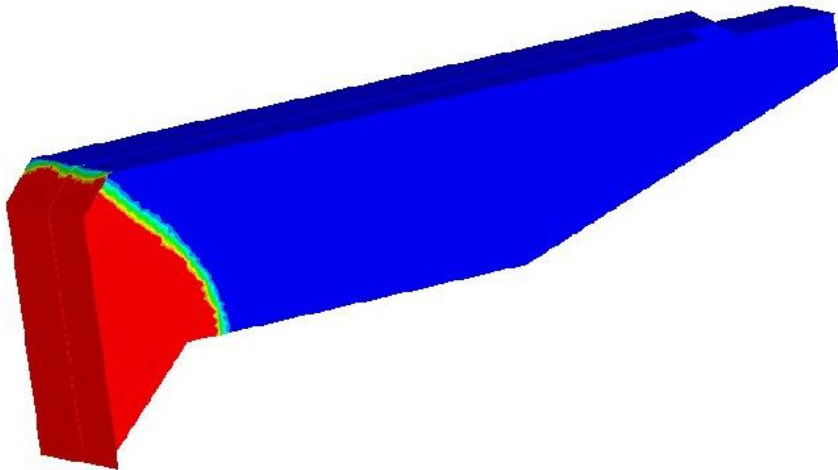
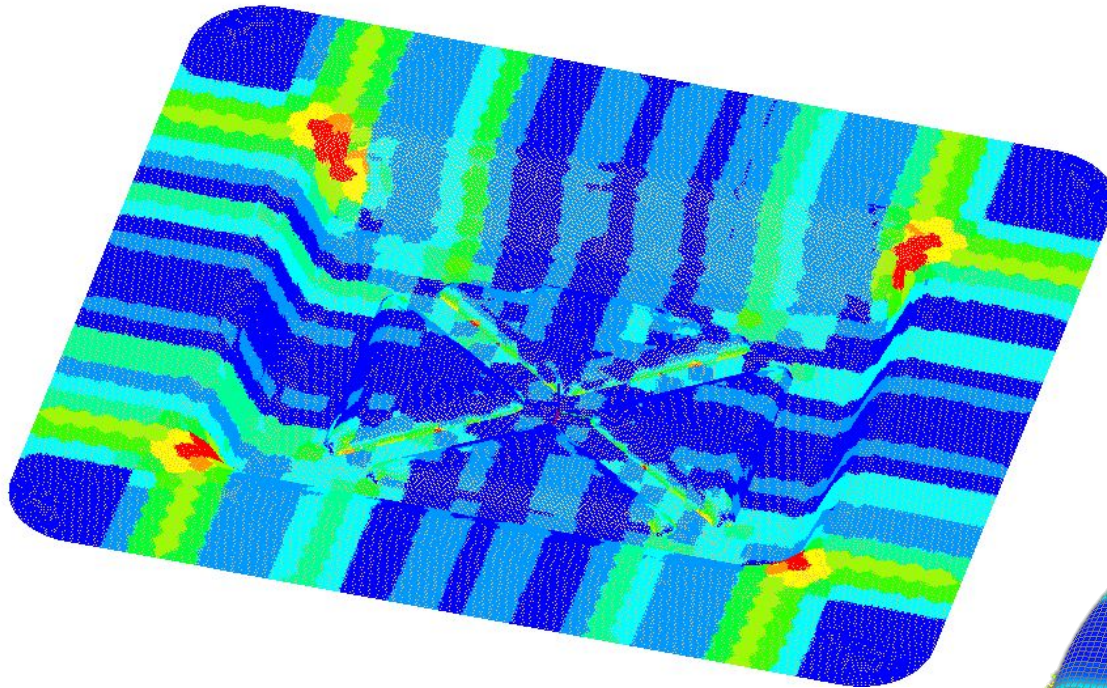
alum1_sim1 : Solution 2 Результат
Subcase - Eigenvalue Method 1, Форма 10, 559.33 Гц
Перемещение - По узлам, Величина
Мин. : 0.883, Макс. : 4.528, Единицы = мм
Деформация : Перемещение - По узлам Величина

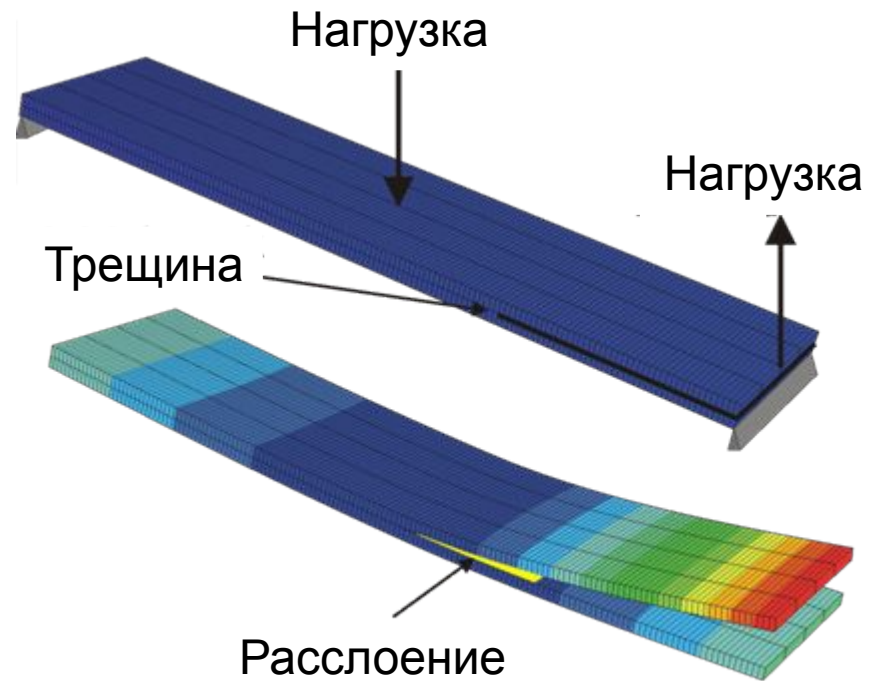
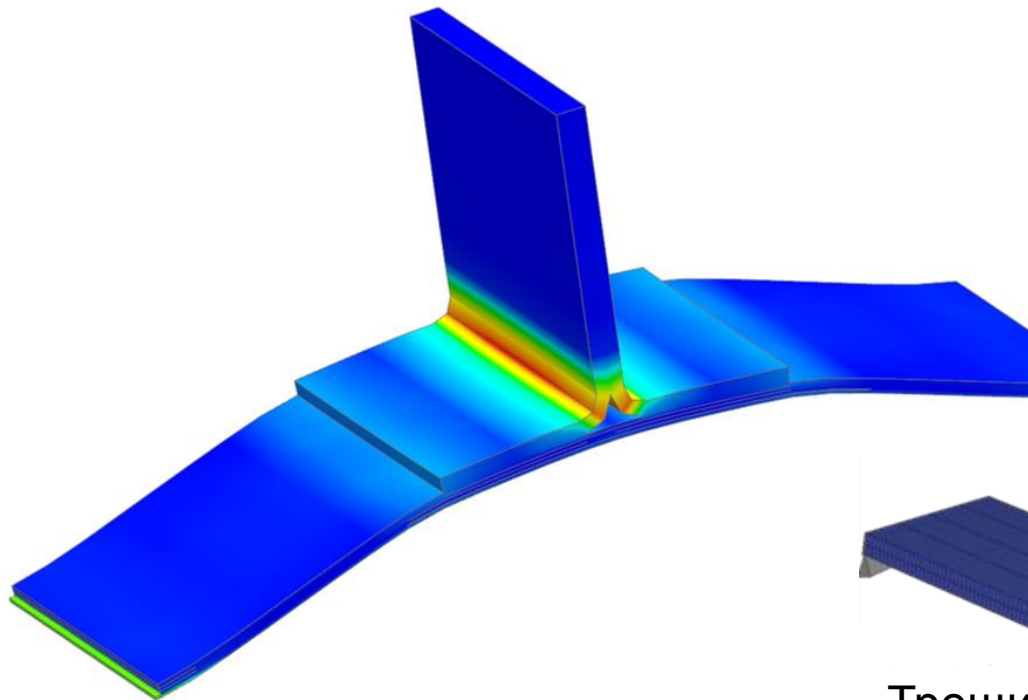


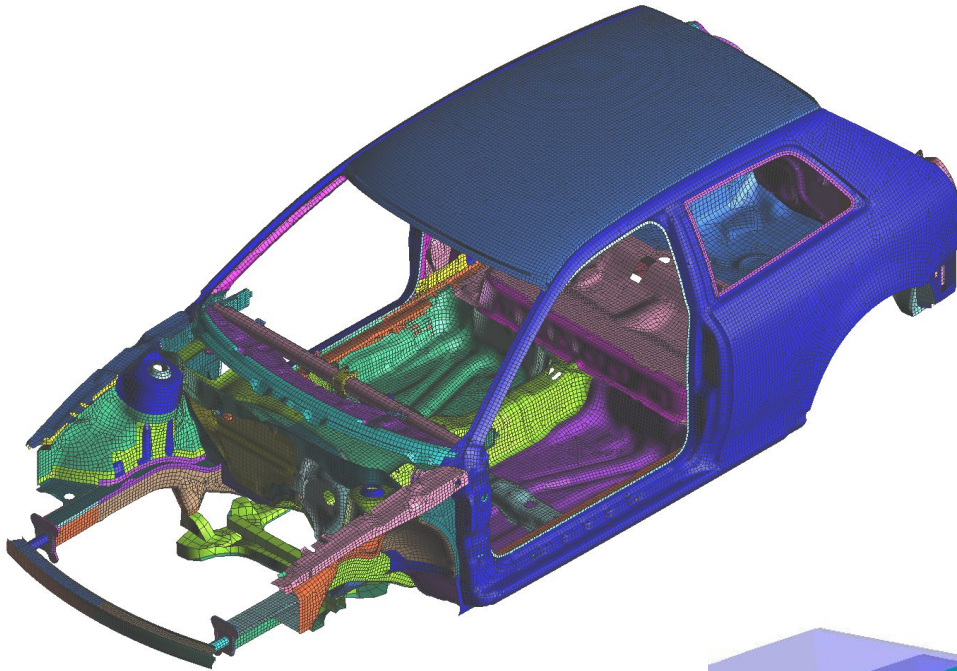
Siemens NX Fibersim является инструментом моделирования укладки слоев в композиционном материале, создания карты раскроя а также проектирования многослойных систем.











Nastran – общее машиностроение;

Dytran – быстroteкущие процессы;

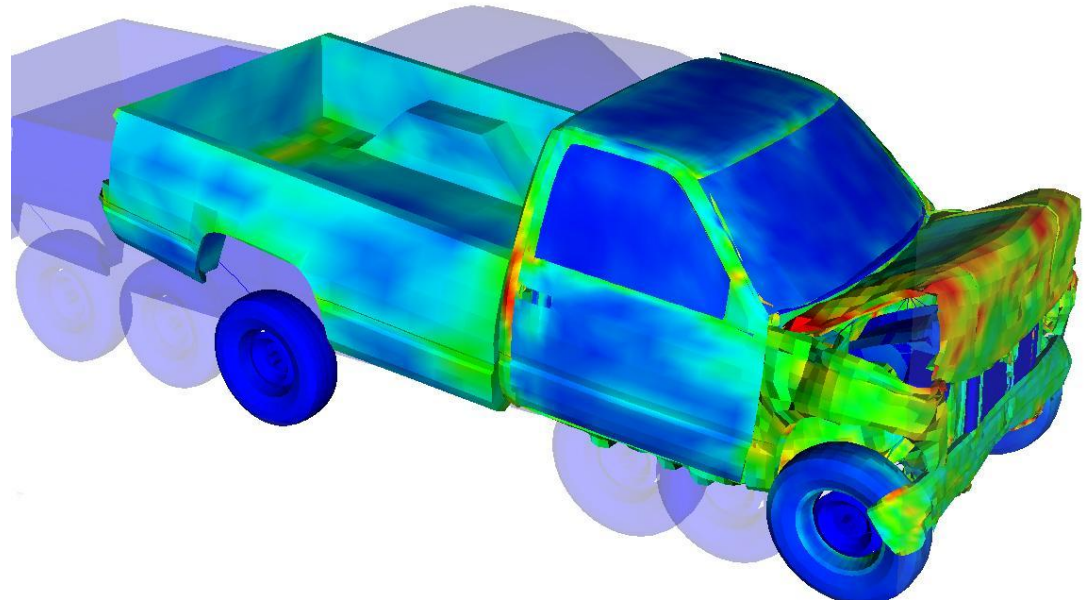
Fatigue – расчет долговечности;

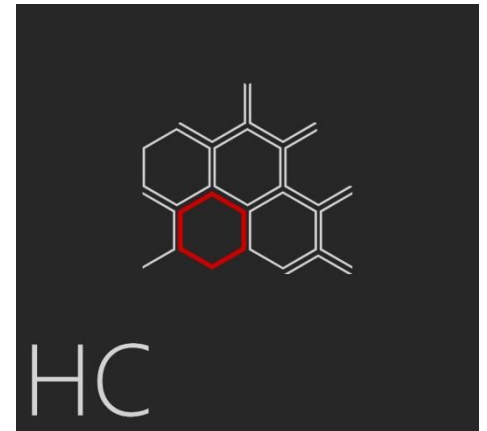
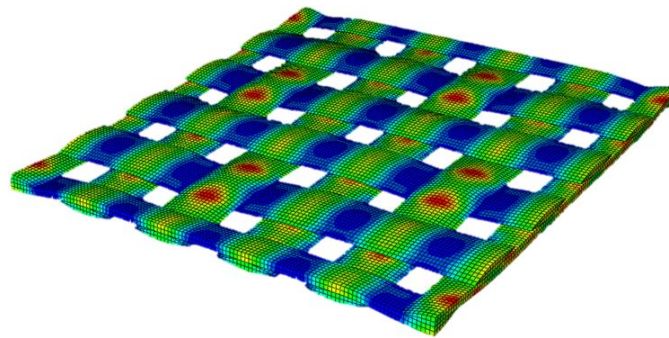
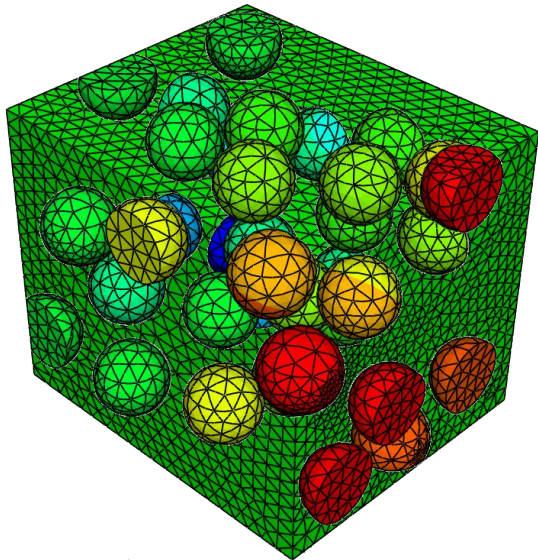
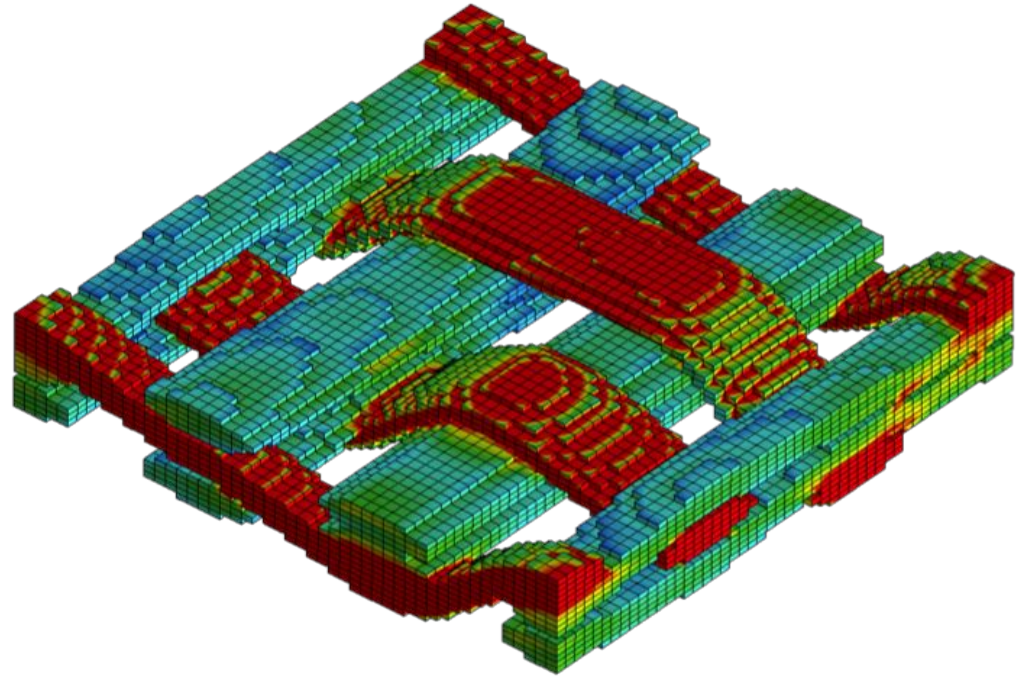
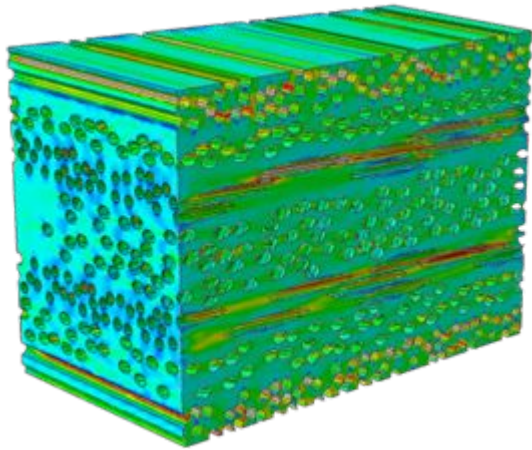
Sinda – расчет тепла.

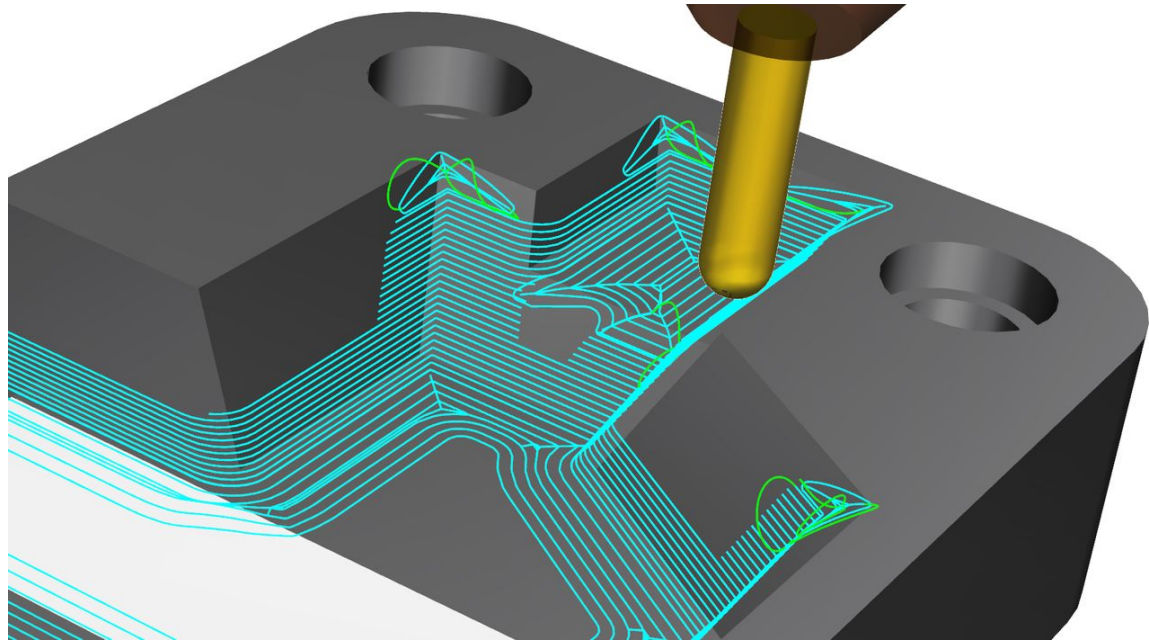
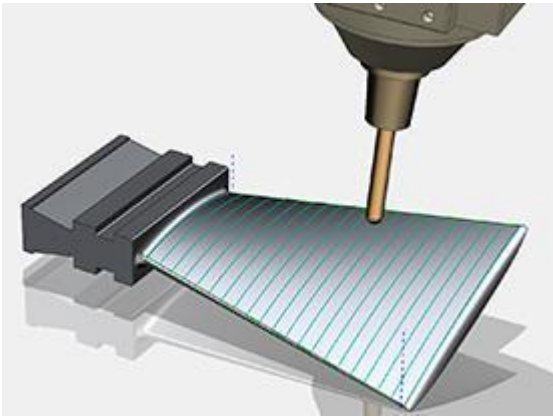
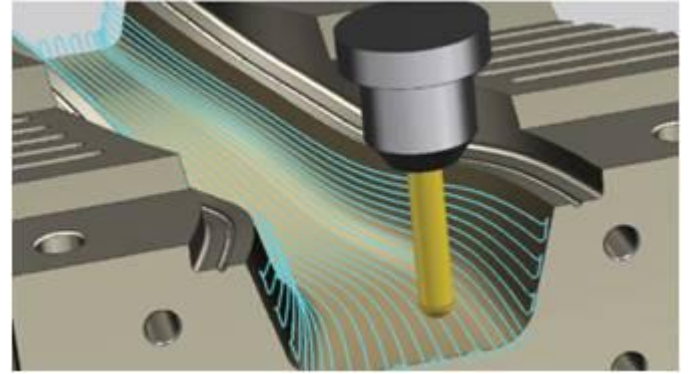
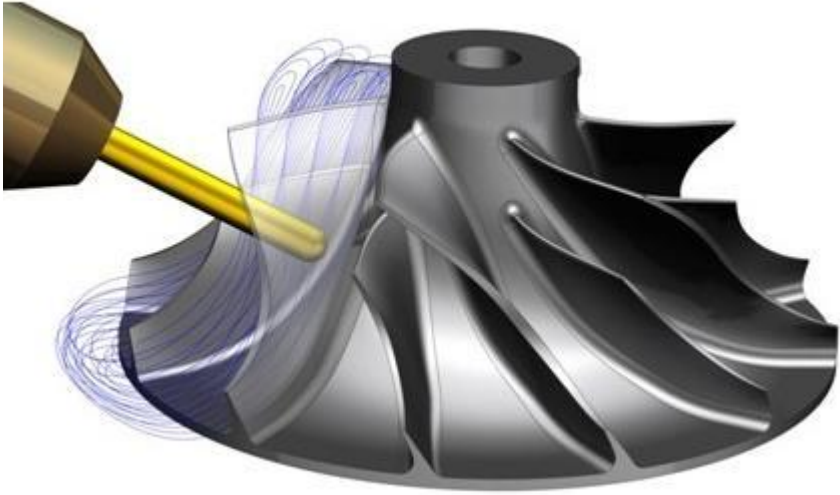
Marc – тепло+механика;

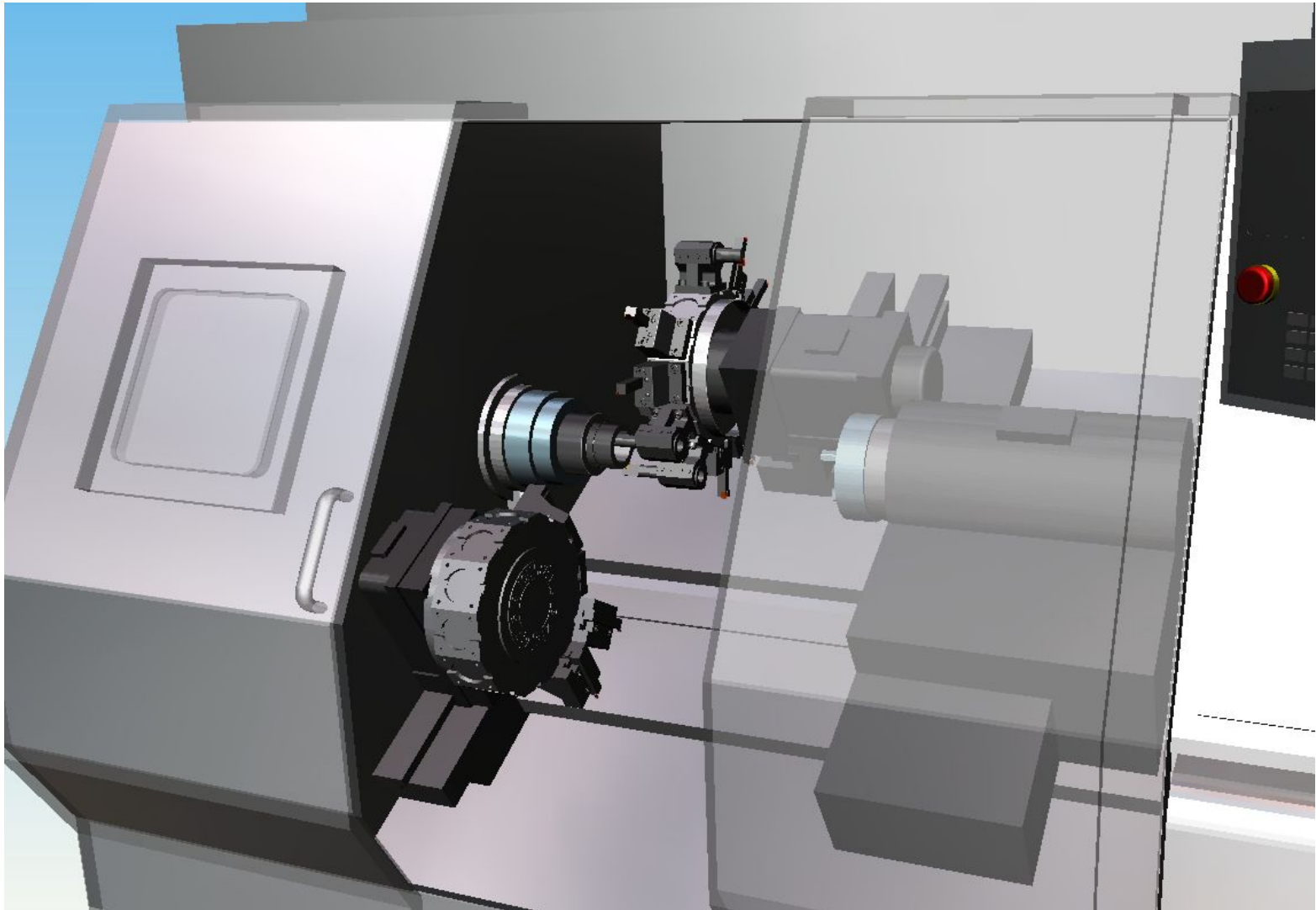
Adams – механизмы;

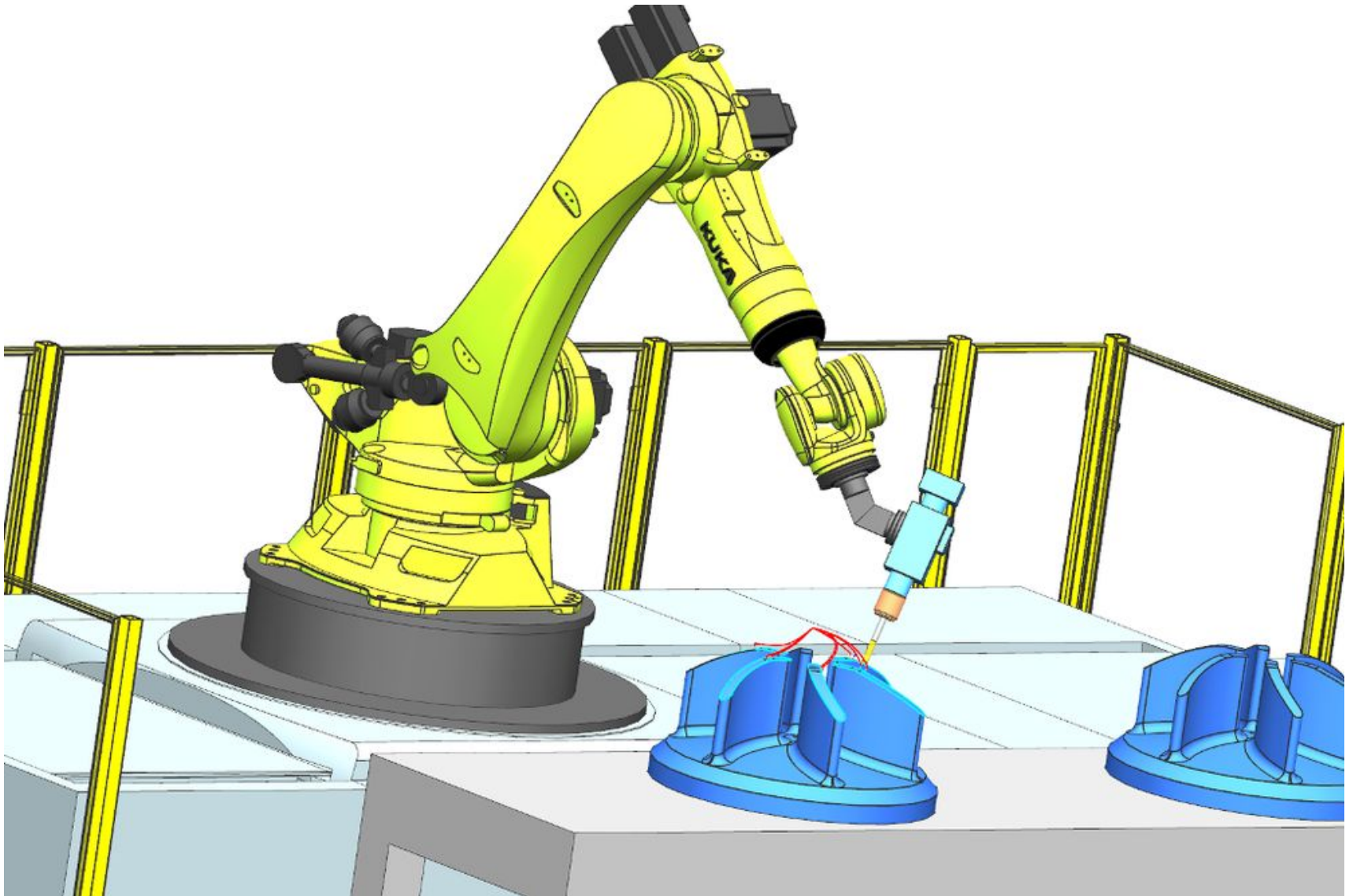
Digimat – КОМПОЗИТЫ.











Спасибо за внимание