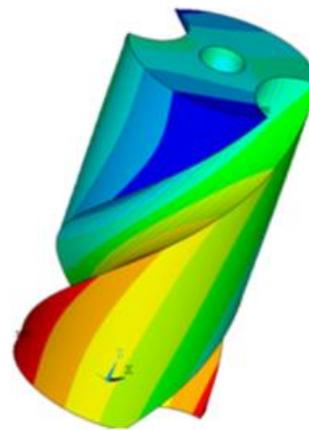
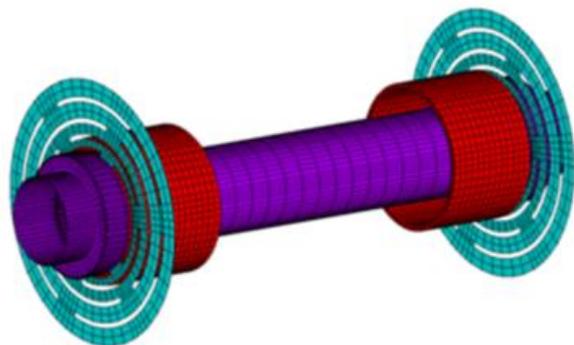
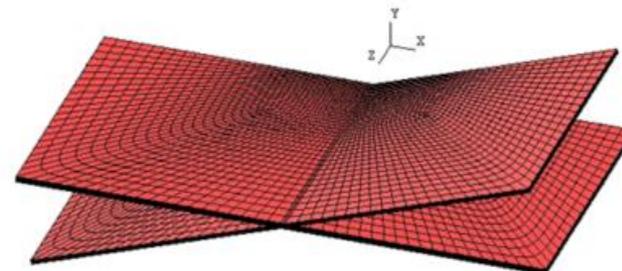
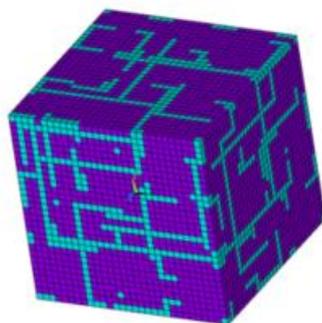




Компьютерный инжиниринг в ANSYS.

Презентация курса



Цели курса состоят:

- в ознакомлении с основами компьютерного инжиниринга (CAE - Computer-Aided Engineering),**
- в ознакомлении с принципами математического моделирования научно-технических задач,**
- в изучении и в практическом использовании вычислительного комплекса ANSYS - признанного лидера среди современных программных средств решения разнообразных задач механики, физики и техники.**

Задачи курса:

- **знакомство с методологией постановки математических задач, их исследования на основе обобщенных формулировок, применения процедур дискретизации, численных методов и программных решений для анализа модельных физико-механических задач, ориентированных на реальные практические приложения;**
- **знакомство со структурой вычислительного комплекса ANSYS и принципами работы в ANSYS;**
- **выполнение лабораторных работ в ANSYS, включающих создание двумерных и трехмерных твердотельных моделей, генерирование конечно-элементных сеток, решение модельных задач теплопроводности, электростатики и механики, использование возможностей постпроцессора для представления и анализа полученных результатов, анализ сходимости приближенных решений.**

Содержание курса.

Курс использует лицензионный вычислительный пакет ANSYS (бессрочная сетевая лицензия) и содержит следующие основные разделы:

- современное программное обеспечение компьютерного инжиниринга;**
- принципы и особенности математического моделирования научно-технических задач;**
- основы метода конечных элементов;**
- конечно-элементное моделирование научно-технических задач на примере задач теплопроводности, электростатики и механики;**
- конечно-элементный пакет ANSYS, основы работы в ANSYS, графический интерфейс, интерактивный режим работы, язык APDL ANSYS;**
- возможности вычислительного комплекса ANSYS и практика решения модельных задач теплопроводности, электростатики и механики.**

Ценность курса.

Приобретенные знания и навыки могут найти применение:

- при выполнении выпускных квалификационных работ,**
- в научной деятельности при исследовании других более сложных задач механики, физики и техники,**
- при работе в научно-исследовательских и промышленных организациях.**

Данная дисциплина будет также полезной при освоении других более продвинутых курсов магистратуры и аспирантуры, связанных с вычислительной математикой, вычислительной механикой и компьютерной инженерией.

Кадровое обеспечение курса в 2022 г.

Лекционная часть:

Наседкин Андрей Викторович

**заведующий кафедрой математического моделирования,
доктор физ.-мат. наук, профессор**



Научные интересы

- Математическое моделирование, механика деформируемого твердого тела
- Вычислительная механика
- Технология и программирование метода конечных элементов
- Связанные физико-механические задачи, задачи пьезоэлектричества, биомеханики и наномеханики

- Соруководитель научного проекта (мегагранта) «Модели, алгоритмы и программные средства для многомасштабного анализа новых материалов и физически активных сред»
- Председатель диссертационного совета ЮФУ 01.05 по специальностям 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы; 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки)

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191635923>

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=6643

E-mail: avnasedkin@sfnu.ru

Кадровое обеспечение курса в 2022 г.

Практическая часть (лабораторные работы): *Корниевский Александр Сергеевич* *ассистент кафедры математического моделирования*



Научные интересы

- Математическое моделирование
 - Вычислительная механика
 - Наномеханика, высокопористые материалы
 - Технология и программирование метода конечных элементов в ANSYS
-
- Основной исполнитель научного проекта РФФИ № 20-31-90057 «Моделирование и определение эффективных свойств пористых анизотропных упругих материалов с учетом внутренней структуры и поверхностных напряжений»
 - В 2019-2020 годах проходил обучение в университете Салерно (Италия) по программе Erasmus (информатика и системы автоматического управления).

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193402136>

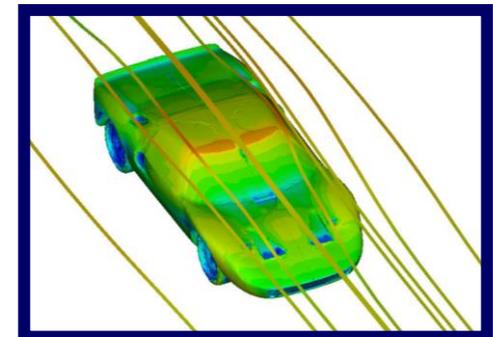
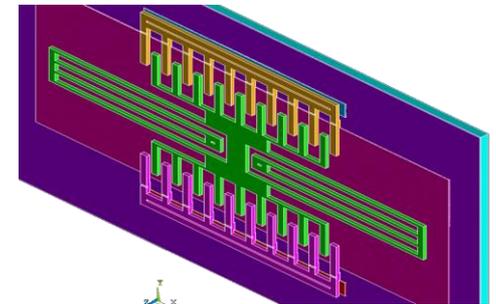
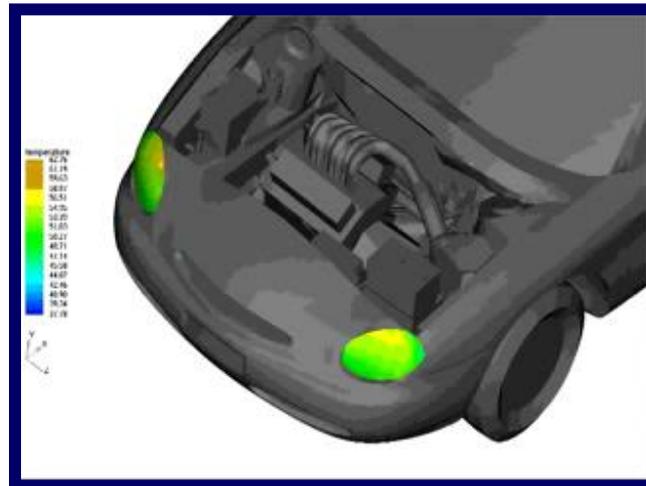
E-mail: kornievskiy@sfedu.ru

Приложение.

Некоторые иллюстративные материалы.

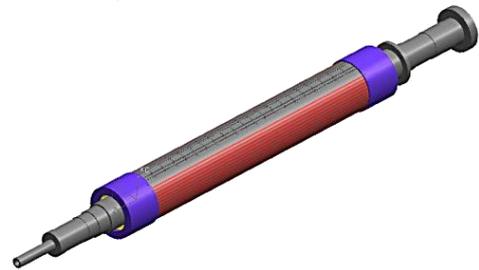
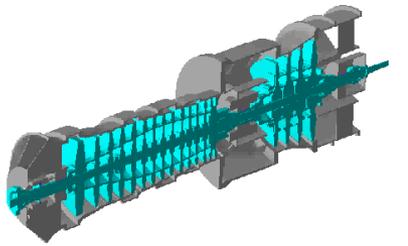
Общие принципы компьютерного инжиниринга

В процессе инженерного анализа желательно обеспечить получение результатов - равноценных натурным испытаниям макетов изделий. Это позволяет предприятиям создавать новые высокотехнологичные продукты за меньшее время и с меньшими затратами.

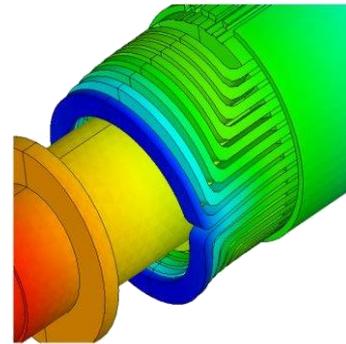
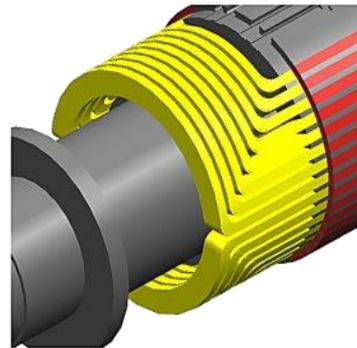
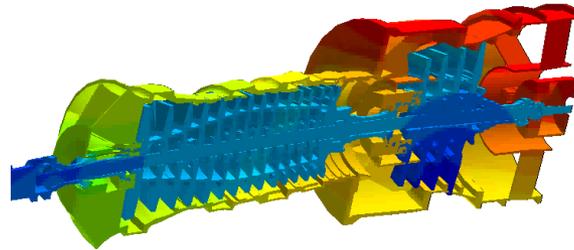


CAD / CAE / CAM

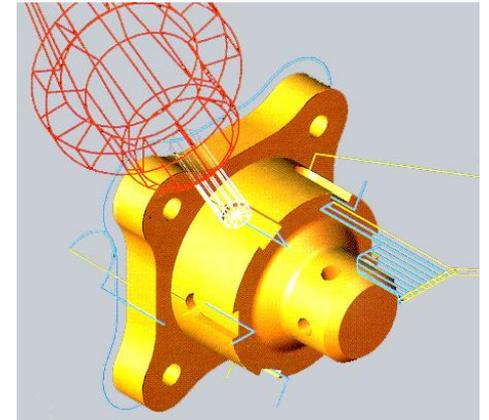
**CAD –
Computer Aided
Design**



**CAE –
Computer Aided
Engineering**



**CAM –
Computer Aided
Manufacturing**



Наиболее распространенные CAE



ABAQUS

ADINA

ALGOR

ADAMS

ANSYS

COSMOS/M

LS-DYNA

MSC.NASTRAN+MSC.Marc

COMSOL MULTIPHYSICS

ANSYS – Одна из наиболее широко используемых CAE систем в мире



Семейство продуктов ANSYS

ANSYS Inc.

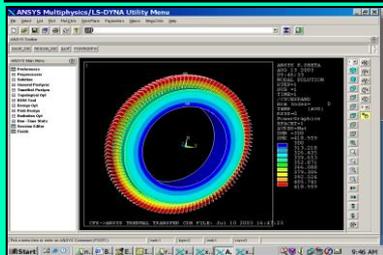
MBU

EBU

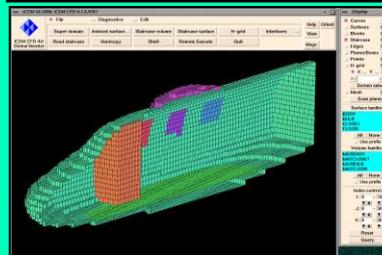
FBU

Базовые
Технологии

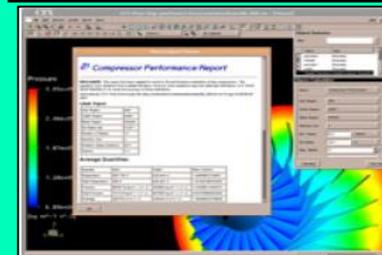
ANSYS



ICEM CFD



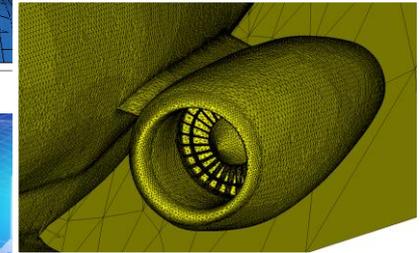
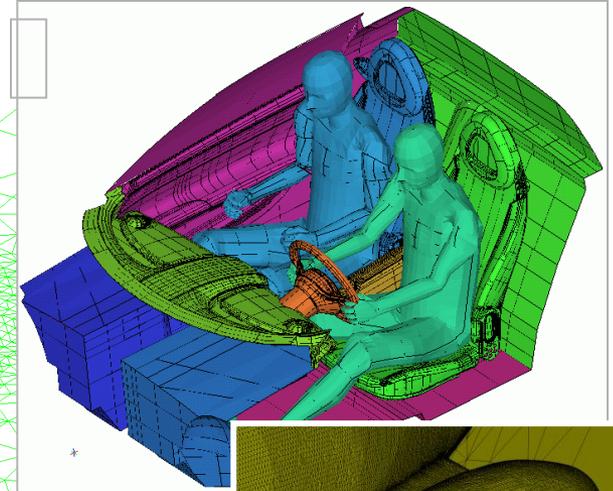
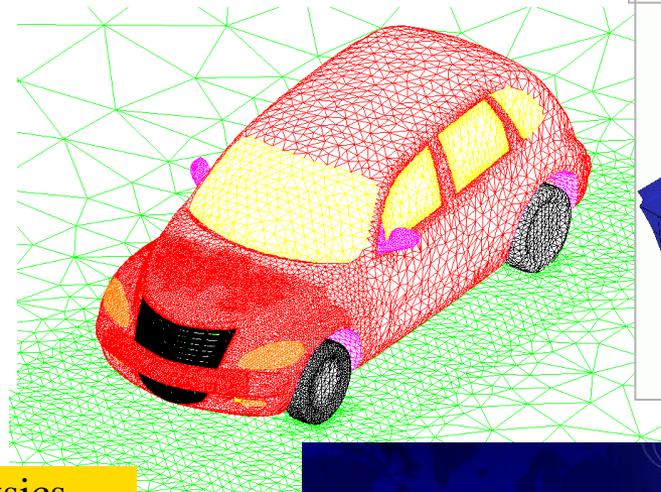
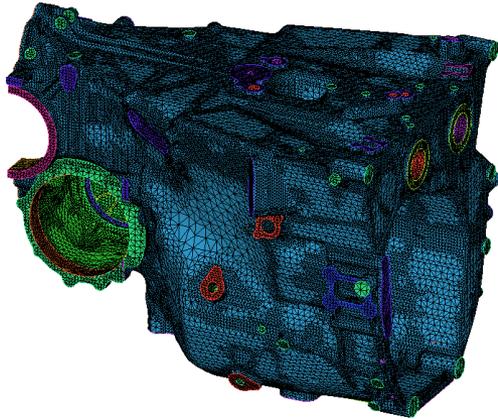
CFX



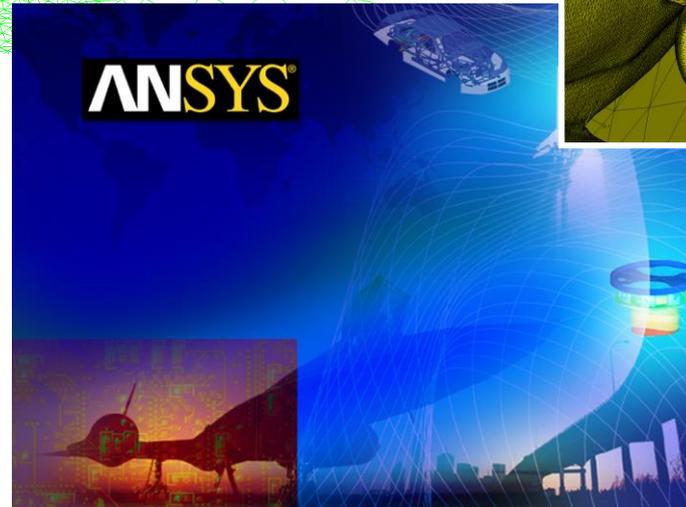
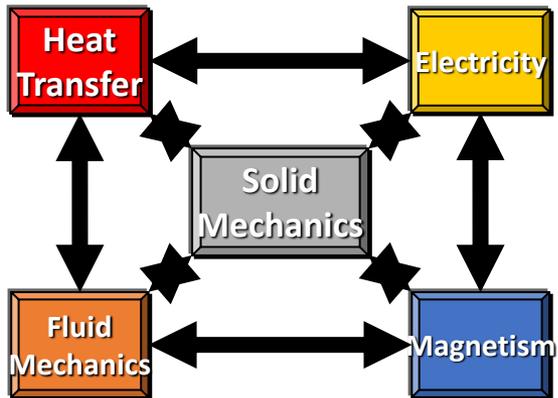
Интеграци-
онная
платформа

ANSYS Workbench

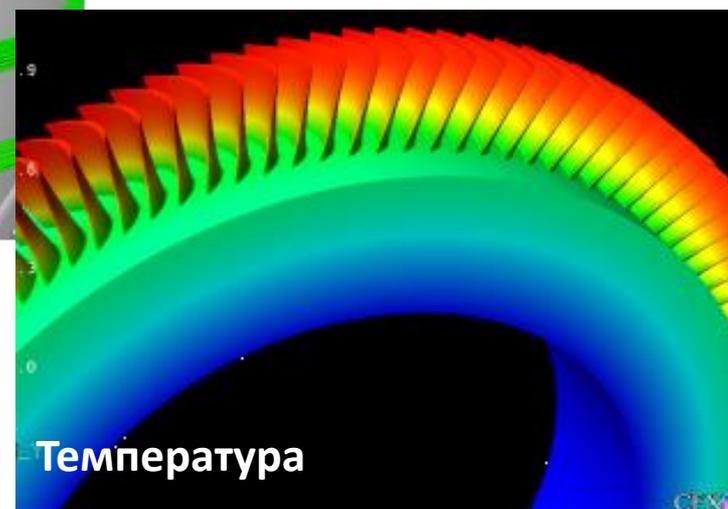
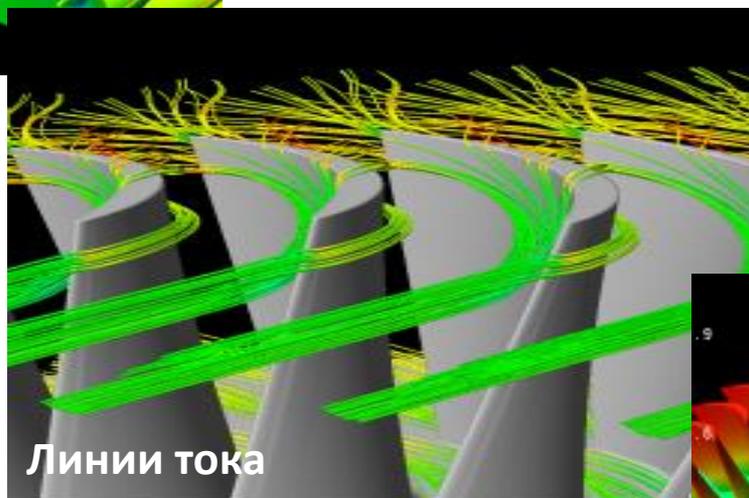
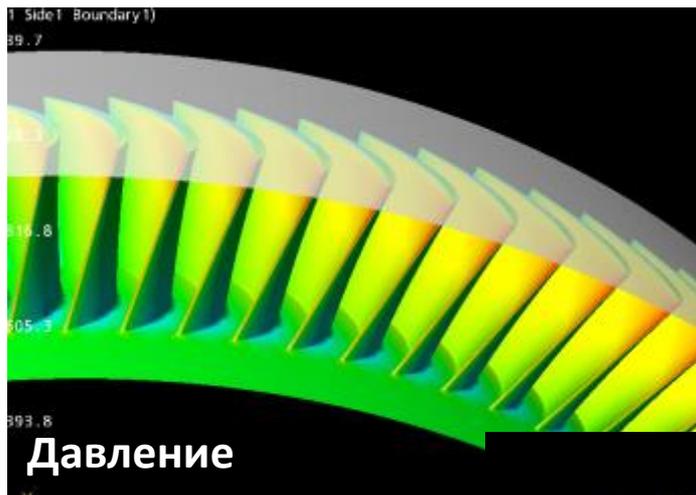
ANSYS + ICEM + CFX



INCORPORATED **VM2X2** ANSYS MultiPhysics



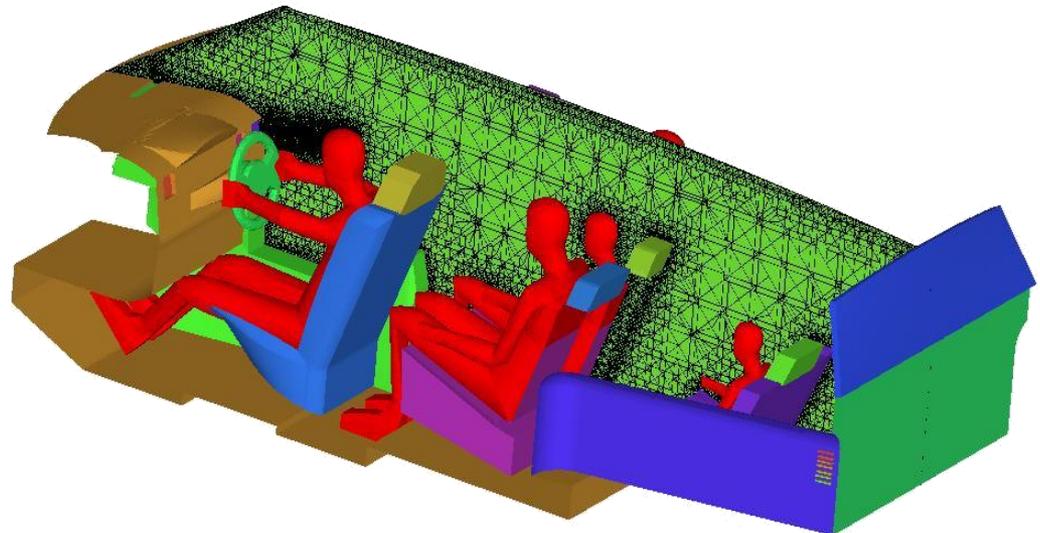
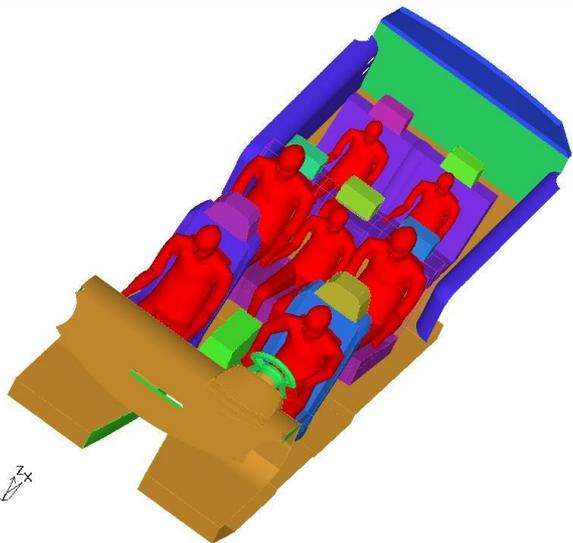
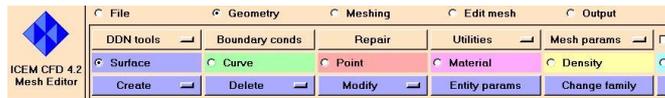
Связанный расчет : Импорт из CFX



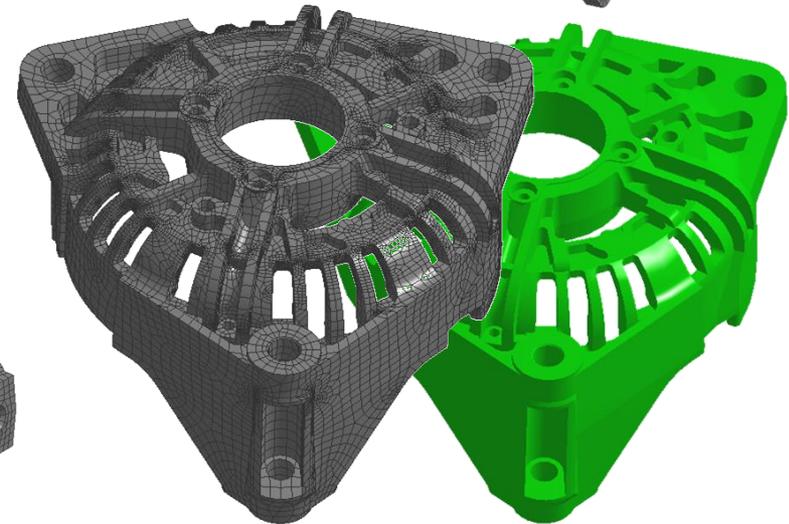
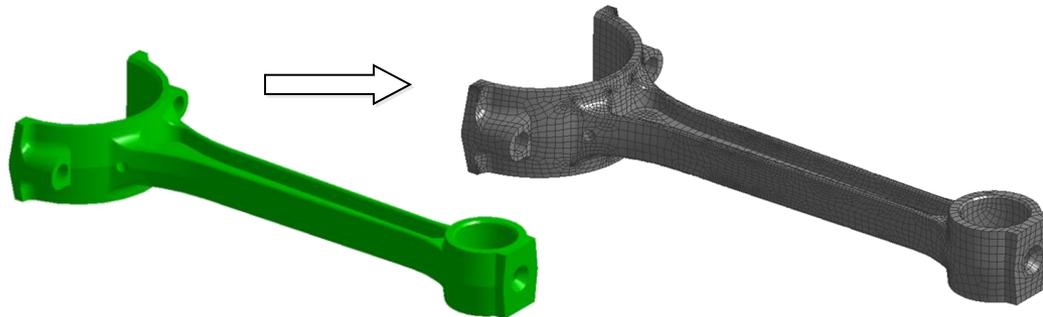
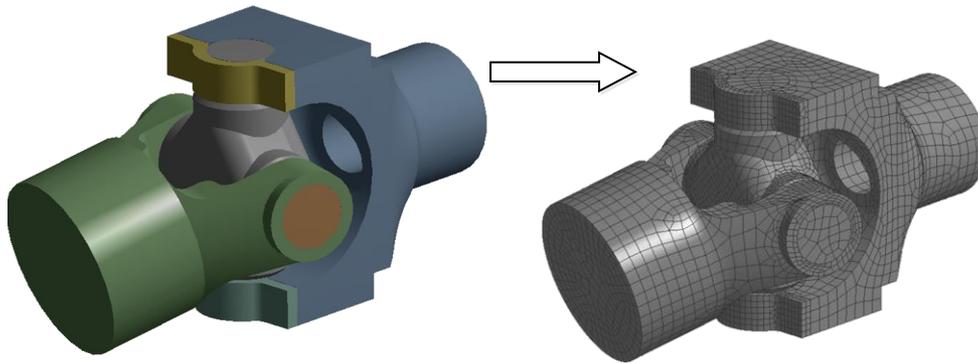
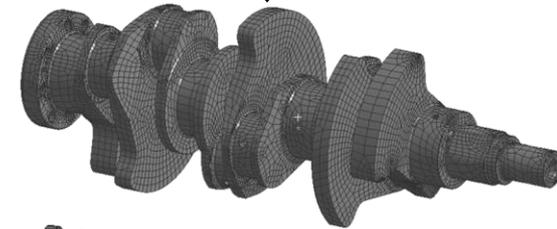
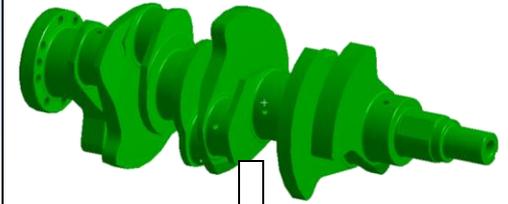
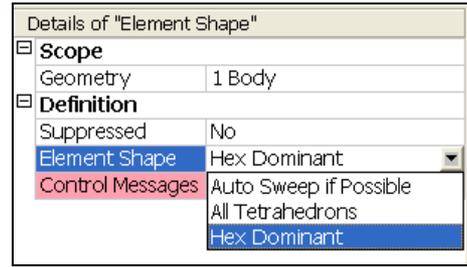
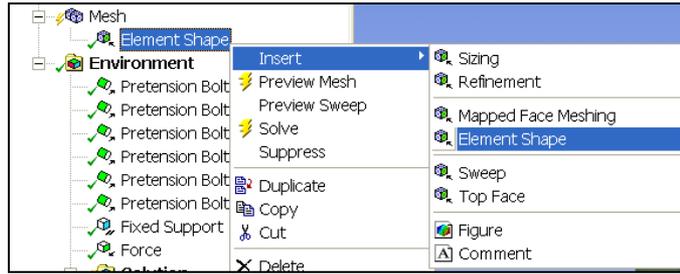
Пример моделирования в ANSYS

Анализ контроля климата в кабине

Расчет тепловых потоков и температур

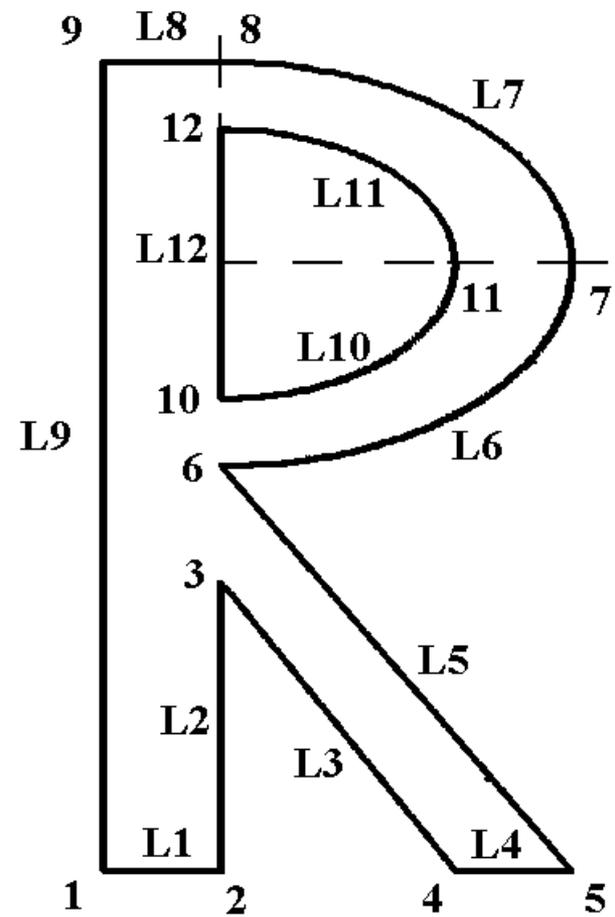
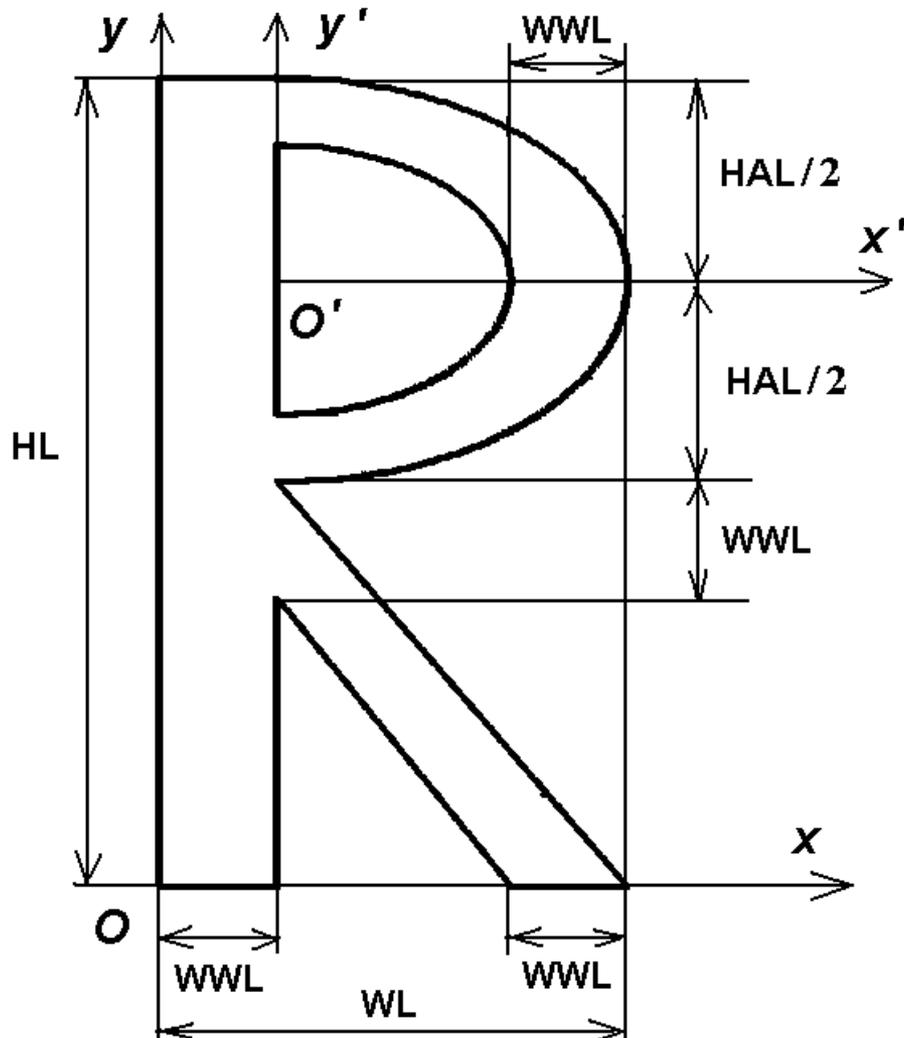


Автоматическое разбиение сложной геометрии на шестигранные элементы



Пример лабораторной работы.

Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS



Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS.

Текст программы. Часть 1.

/TITLE, Heat Flow in 2D region (R)

/PREP7

! Все величины в системе Си

! Геометрические размеры тела в форме буквы "R"

HL=1.4 ! Высота

WL=0.8 ! Ширина

WWL=0.2 ! Ширина стенок буквы "R"

HAL=0.7 ! Дополнительный размер по высоте

T_INP1=90 ! Температура на левой части нижней границе

T_INP2=180 ! Температура на правой части нижней границе

T_EXT=0 ! Температура окружающей среды для конвективных условий T_EXT=0

H_F=60 ! Коэффициент конвективного теплообмена

Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS.

Текст программы. Часть 2.

MP,KXX,1,46.7 ! Коэффициент теплопроводности KXX=46.7 (Сталь)

! Параметры для триангуляции

DMESH=WWL/2

DMESH1=DMESH/4

PEL=(HAL/2)/(WL-WWL) ! Параметр эллиптичности для криволинейной части фигуры

LOCAL,11,1,WWL,HL-HAL/2,,,,,PEL ! Эллиптическая система координат 11

CSYS,0 ! Переход в основную декартову систему координат

! Определение основных опорных точек для внешней границы

K,1,0,0

K,2,WWL,0

K,3,WWL,HL-HAL-WWL

K,4,WL-WWL,0

K,5,WL,0

K,6,WWL,HL-HAL

K,7,WL,HL-HAL/2

K,8,WWL,HL

K,9,0,HL

Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS. Текст программы. Часть 3.

```
! создание линий по точкам
L,1,2 $ L,2,3 $ L,3,4 $ L,4,5 $ L,5,6
CSYS,11 ! Переход в систему координат с номером 11
L,6,7 $ L,7,8
CSYS,0 ! Переход в основную декартову систему координат
L,8,9 $ L,9,1
AL,1,2,3,4,5,6,7,8,9 ! Определение площади 1 по линиям
! Определение отверстия - площади 2
K,10,WWL,HL-HAL/2-(WL-2*WWL)*PEL
K,11,WL-WWL,HL-HAL/2
K,12,WWL,HL-HAL/2+(WL-2*WWL)*PEL
CSYS,11
L,10,11 $ L,11,12
CSYS,0
L,12,10
AL,10,11,12
ASBA,1,2 ! Вырезать из области 1 область 2
```

Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS. Текст программы. Часть 4.

! Установка размеров элементов вблизи опорных точек

KESIZE,ALL,DMESH

KESIZE,3,DMESH1 \$ KESIZE,6,DMESH1

KESIZE,10,DMESH1 \$ KESIZE,11,DMESH1 \$ KESIZE,12,DMESH1

AMESH,ALL ! Триангулировать область (3)

FINISH

/SOLU

ANTYPE,STAT ! Решение стационарной задачи

NSEL,S,LOC,Y,0 ! Выбор всех узлов с координатой Y=0

NSEL,R,LOC,X,0,WWL

D,ALL,TEMP,T_INP1 ! Задать для всех выбранных узлов TEMP=T_INP1

NSEL,S,LOC,Y,0 ! Выбор всех узлов с координатой Y=0

NSEL,R,LOC,X,WL,WL-WWL

D,ALL,TEMP,T_INP2 ! Задать для всех выбранных узлов TEMP=T_INP2

NSEL,S,LOC,Y,HL ! Выбор всех узлов с координатой Y=HL

NSEL,R,LOC,X,0,WWL

SF,ALL,CONV,H_F,T_EXT ! Конвективный теплообмен в выбранных узлах

NSEL,ALL ! Вернуться к выбору всех узлов модели

SOLVE ! Решить СЛАУ МКЭ

SAVE,Heat_Letter_R,db

FINISH

Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS. Текст программы. Часть 5.

/POST1

! Команды, управляющие форматом графического вывода

/SHOW,WIN32C

/TRIAD,OFF ! Не показывать начала координат и осей

/PLOPTS,INFO,2 ! Использовать формат вывода Auto-legend для подписей

/PLOPTS,LEG2,OFF

/PLOPTS,LOGO,OFF ! Логотип ANSYS не показывать в графическом виде

/PLOPTS,FRAME,OFF ! Не показывать рамку

/PLOPTS,TITLE,OFF ! Не показывать заголовков

/PLOPTS,MINM,ON

/PLOPTS,DATE,OFF ! Не показывать дату

! Для показа распределений величин использовать 14 градаций уровней

/CONT,,14

! Инвертирование фона с черного на белый

/RGB,INDEX,100,100,100,0

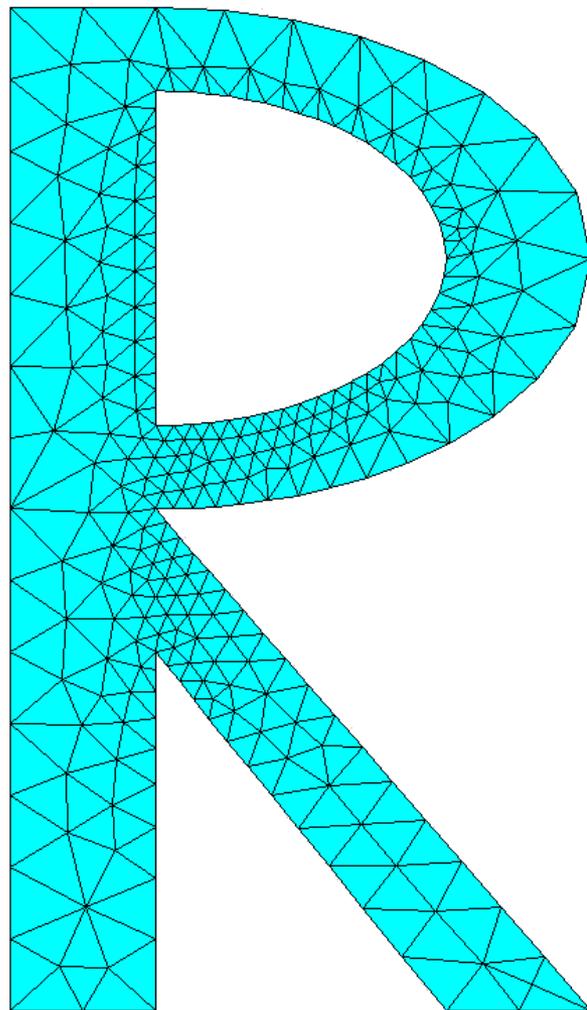
/RGB,INDEX,0,0,0,15

/PBC,TEMP,,1 ! Отображать граничные условия для температуры

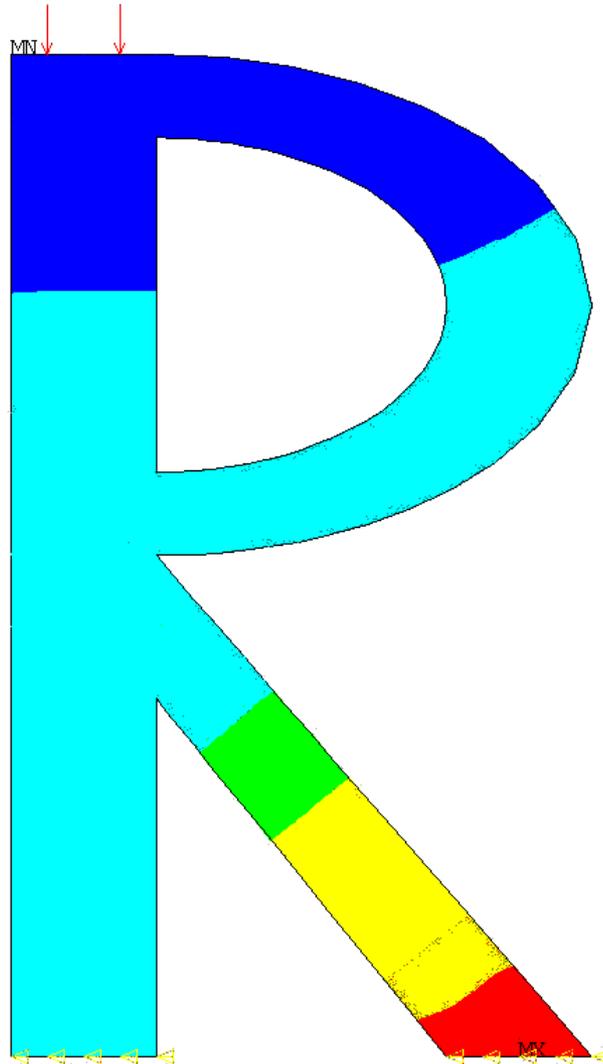
/PSF,CONV,НСOEF,2 ! Отображать стрелками граничные условия с коэффициентом теплообмена

PLNSOL,TEMP ! Показать поле температуры

Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS. КЭ сетка из элементов PLANE35



Решение стационарной задачи теплопроводности для плоской области (буква «R») в ANSYS. Распределение поля температуры



```
ANSYS 11.0  
PLOT NO. 1  
NODAL SOLUTION  
STEP=1  
SUB =1  
TIME=1  
TEMP (AVG)  
RSYS=0  
PowerGraphics  
EFACET=1  
AVRES=Mat  
SMN =51.299  
SMX =180  
TEMP  
CONV-HCOE  
60
```

