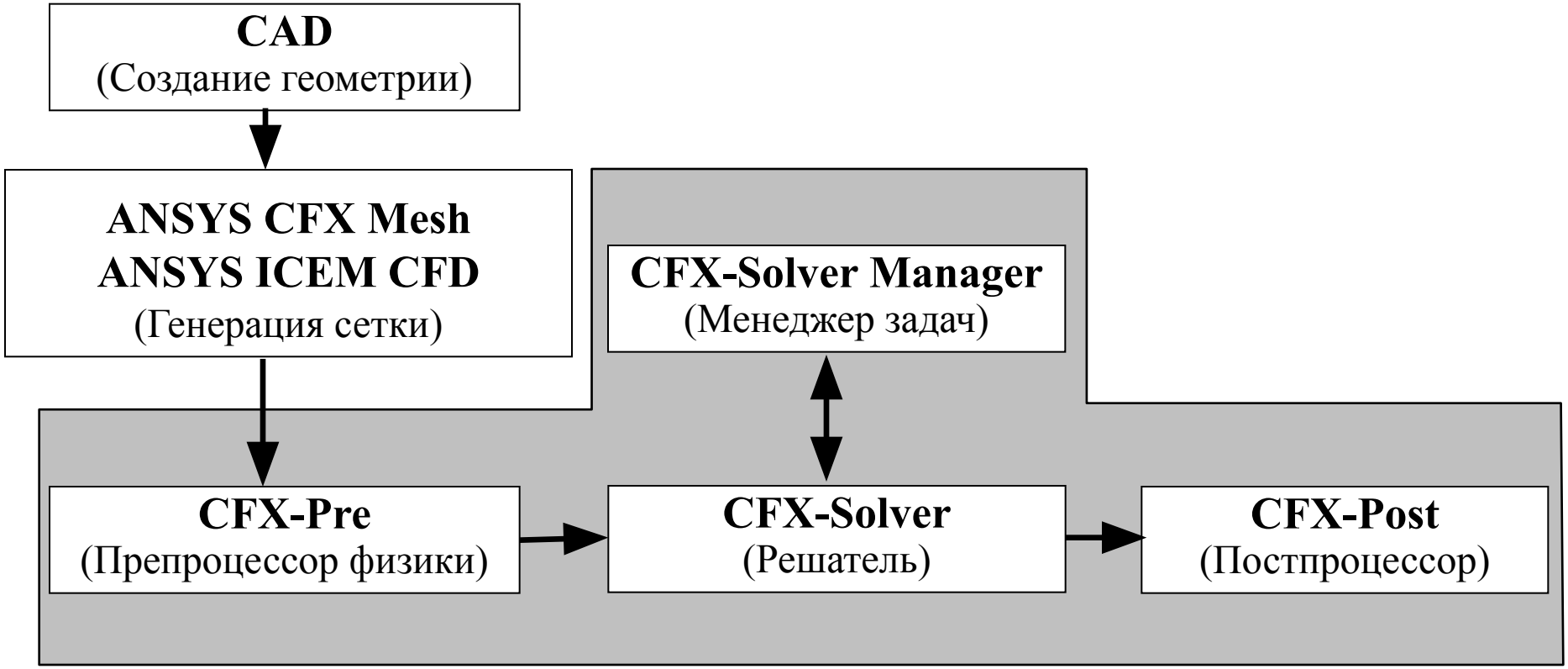
Анализ и моделирование течений жидкостей и газов с использованием комплекса ANSYS CFX

Описание архитектуры и процесса решения типовых задач посредством пакета ANSYS CFX

Обзор цикла проектирования и анализа

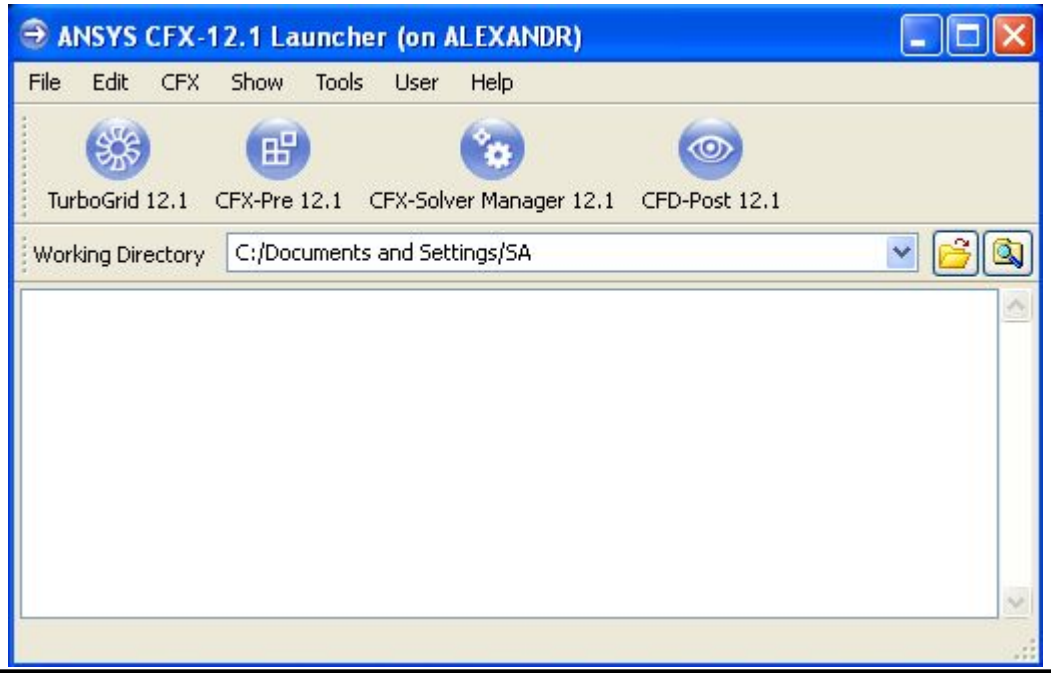
- Создание геометрической модели (CAD)
- Теоретический анализ, определение режима течения
- Построение расчетной сетки (ANSYS CFX Mesh или ANSYS ICEM CFD)
- Гидро-, газодинамический расчет и анализ (CFX)
- Оптимизация

Архитектура комплекса ANSYS CFX

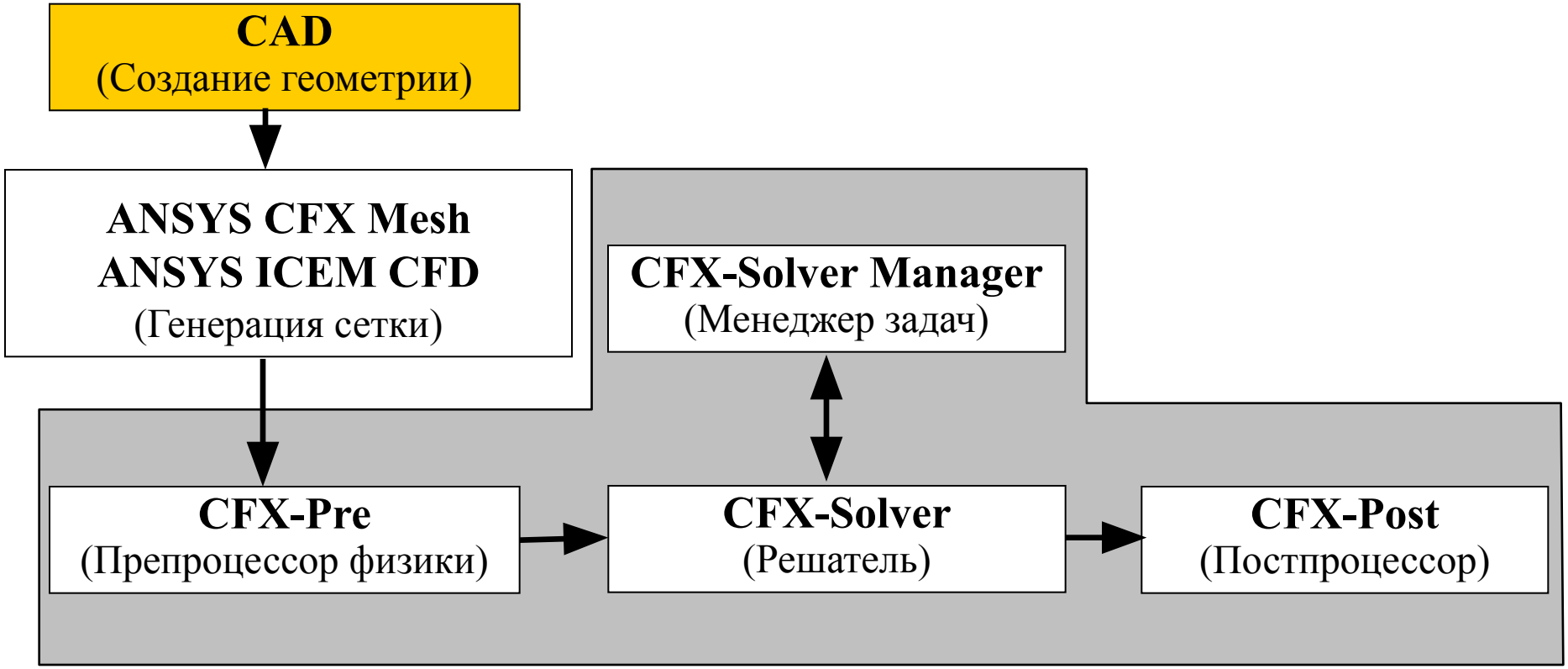


Комплекс ANSYS CFX

- 1. **ANSYS CFX-Pre** – приложение, в котором реализован процесс определения физики поставленной задачи.
- 2. **ANSYS CFX-Solver** – приложение, реализующее процесс решения задачи вычислительной гидродинамики.
- 3. **ANSYS CFX-Post** – это программа, предназначенная для анализа, визуализации и представления результатов, полученных в ходе решения задачи посредством ANSYS CFX Solver.



Архитектура комплекса ANSYS CFX



CAD

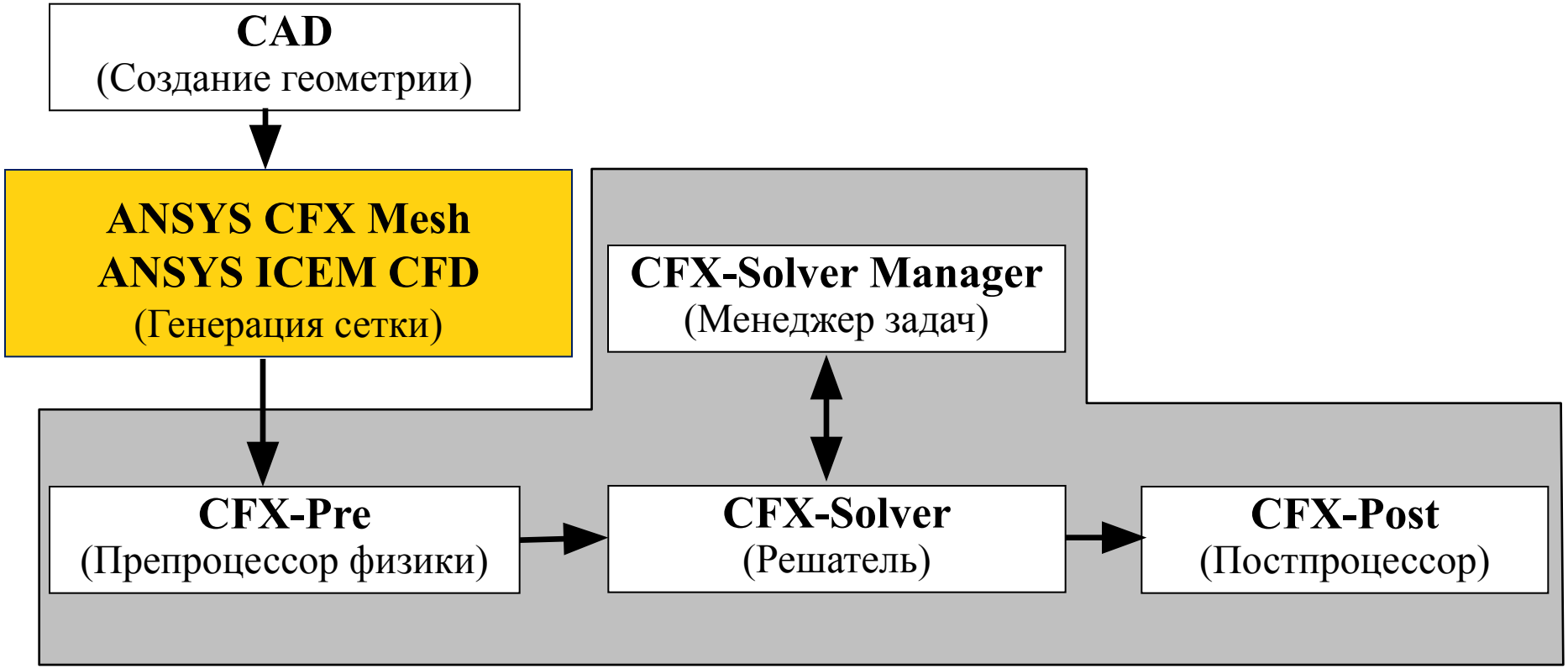
- **Система автоматизации проектных работ** (**САПР**) или **CAD** (англ. *Computer-Aided Design*) — программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и/или 3D моделей.
- В современных системах проектирования CAD получает данные из систем твёрдотельного моделирования CAE (Computer-aided engineering), и передаёт в CAM (Computer-aided manufacturing) для подготовки производства (например генерации программ обработки деталей для станков с ЧПУ или ГАПС (Гибких Автоматизимрованных Производственных Систем)).

CAD

В ANSYS CFX могут импортироваться геометрические данные из CAD:

- Solid Works (машиностроение);
- Solid Edge (2D/3D CAD-система);
- Catia [V5] (аэрокосмическая промышленность);
- BladeGen (лопаточные устройства турбомашин);
- ACIS (3D CAD-система);
- Parasolid и другие.

Архитектура комплекса ANSYS CFX



CFX Mesh

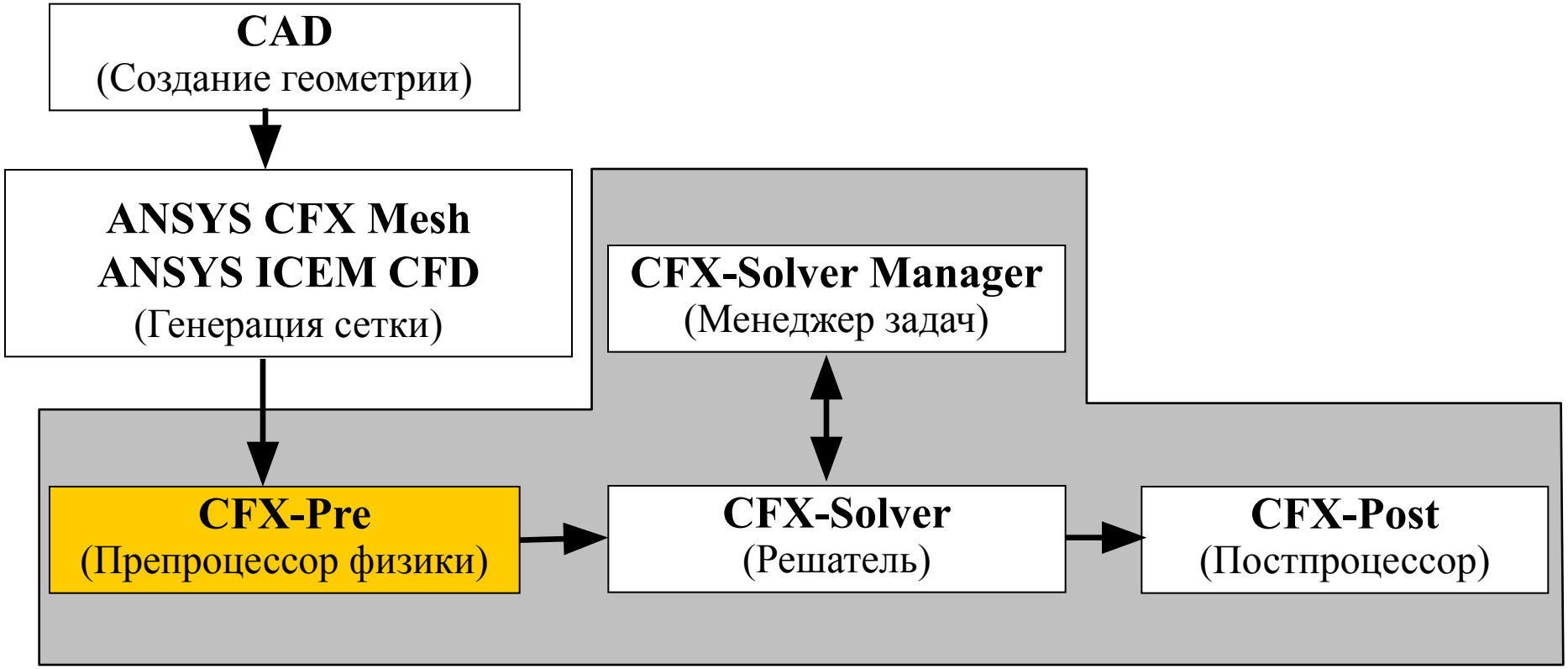
CFX Mesh – приложение генерации сеток. На данном этапе происходит следующее:

- определение геометрии области исследования;
- создание областей потоков жидкостей или газов, твердых областей и задание имен граничным областям;
- установка параметров сетки.

ANSYS ICEM CFD

- **ANSYS ICEM CFD - ** Комплексное решение для задач генерации расчетных сеток любых типов, от структурированной многоблочной до неструктурированной гекса- или тетраэдрической или гибридной.
- **ICEM CFD Tetra -** полностью автоматический генератор неструктурированных объемных тетраэдрических сеток.
- **ICEM CFD HEXA -** создание гексаэдрической сетки в полуавтоматическом режиме на основе любой геометрии.

Архитектура комплекса ANSYS CFX



ANSYS CFX-Pre

Физический препроцессор **ANSYS CFX-Pre** импортирует сетку, созданную генераторами сеток:

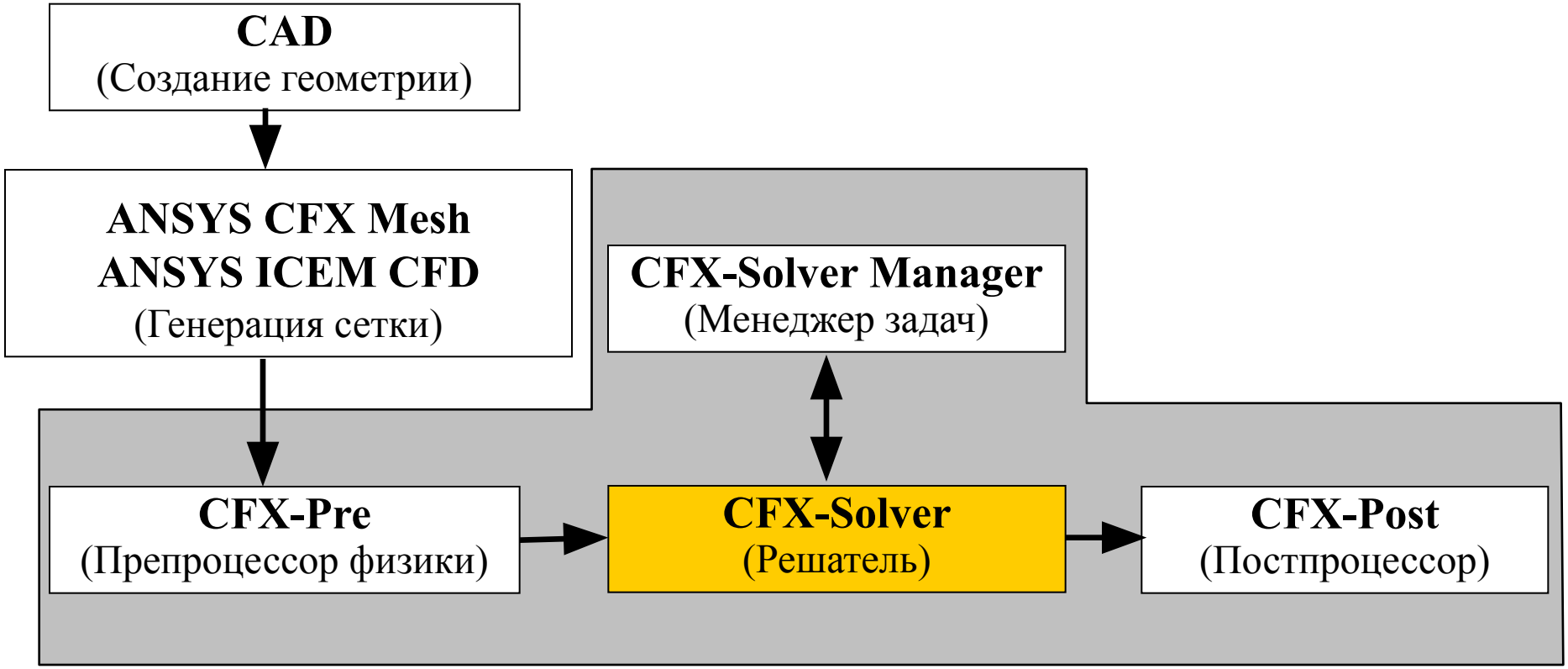
- CFX Mesh;
- ICEM CFD;
- ANSYS;
- ANSYS Meshing;
- FLUENT;
- Nastran
- и другие.

ANSYS CFX-Pre

ANSYS CFX-Pre реализует процесс определения физики задачи:

- физической модели;
- ее параметров и характеристик;
- граничные условия (входные, выходные);
- модель теплообмена.

Архитектура комплекса ANSYS CFX



ANSYS CFX-Solver

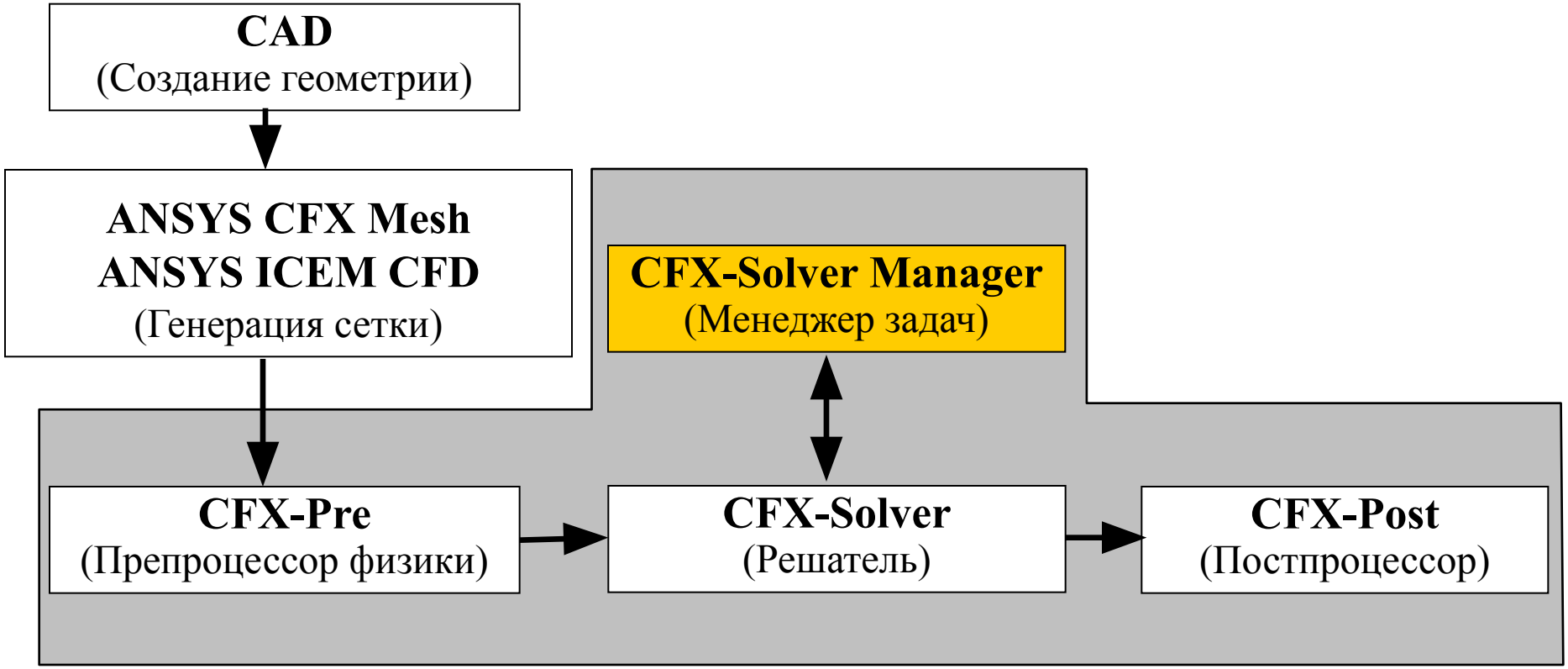
Решатель **ANSYS CFX - Solver** импортирует задачу, поставленную посредством ANSYS CFX-Pre.

ANSYS CFX-Solver

ANSYS CFX - Solver реализует процесс решения задачи вычислительной гидро- или газодинамики, т.е. производит поиск решения всех требуемых переменных:

- уравнения в частных производных интегрируются по всему объему задачи в области исследования, соответствует применению закона сохранения (масс или момента) к каждой исследуемой области;
- полученные интегральные уравнения преобразуются в систему алгебраических уравнений путем аппроксимирования членов в интегральных уравнениях;
- алгебраические уравнения решаются численным методом.

Архитектура комплекса ANSYS CFX

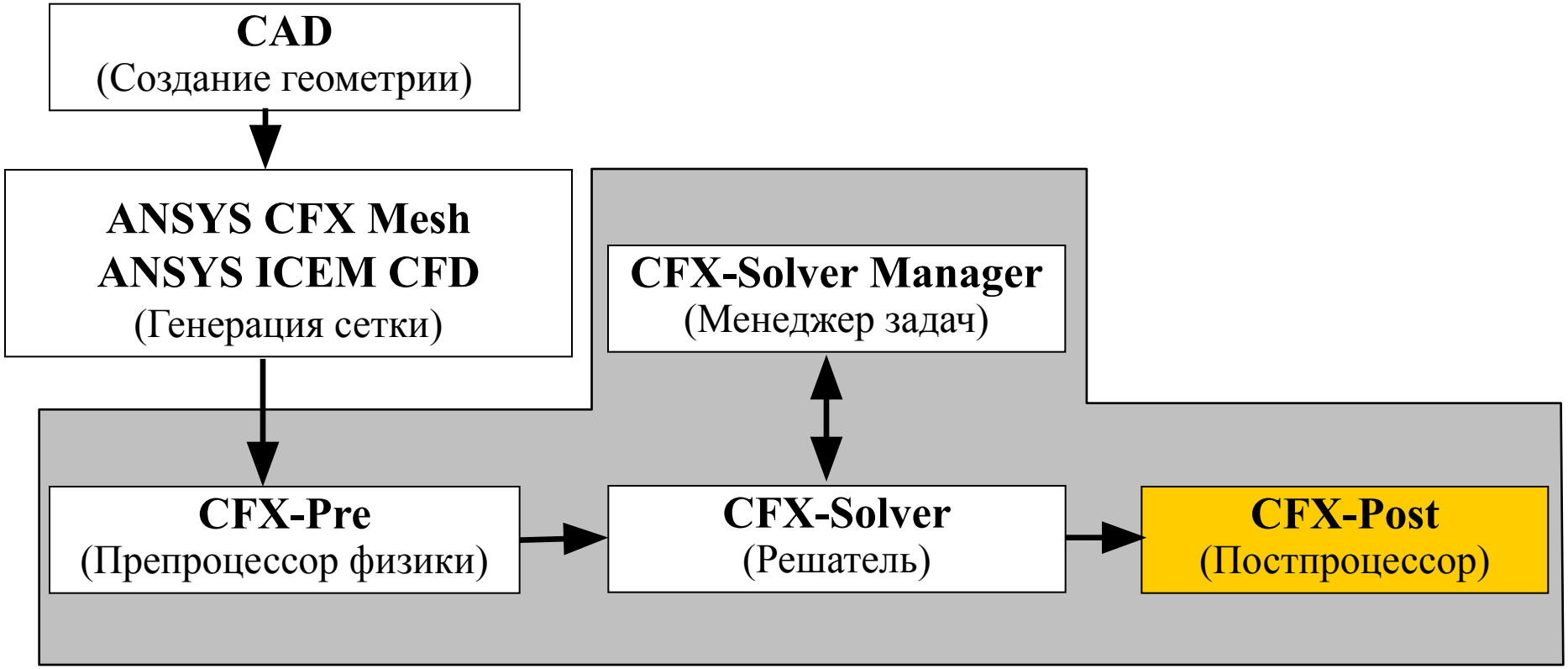


ANSYS CFX-Solver Manager

ANSYS CFX-Solver Manager – это надстройка над CFX-Solver. Она позволяет:

- контролировать ход решения задачи;
- определять входные файлы решателя;
- запускать или приостанавливать CFX-Solver ;
- контролировать процесс решения задачи;
- устанавливать CFX-Solver для проведения параллельных вычислений.

Архитектура комплекса ANSYS CFX



ANSYS CFX-Post

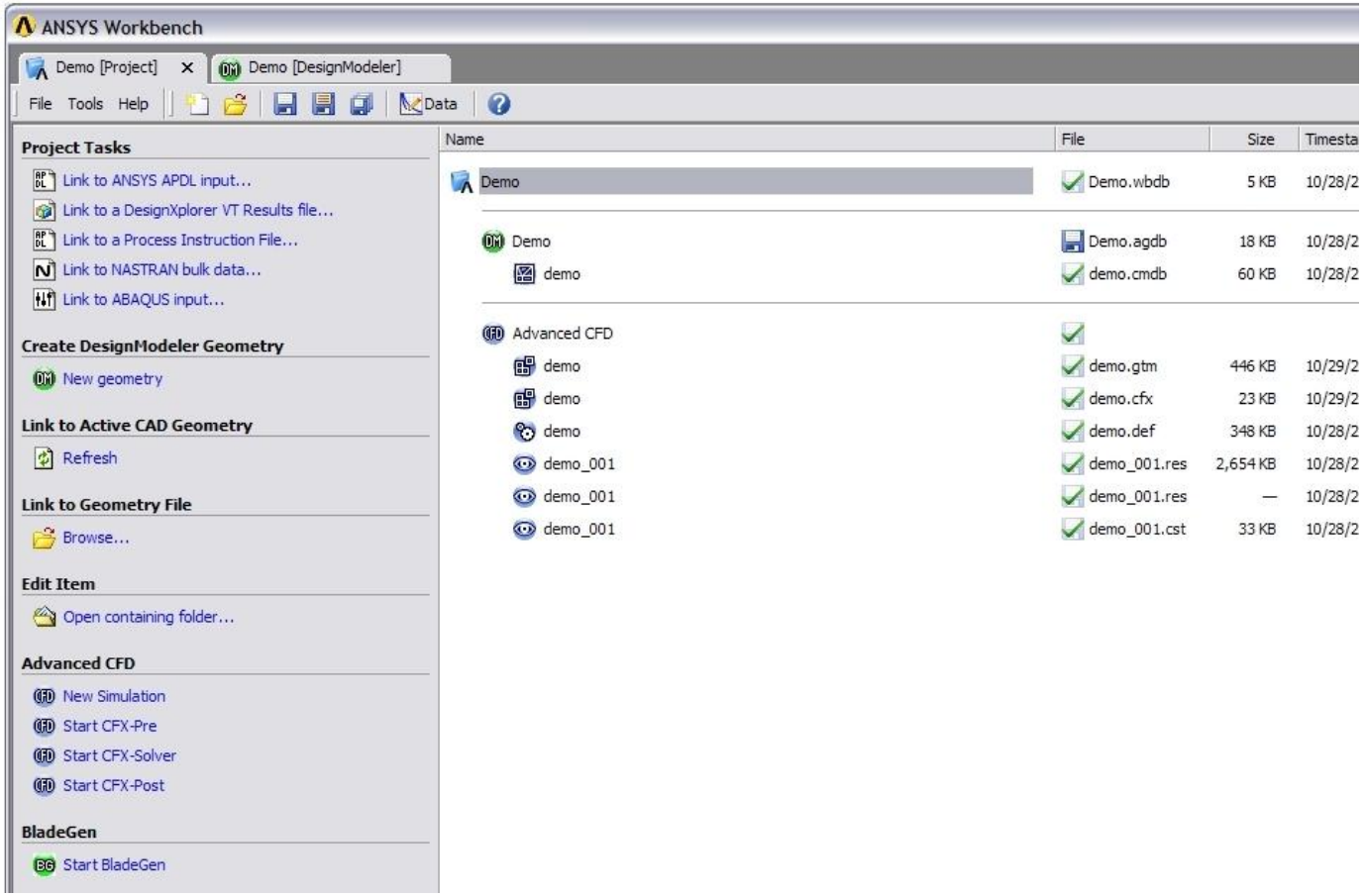
Постпроцессор **ANSYS CFX-Post** предназначен для анализа, визуализации и представления результатов, полученных в ходе решения задачи посредством ANSYS CFX-Solver. Для этого используются следующие средства:

- визуализация геометрии и исследуемых областей;
- векторные графики для визуализации направления и величины потоков;
- визуализация изменения скалярных величин (такие как температура, давление) внутри исследуемой области.

ANSYS Workbench

ANSYS Workbench входит в состав комплекса ANSYS и обеспечивает унифицированную инструментальную среду для разработки и управления разнообразной CAE-информацией.

ANSYS Workbench

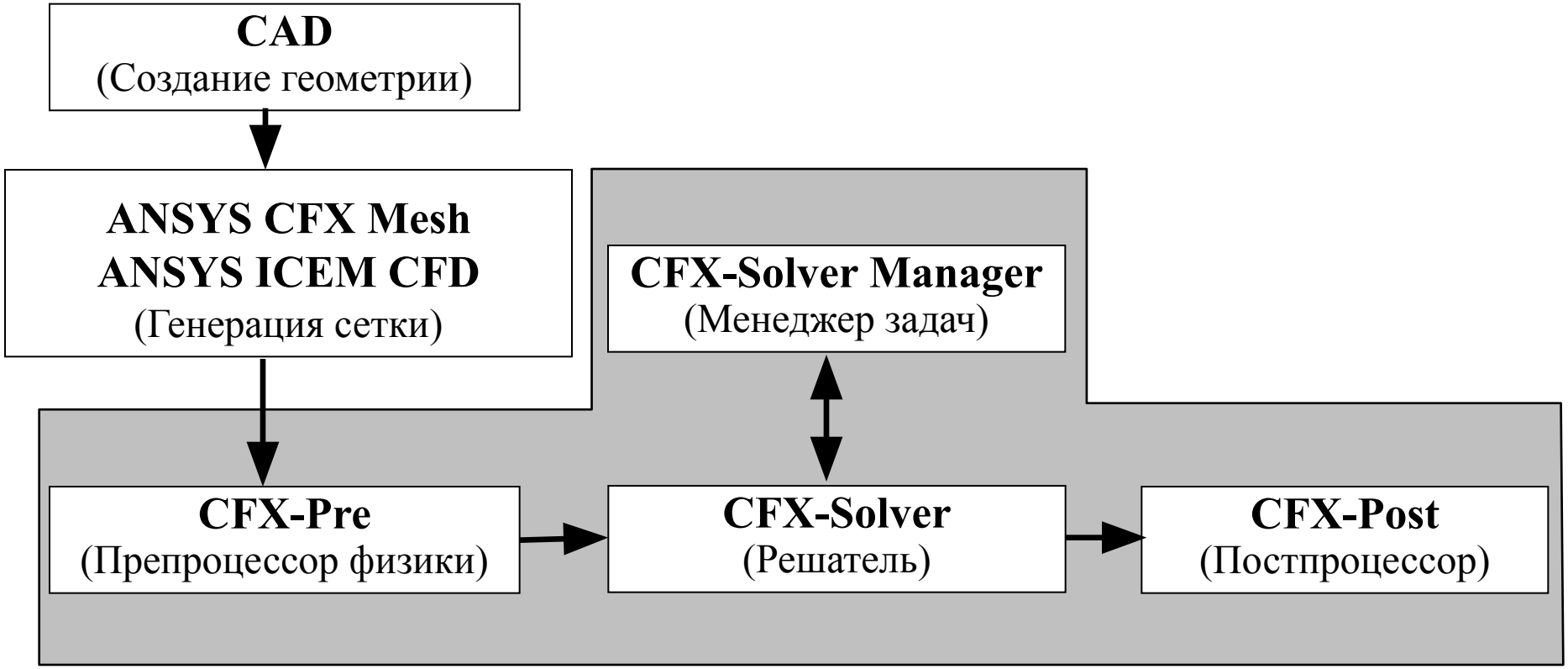


ANSYS Workbench

ANSYS Workbench включает следующие приложения:

- DesignModeler;
- CFX-Mesh;
- Simulation;
- FE Modeler;
- DesignXplorer;
- Engineering Data;
- Customization and the Workbench SDK.

Архитектура комплекса ANSYS CFX

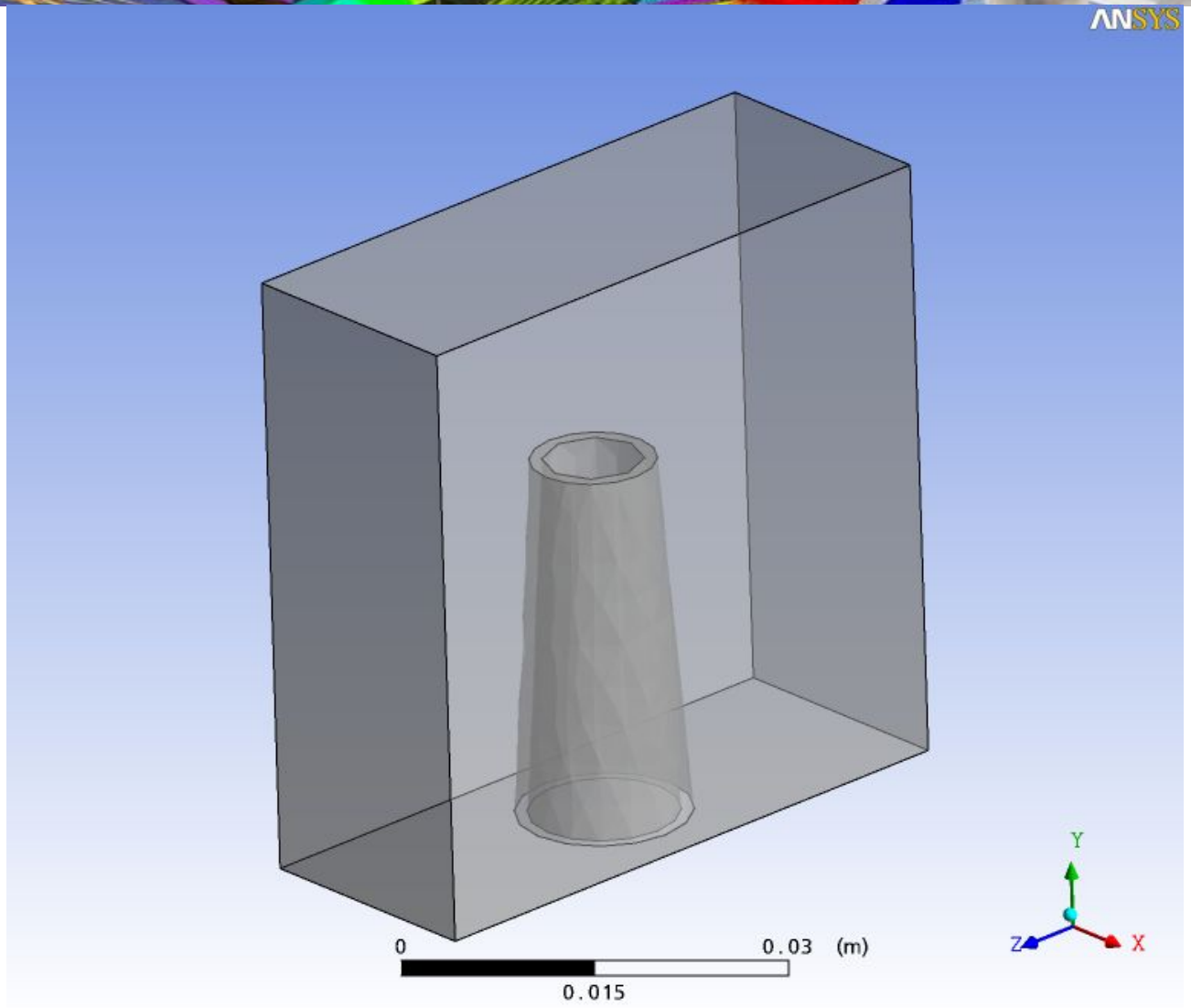


Решение типовой задачи

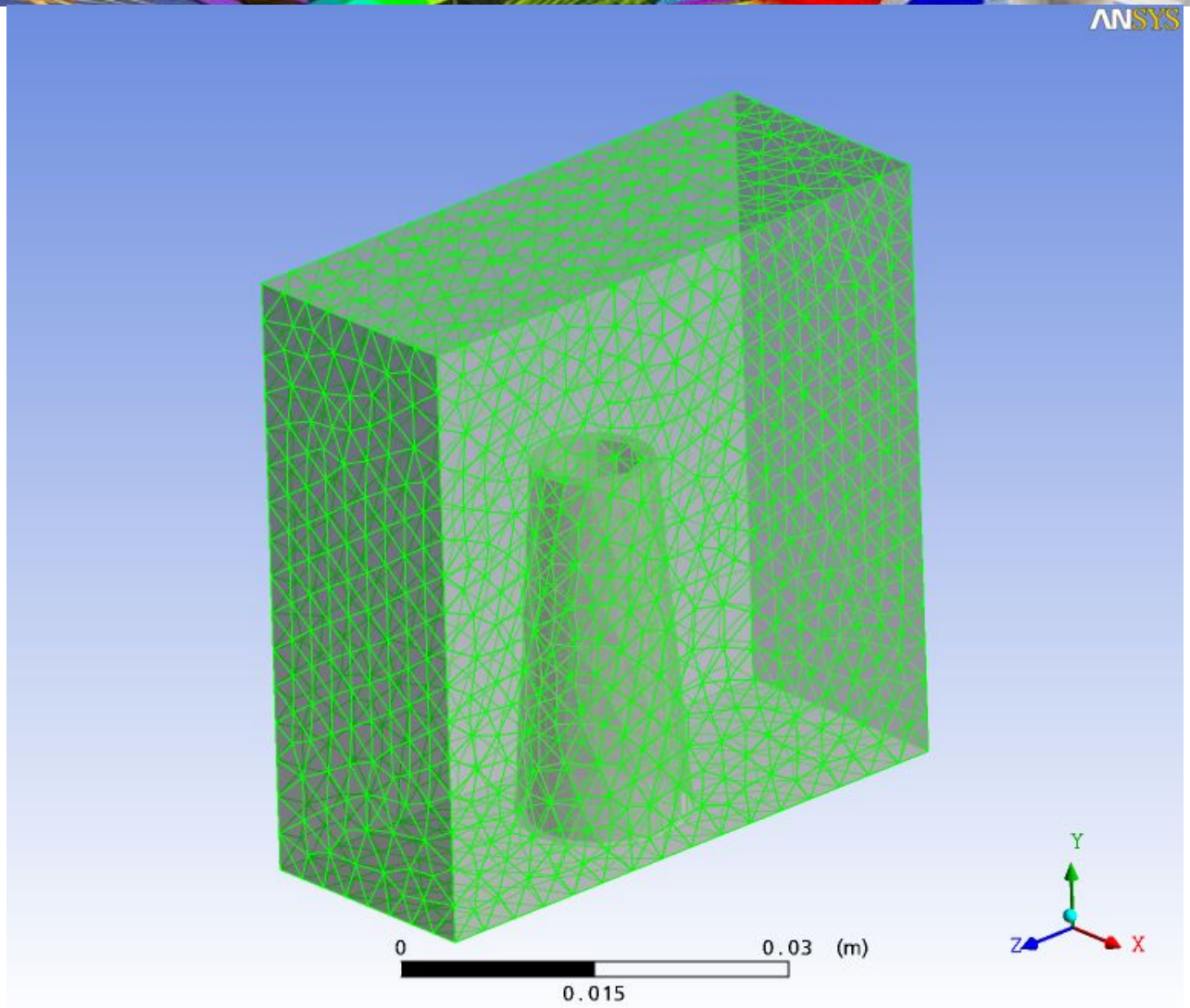
Решим задачу обтекания трубы потоком воздуха. Для этого:

- создадим геометрию исследуемой области;
- сформируем на ее основе сетку;
- определим физику задачи;
- запустим процесс решения;
- визуализируем результат.

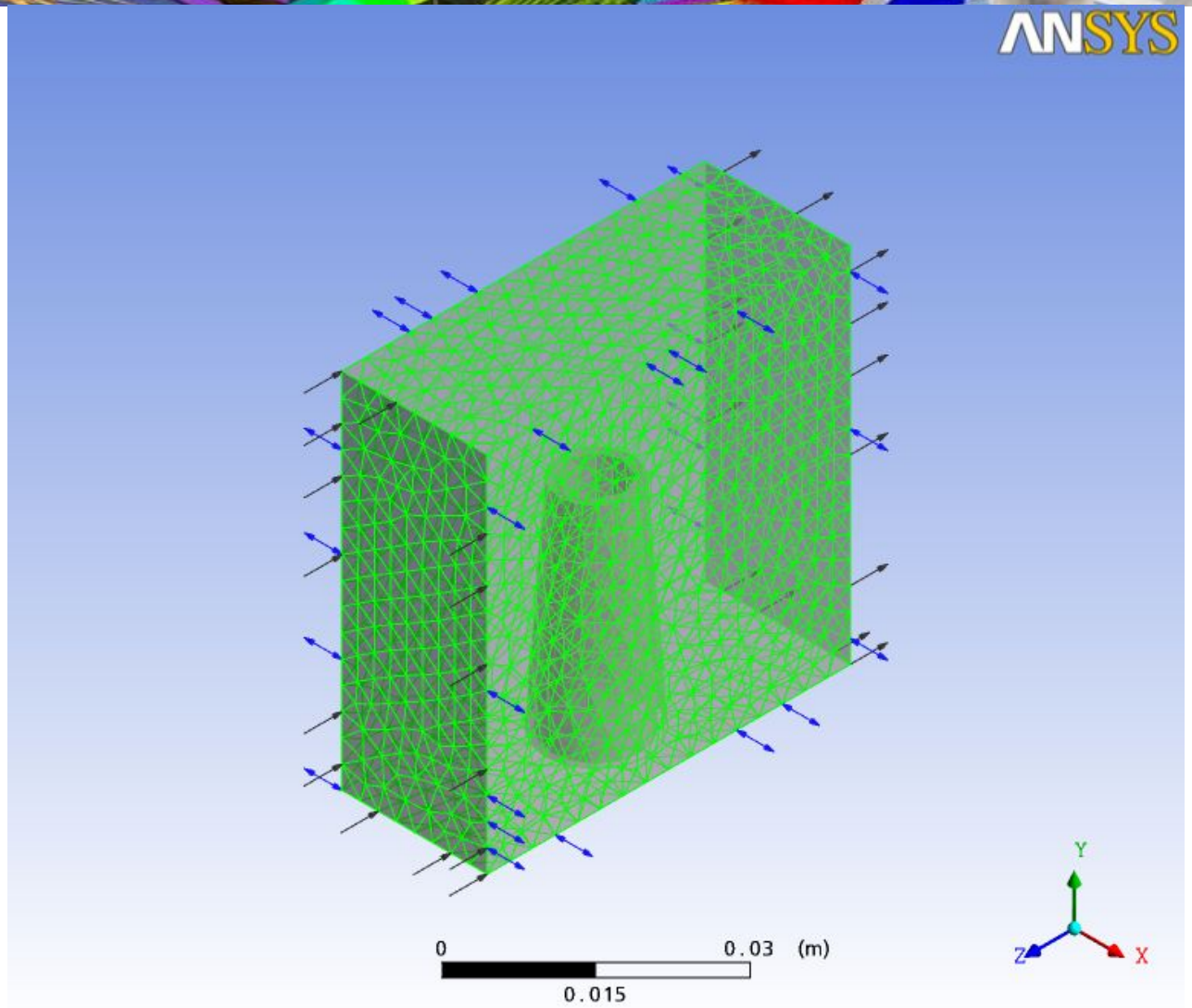
ANSYS DesignModeler



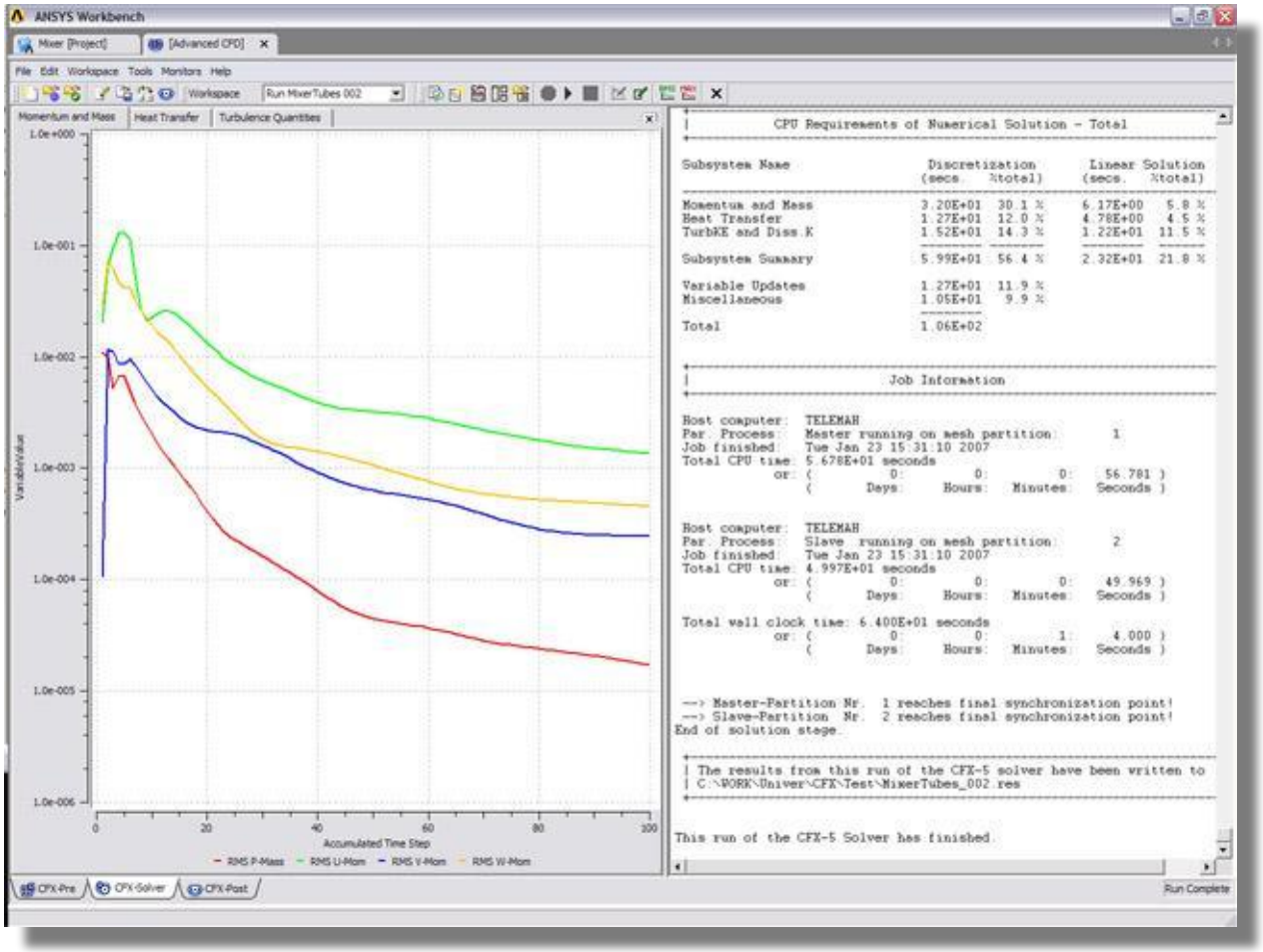
ANSYS CFX Mesh



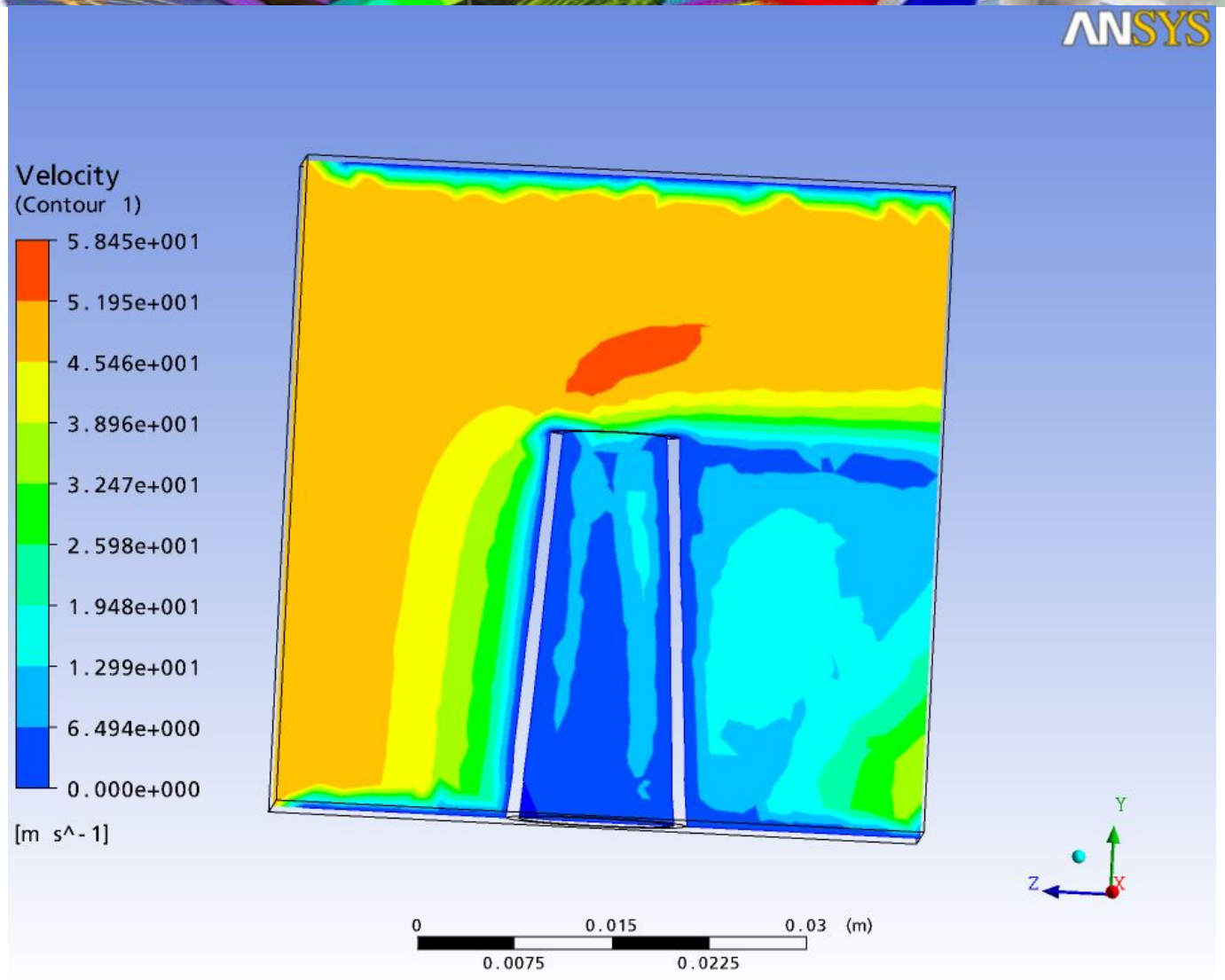
ANSYS CFX-Pre



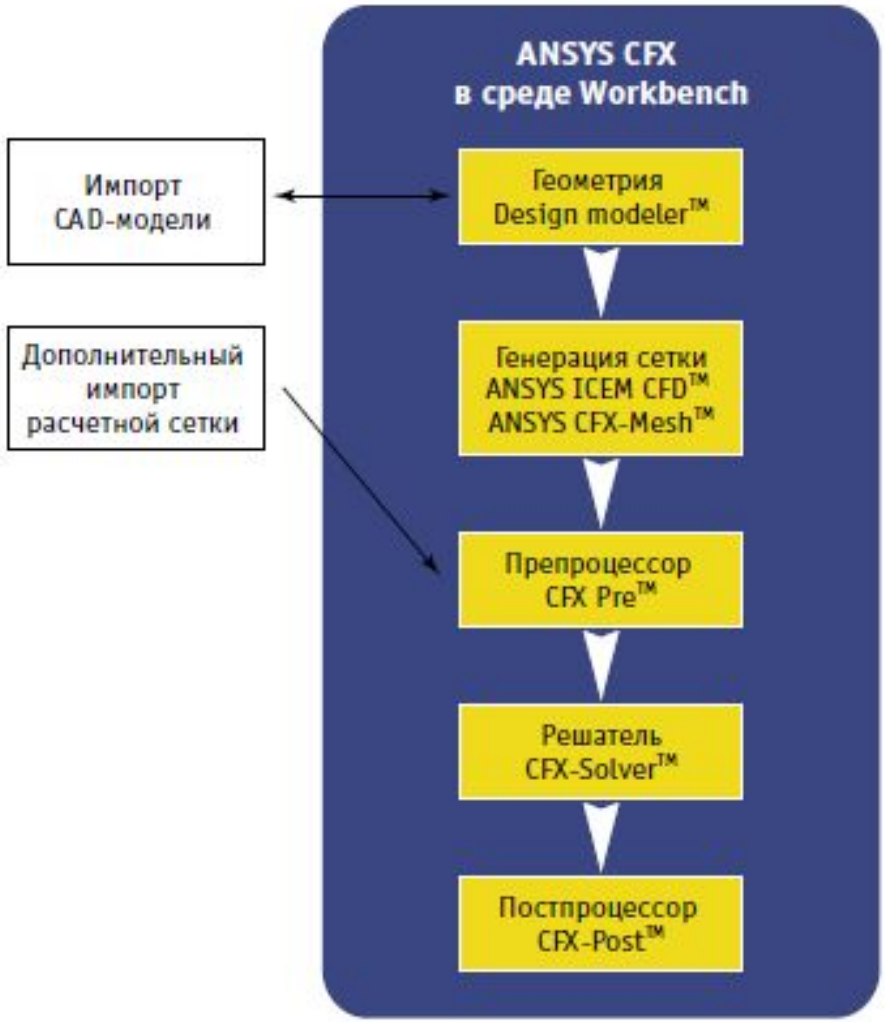
ANSYS CFX-Solver



ANSYS CFX-Post



ANSYS CFX в среде Workbench

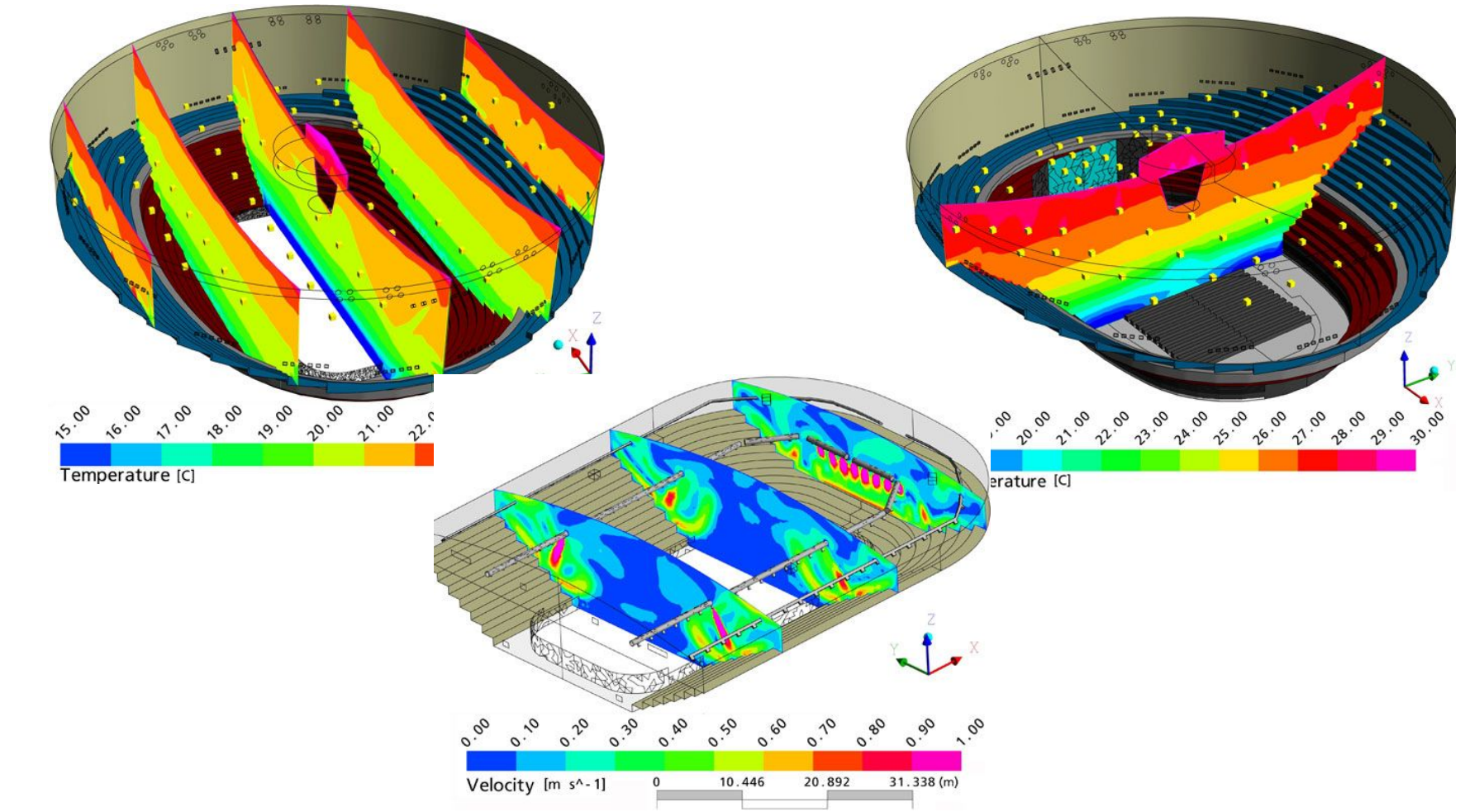


Области применения

- **Аэрокосмическая промышленность:** процессы обтекания тел, химические процессы горения в ДВС, реактивное движение, турбулентные потоки в жидких и газообразных средах, смеси газов
- **Турбомашиностроение:** потоки в турбинах, процессы вращения турбин
- **Нефтегазовая и химическая промышленность:** химические процессы горения, процессы течения
- **Автомобилестроение:** обтекание тел, процессы вентиляции, процессы горения в ДВС, процессы теплообмена
- **Судостроение и морская техника:** процессы обтекания
- **Теплоэнергетика**
- **Вентиляция и кондиционирование**
- **Биомедицинские приложения:** моделирование течения жидкостей организма; моделирование процессов теплообмена
- **Микроэлектромеханические системы MEMS:** моделирование процессов теплообмена

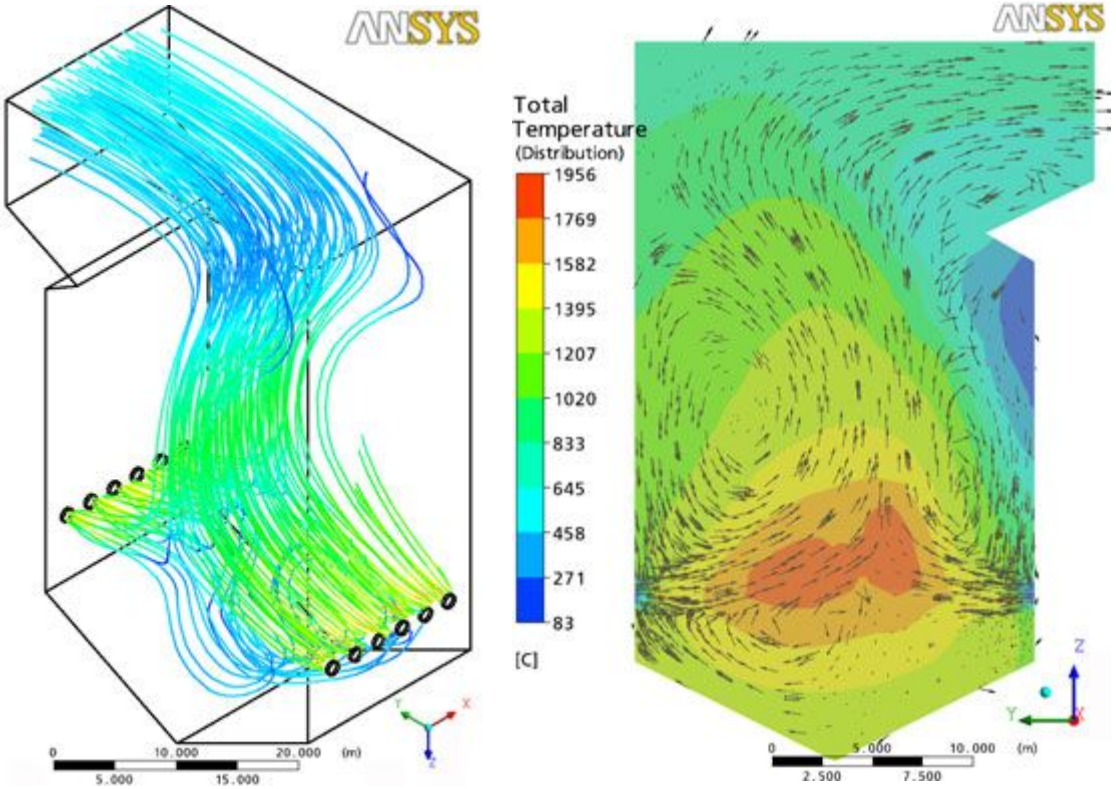
Примеры расчета

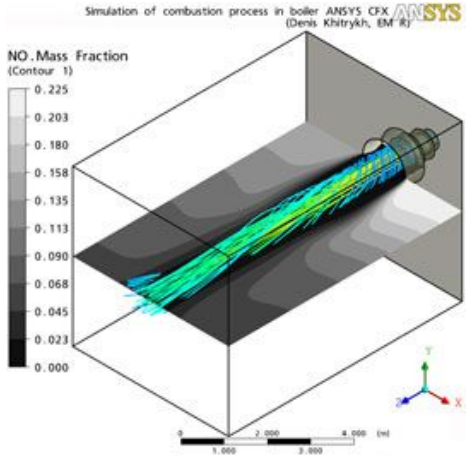
- Расчет системы вентиляции стадиона «Арена «Ходынка»

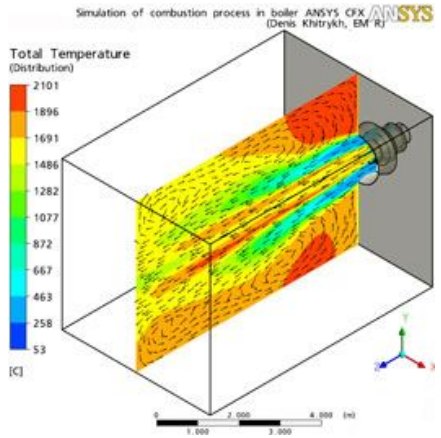


Примеры расчета

- Моделирование процессов горения, тепло и массообмена в топках котлов на пылевидном топливе



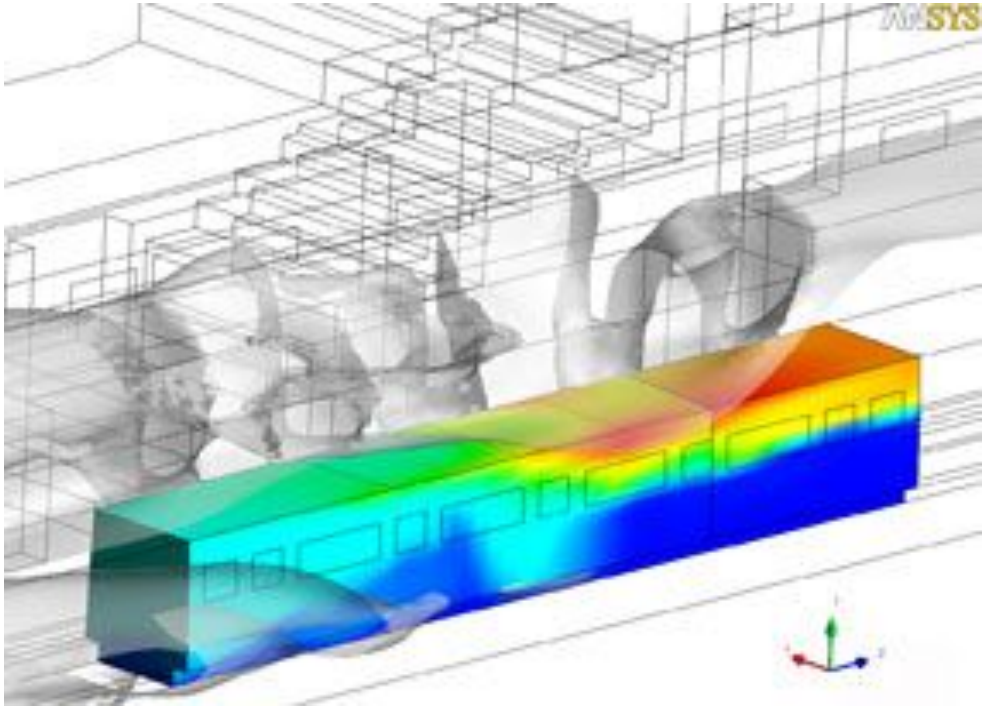




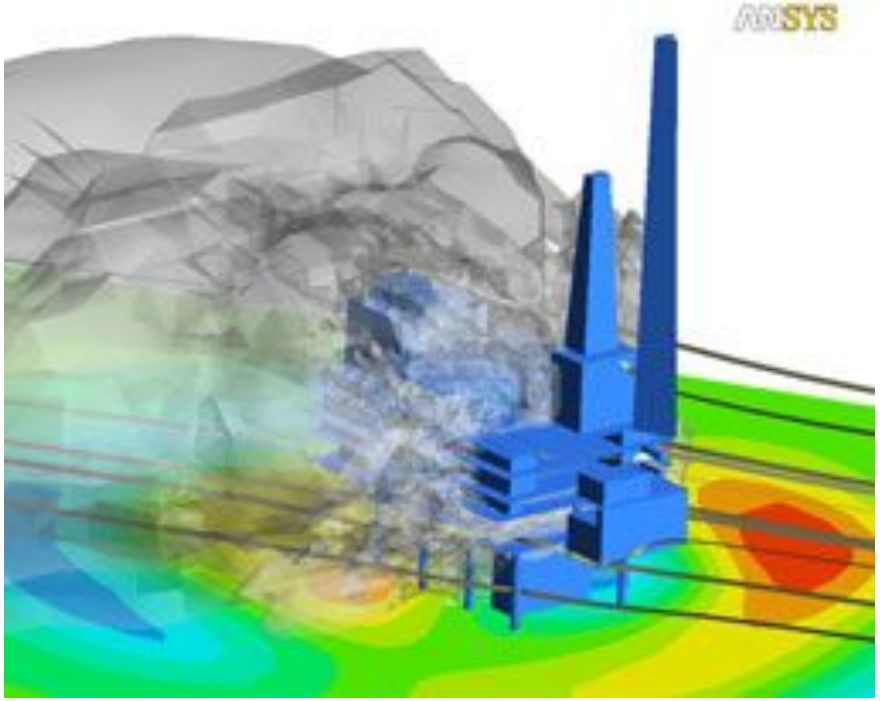
Общая структура течения в топочной камере и распределение температуры в топке 120 МВт котла

Примеры расчета

- Численный анализ пожаровзрывоопасности объектов нефтегазовой отрасли, промышленности и строительства



Изоповерхность концентрации углерода в момент времени t = 120 сек (CFX-Post)

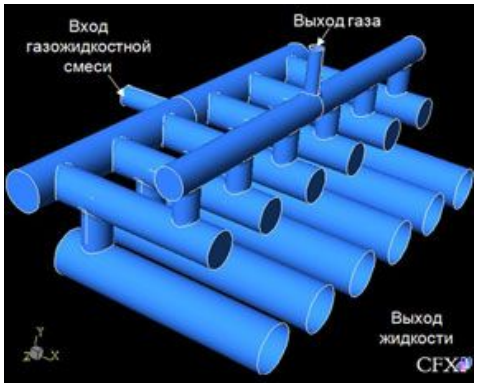


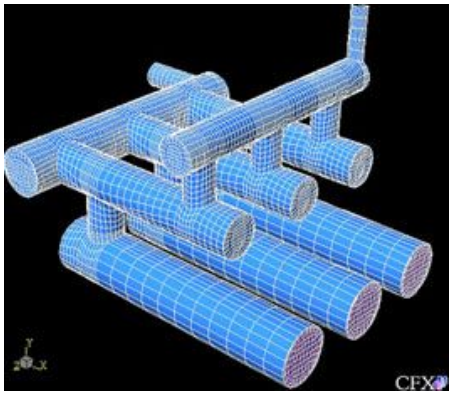
Моделирование утечки газа и образования взрывоопасной смеси на морской нефтяной платформе

Примеры расчета

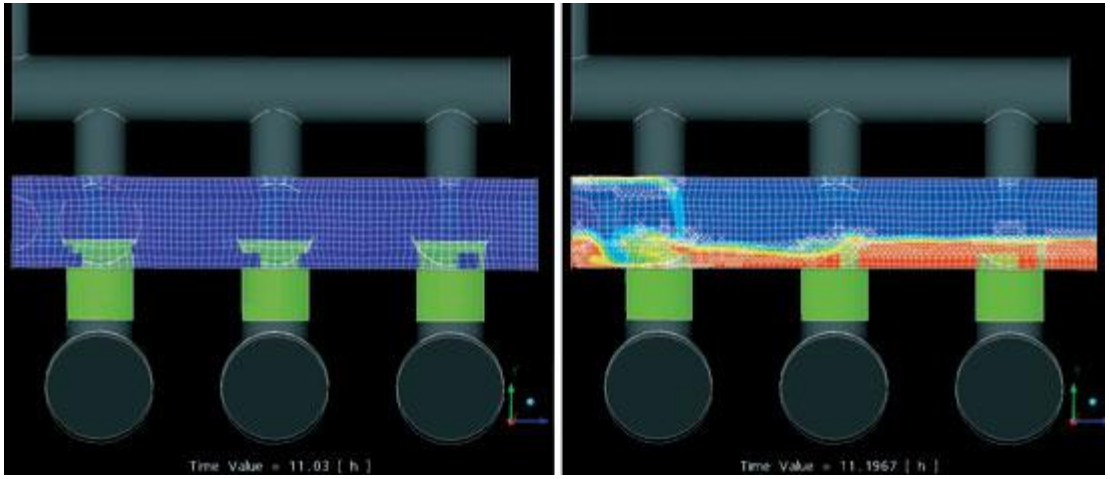
- Моделирование течения многофазного потока в трубопроводе с ловушкой для конденсата

На фотографии ловушки для конденсата





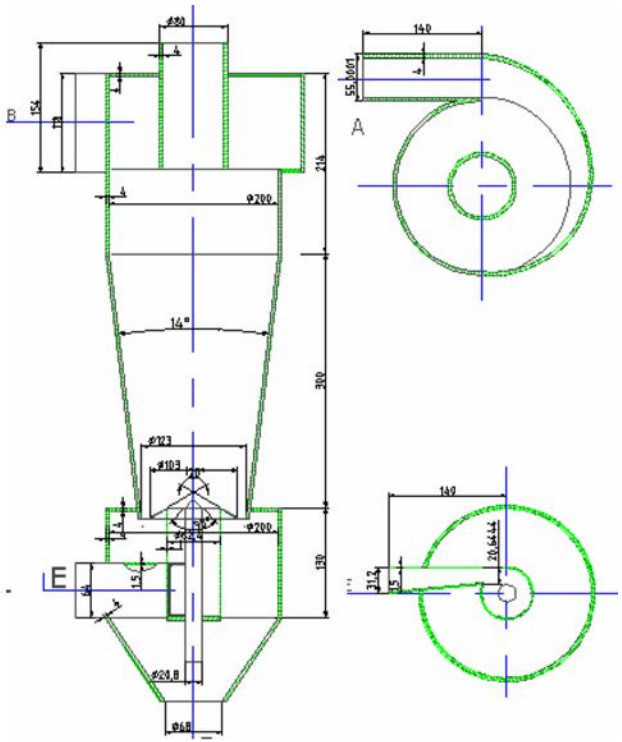
Внешний вид расчетной сетки до адаптации

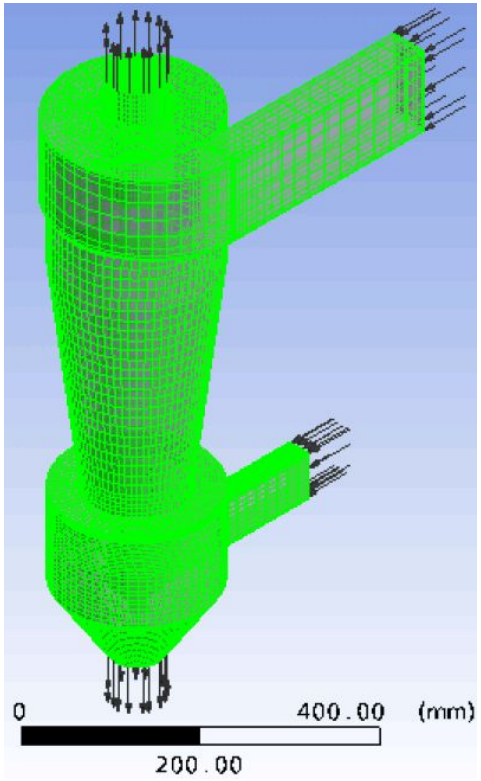


Пример нестационарной адаптации сетки на границе раздела газ-жидкость: синий цвет отображает газ, красный - жидкость.

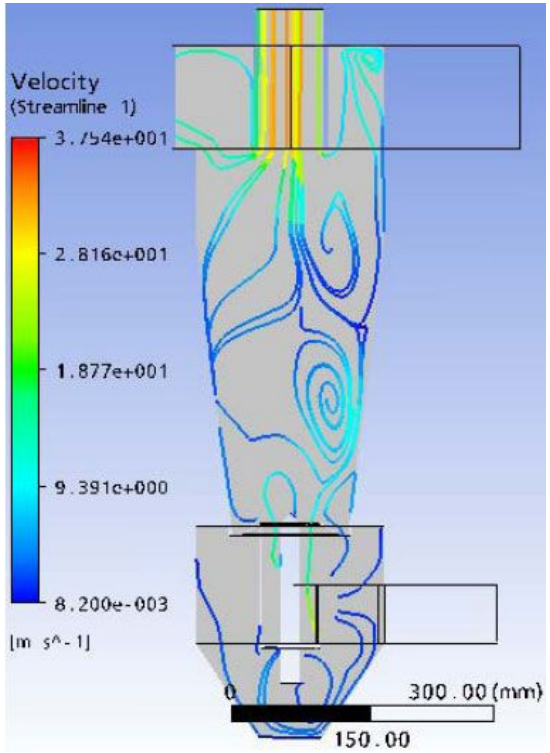
Примеры расчета

- Аппарат со встречно-закрученными потоками





Общий вид расчетной области.



Картина течения в осевом сечении аппарата.