

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное использование открытых пакетов SALOME, CalculiX, OpenFOAM для создания расчётных сеток в задачах МСС

Калиш С.А. (НИЦ «Курчатовский институт»)
Крапошин М.В. (НИЦ «Курчатовский институт»)
Тагиров А.М. (НИЦ «Курчатовский институт»)
Сибгатуллин И.Н. (НИИ механики МГУ им.
Ломоносова)
Стрижак С.В. (МГТУ им. Баумана)



ВВЕДЕНИЕ

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

- Скачать репозиторий и проверить окружение
[https://unihub.ru/tools/unicfdc04/svn/trunk/
data](https://unihub.ru/tools/unicfdc04/svn/trunk/data)



ВВЕДЕНИЕ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

- Ознакомление с современным открытым инструментарием построения сеток для задач механики сплошных сред
- Ознакомление с базовыми принципами построения сеток и контроля их качества
- Освоение навыков эффективной работы с наиболее известными открытыми пакетами для построения сеток
- Исследование возможностей взаимодействия конечно-элементных и конечно-объёмных пакетов



ВВЕДЕНИЕ

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТОК

Численная сетка — дискретное представление геометрической области, в которой решается задача.

Основные типы сеток:

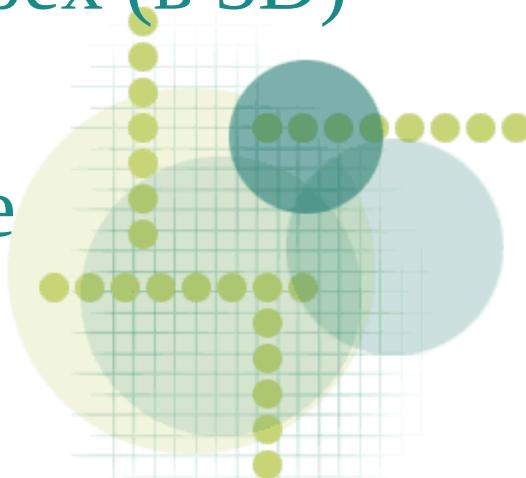
- 1) Структурированные (регулярные) сетки, в том числе
 - ортогональные
 - неортогональные
 - Н-типа, О-типа, С-типа
- 2) Блочно-структурные сетки, в том числе:
 - сетки с совмещением на внутренних границах
 - сетки без совмещений на внутренних границах
 - композитные сетки или химеры
- 3) Неструктурированные сетки



ВВЕДЕНИЕ

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ(РЕГУЛЯРНЫЕ) СЕТКИ

- Структурированные (регулярные) состоят из семейств линий, таких что члены одного семейства не пересекаются между собой и пересекают любую линию из другого семейства только один раз.
- В структурированных сетках положение любой точки сетки (или контрольного объема) в области уникально определяется набором двух (в 2D) или трех (в 3D) индексов, например, (i, j, k) .
- Логически эквивалентна декартовой сетке



ВВЕДЕНИЕ

СВОЙСТВА СТРУКТУРИРОВАННЫХ СЕТОК

Достоинства:

- Простота описания: один из индексов каждой соседней точки P отличается на 1 от соответствующего индекса точки P .
- При дискретизации уравнений в ч. п. результирующая матрица системы алгебраических уравнений обладает регулярной структурой, что может использовано при разработке метода решения

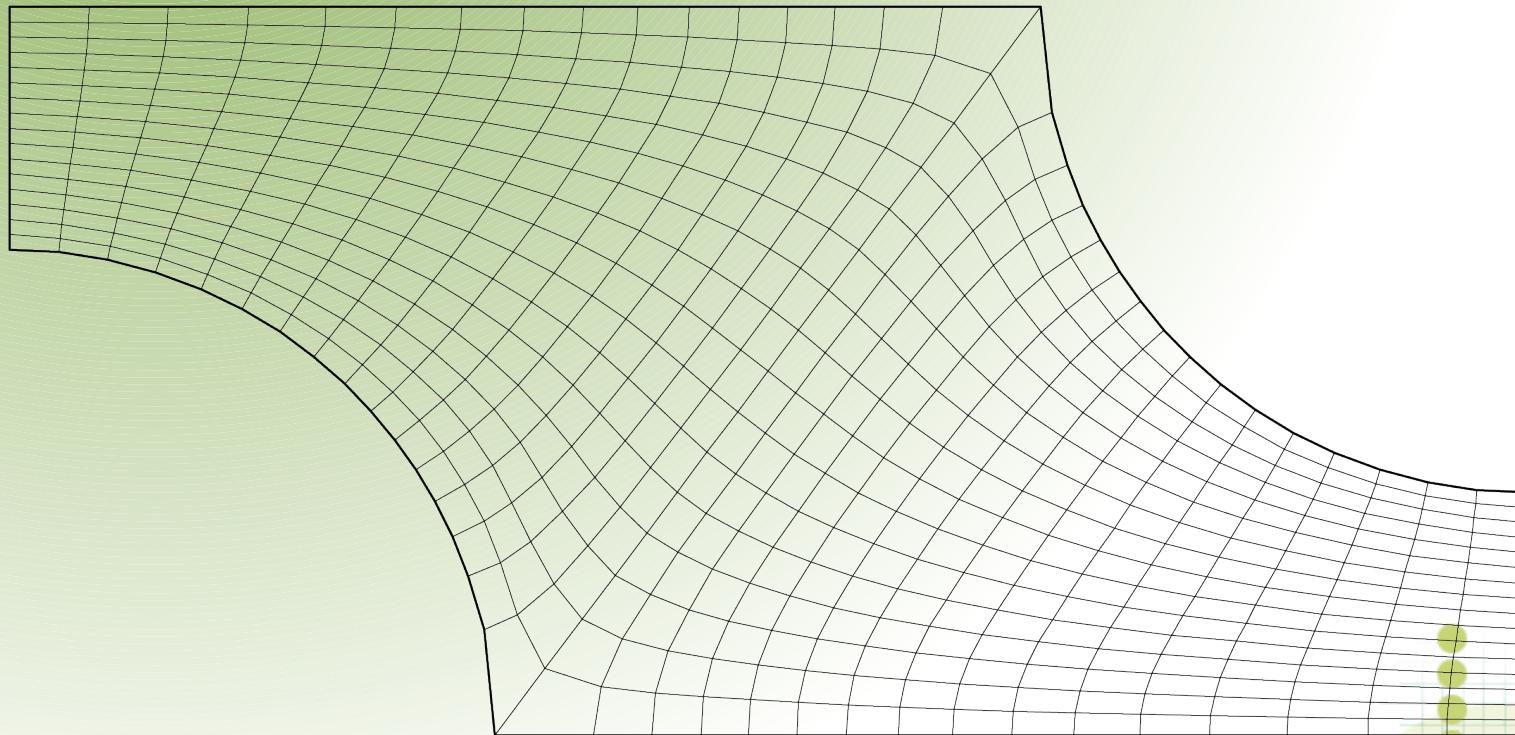
Недостатки:

- Применение только в простых геометриях расчетной области
- Измельчение сетки в одной области влечет слишком мелкую сетку в других областях решения и бесполезную трату ресурсов. Длинные узкие ячейки могут плохо влиять на сходимость.



ВВЕДЕНИЕ

ПРИМЕР СТРУКТУРИРОВАННОЙ НЕОРТОГОНАЛЬНОЙ СЕТКИ Н-типа

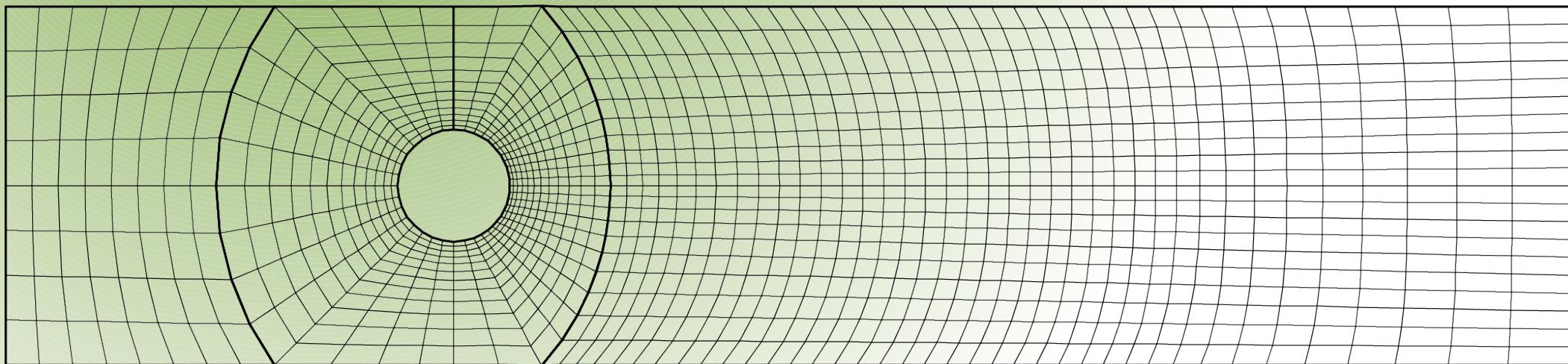


Двумерная структурированная неортогональная сетка, разработанная для расчета течения в симметричном фрагменте пучка труб (элемент ячейки периодичности)

Н-тип сетки при отображении на прямоугольник имеет четыре различные грани — северную, южную, западную и восточную

ВВЕДЕНИЕ

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕТКИ О-типа, БЛОЧНО-СТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕТКИ

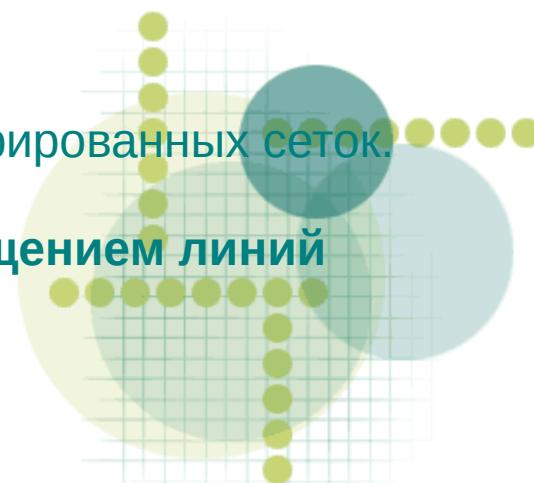


В сетках **О-типа** линии одного из семейств замкнуты.
Для определения координат необходимо ввести разрез,
на котором координат испытывает скачек.

Блочно-структуриванные сетки состоят из набора структурированных сеток.

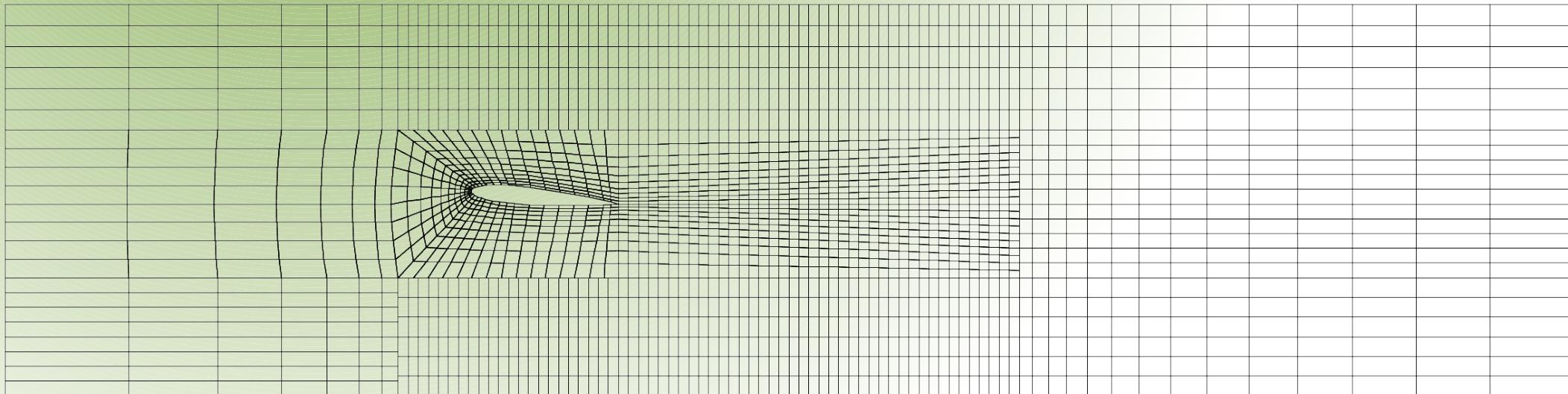
На рисунке показана блочно-структуриванная сетка с **совмещением линий на границах**.

Внешняя сетка является сеткой **H-типа**.

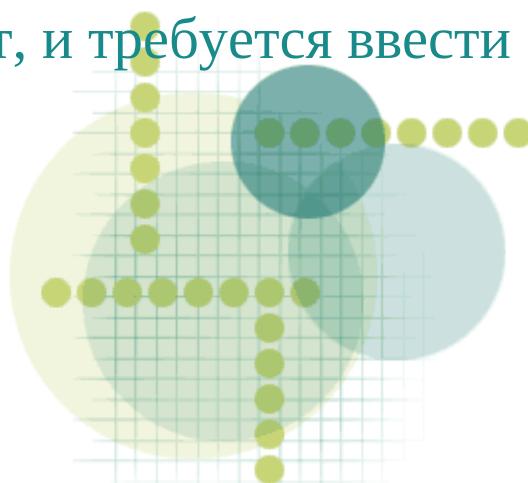


ВВЕДЕНИЕ

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕТКИ С-типа, БЛОЧНО-СТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕТКИ БЕЗ СОВМЕЩЕНИЙ НА ИНТЕРФЕЙСАХ

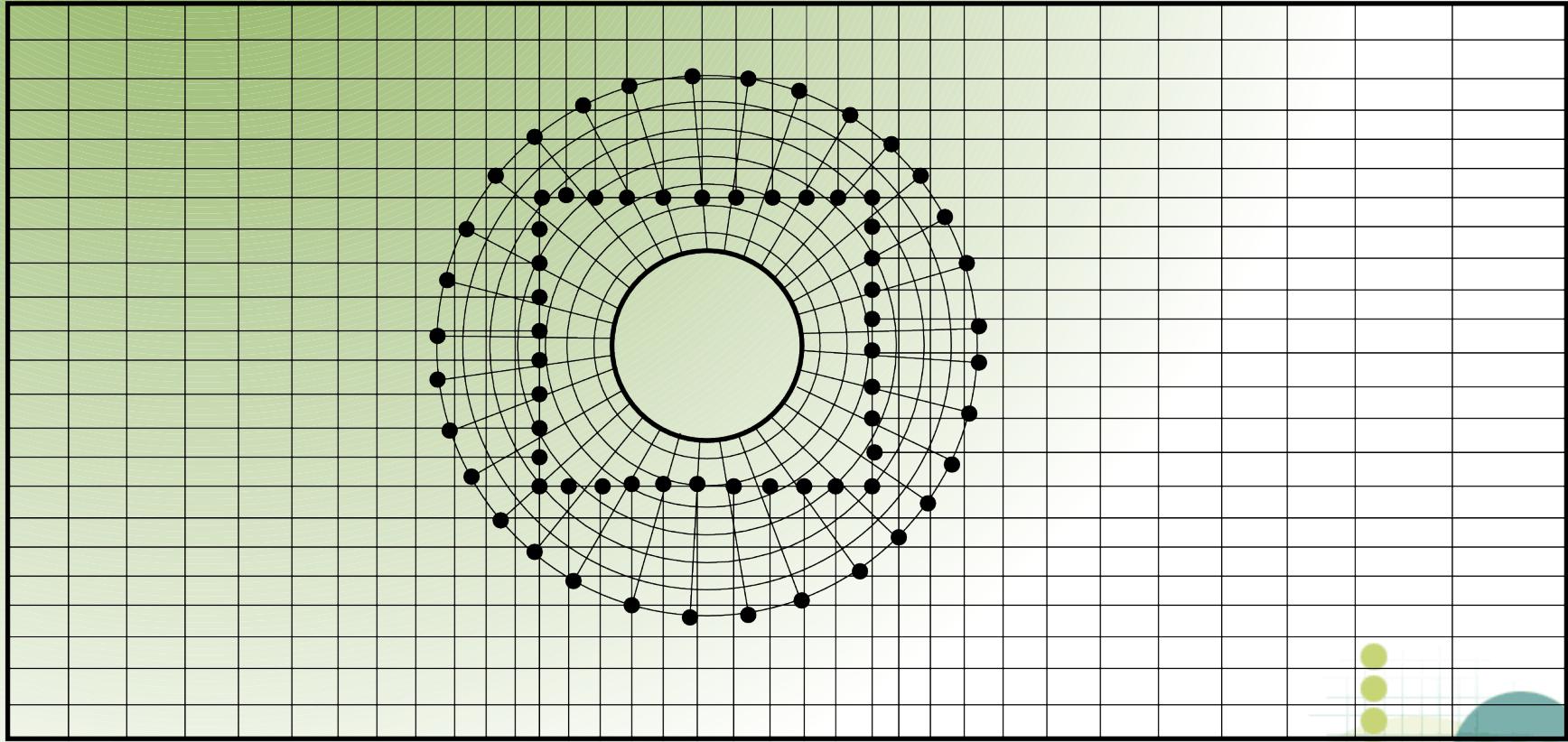


- В сетках С-типа точки на части одной из линий совпадают, и требуется ввести разрез аналогично разрезу на сетках типа О.
- Такой тип часто используется для тел с острыми кромками
- На рисунке показана блочно-структурная сетка без совмещений линий на границах



ВВЕДЕНИЕ

КОМПОЗИТНЫЕ СЕТКИ



Композитная двумерная сетка для расчета обтекания цилиндра в канале

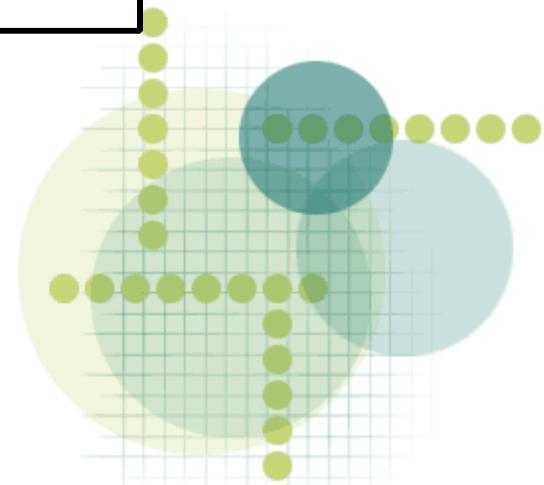
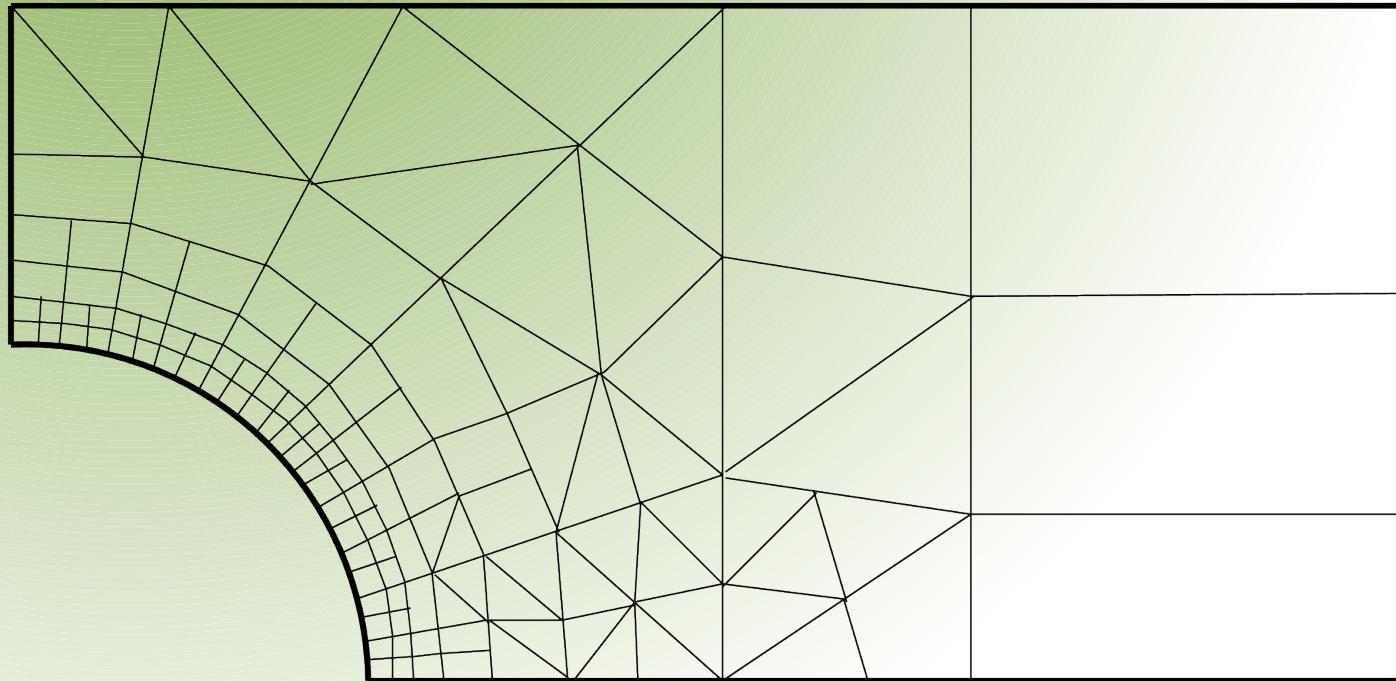
Композитные сетки или **химеры** или **погруженные сетки** - блочно-структурированные сетки с перекрывающимися блоками

Достоинство: можно использовать для двигающихся тел.

Недостаток: на границах трудно соблюдать консервативность численных методов

ВВЕДЕНИЕ

НЕСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СЕТКИ



ВВЕДЕНИЕ

СТРУКТУРА КУРСА

- День 1
 - Создание блочно-структурных сеток — blockMesh
 - Структурный Анализ. МКЭ - CalculiX GraphiX, CalculiX CrunchiX
 - Ручная параметризация
 - Построение неструктурных сеток с помощью snappyHexMesh
 - Демонстрация и самостоятельная работа
- День 2
 - SALOME, построение геометрии
 - Параметризация геометрии в salome
 - Построение сеток в SALOME
 - Демонстрация и самостоятельная работа



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА - Создание блочно-структурных сеток - blockMesh

- Рассматриваются принципы создания блочно-структурных сеток средствами OpenFOAM:
 - Задание вершин
 - Топологии
 - Внешних границ
 - Ориентирование
 - Склейвание блоков



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — Структурный Анализ. МКЭ - CalculiX GraphiX, CalculiX CrunchiX

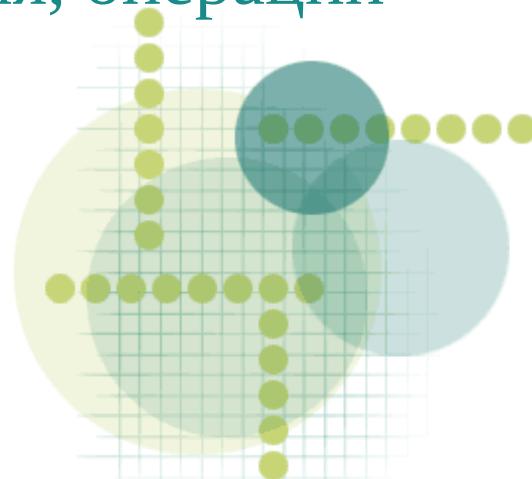
- Создание конечно-элементных сеток средствами CalculiX
- Работа в пакетном и интерактивном режимах
- Типы элементов
- Сохранение данных
- Основы использования пакета для решения задач статической прочности с помощью МКЭ
- Задание исходных данных



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — Ручная параметризация

- Даются основы использования языков высокого уровня для параметризации сеток, представляемых в виде текстовых файлов:
 - Основные принципы параметризации текстовых файлов
 - Язык bash — основные определения, операции ветвления и циклов
 - Язык макроподстановок m4
 - Язык Perl — работа с текстом



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — построение неструктурированных сеток с помощью snappyHexMesh

- Описание утилиты snappyHexMesh:
 - Принцип работы утилиты
 - Формат исходных данных
 - Уровни разбиения сетки: а) построение «зазубренной» сетки, б) привязка узлов к исходной геометрии, в) построение призматических слоёв
 - Контроль качества сетки



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — Самостоятельная работа, 1

- Для получения практических навыков в использовании blockMesh, CalculiX, snappyHexMesh и ручной параметризации рассматриваются примеры:
 - Напряженно-деформированное состояние балки
 - НДС пластины с вырезанным в центре цилиндром
 - Анализ сеточной сходимости, сравнение МКО и МКЭ



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — SALOME, построение геометрии

- Подходы к созданию геометрии в SALOME
- Работа с геометрическими объектами на плоскости и в пространстве
- Поддержка криволинейной геометрии
- Операции преобразования координат
- Контроль качества геометрии



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — параметризация геометрии в SALOME

- Рассматривается способ «полу-автоматической» параметризации геометрии в SALOME с помощью инструмента «Notebook»
- Анализ Python-сценариев, генерируемых SALOME при работе с геометрией и сеткой
- В качестве примера используется задача консольно закреплённой балки из первого дня



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — построение сеток в SALOME

- Принципы построения сетки в SALOME
- Способы дискретизации каркасов, поверхностей и объёмов в SALOME
- Контроль качества сеток
- Ручная модификация сеток



ВВЕДЕНИЕ

ОБЗОР КУРСА — самостоятельная работа, 2

- Создание сетки в задаче обтекания профиля
- Создание сетки в задаче моделирования течения в миксере
- Импорт сеток из SALOME в CalculiX и OpenFOAM
- Использование различных сеток в одной задаче



ВВЕДЕНИЕ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

