

# Композитный генератор сеток HybMesh

Калинин Е.И.  
Мазо А. Б.  
Исаев С. А.  
Баранов П.А.  
Усачов А.Е

# Генерация сеток

Представленный генератор предоставляет возможность построения сеток на основе композитного подхода.

## **Этапы генерации сеток:**

- 1) Создание структурированных сеток–прототипов в элементарных областях,
- 2) Отображение прототипов в произвольные области с помощью координатных преобразований,
- 3) Наложение сеток,
- 4) Построение 3D сеток методами продавливания или вращения,
- 5) Экспорт сеток в форматы vtk, tecplot, fluent msh, gmsh

В настоящий момент генератор предоставляет собой кроссплатформенное приложение со скриптовым интерфейсом на основе языка python 2.7. Для работы пользователю необходимо написать сценарий построения сетки и передать его на вход консольному приложению.

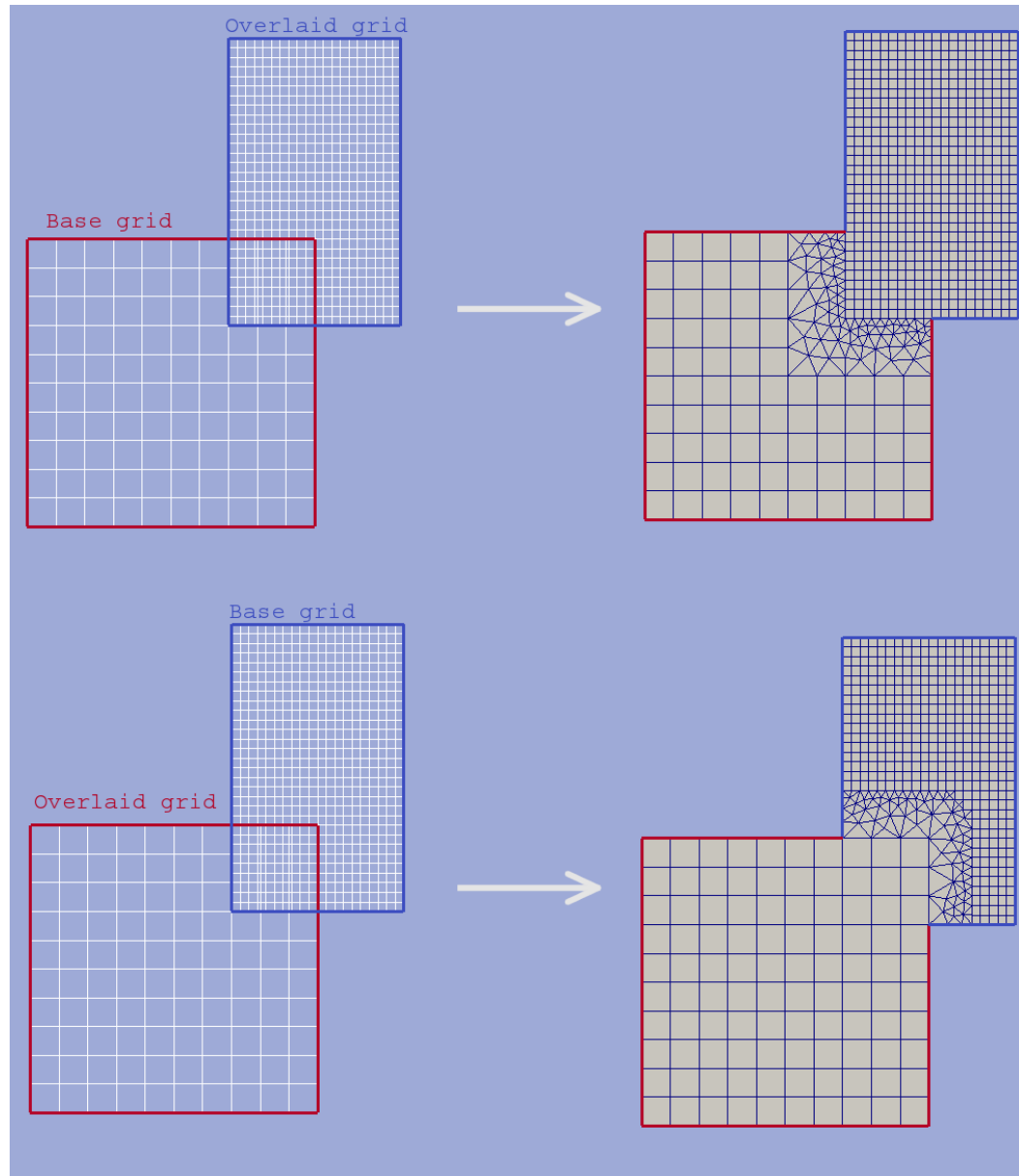
Исходные коды программы, документацию и установочный дистрибутив (только для среды Windows 64 bit) могут быть загружены по ссылке <https://github.com/kalininei/HybMesh/releases/latest>

# Наложение сеток

Эта операция объединяет две произвольные сетки, имеющие ненулевое пересечение областей в одну. Полученная в результате операции сетка сохраняет элементы родительских сеток везде за исключением небольшой области (буферной зоны) около линии контакта областей, которая заполняется треугольниками с возможным рекомбинированием в четырехугольники.

Буферная область всегда строится внутри базовой сетки. Геометрия наложенной сетки остается незатронутой.

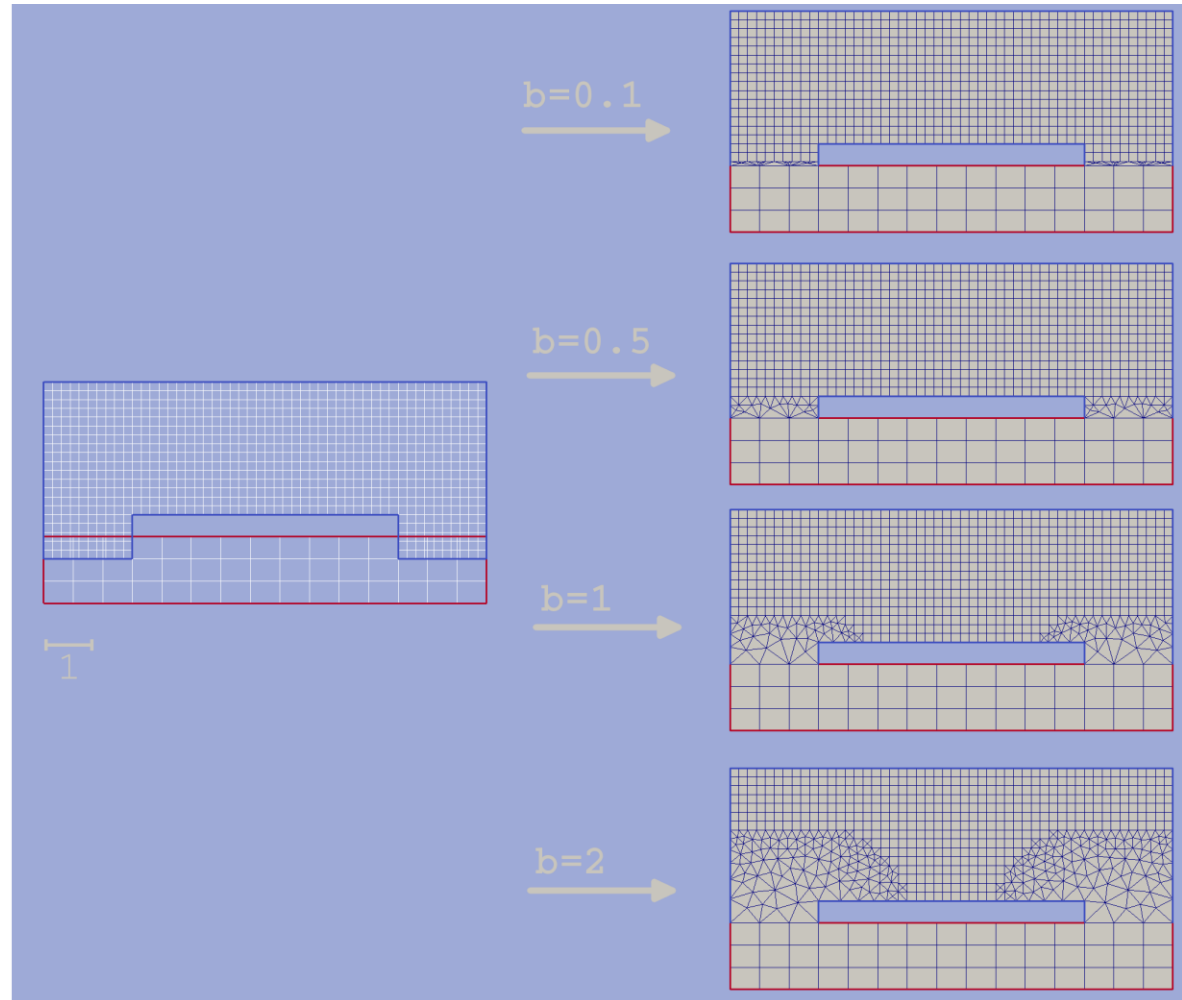
На рис. Представлено объединение двух сеток поданных для объединения в разном порядке.



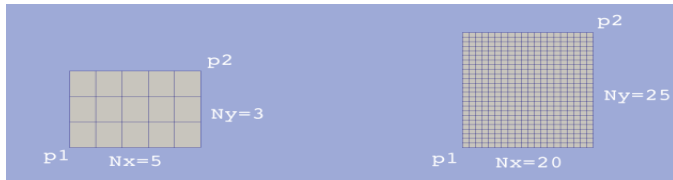
# Наложение сеток

Буферная зона строится как область всех ячеек базовой сетки, отстоящих от линии контакта сеток не более чем на размер буферной зоны, задаваемой пользователем.

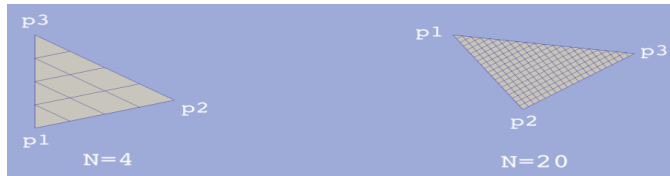
Большой размер зоны позволяет триангулировать буферную зону с более плавным переходом масштабов (см. рис).



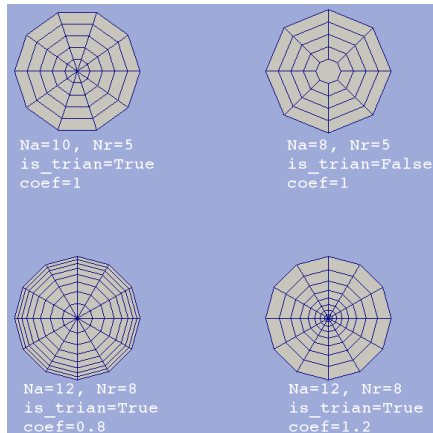
# Сетки – прототипы



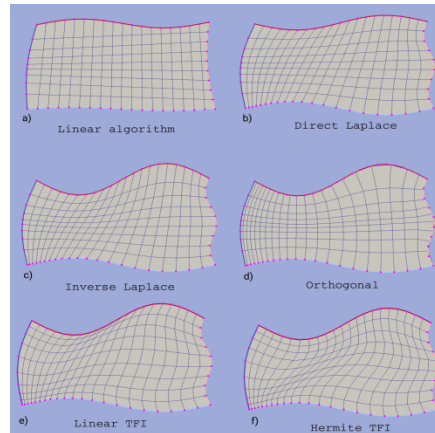
Четырехугольная сетка задается двумя точками и разбиением по осям  $x$  и  $y$ .



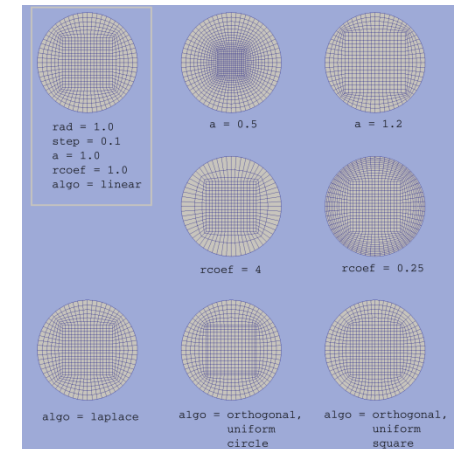
Структурированная сетка в треугольной области задается тремя точками и разбиением стороны треугольника.



Радиальная сетка задается центральной точкой, радиусом, разбиением по угловой и радиальной координатам и коэффициентом сгущения. Центральный элемент может быть триангулирован, оставлен правильным многоугольником, либо изъят из сетки (кольцо).



Структурированная четырехугольная сетка задается четырьмя отрезками, образующими замкнутую область и их разбиением.

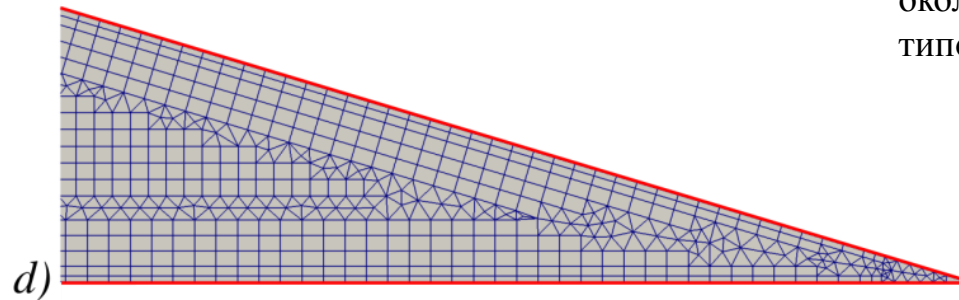
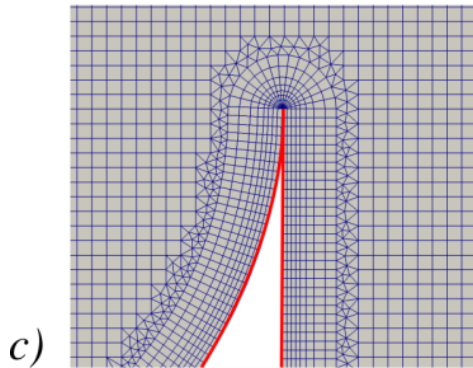
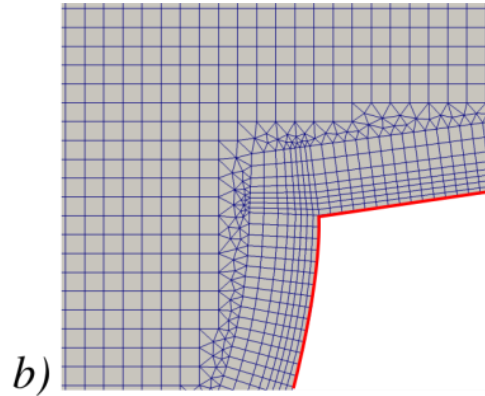
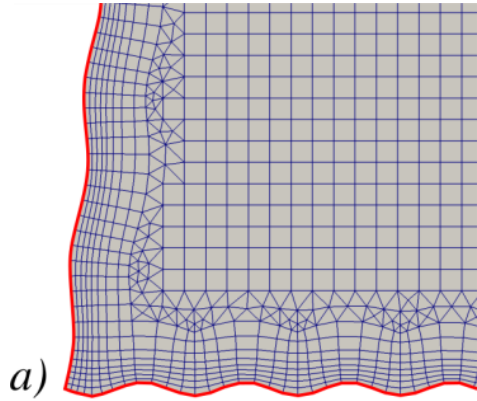


Четырехугольная сетка в круговой области задается центральной точкой, радиусом, длиной стороны внутреннего квадрата, коэффициентом сгущения и характерным разбиением дуги окружности.

# Сетка пограничного слоя

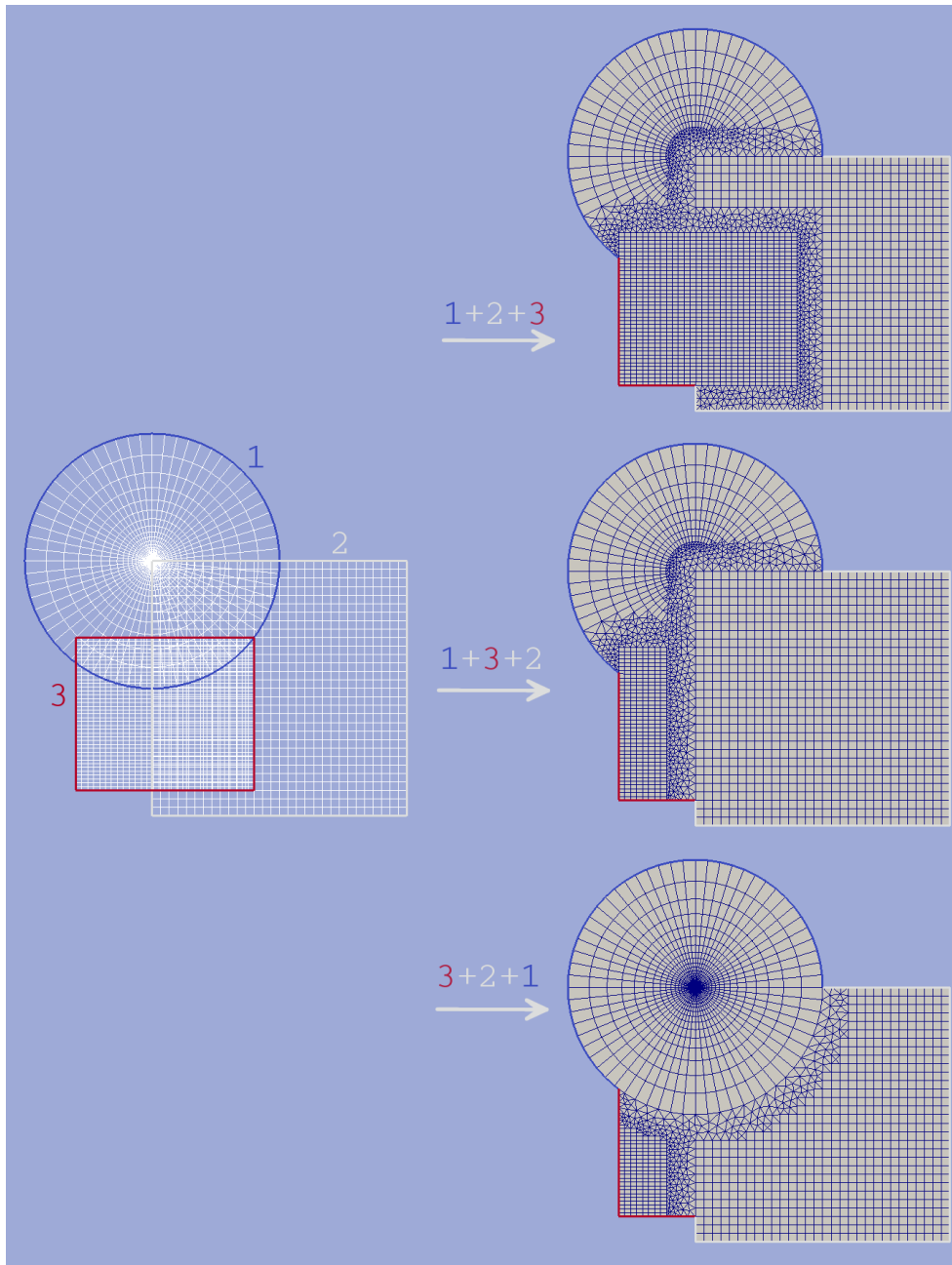
Для построения сетки пограничного слоя пользователю необходимо указать участок границы, около которой нужно построить сетку, отметить сторону (правую или левую от границы) и передать программе желаемое разбиение сетки в поперечном и продольном направлениях. Поддерживается возможность задания произвольного разбиения в обоих направлениях.

Алгоритм построения сетки сначала делит переданный участок границы на сегменты, содержащие только развернутые или близкие к ним углы. Далее с помощью отображения координат около этих участков строятся ортогональные сетки. Зоны около углов обрабатываются отдельно специальными алгоритмами.



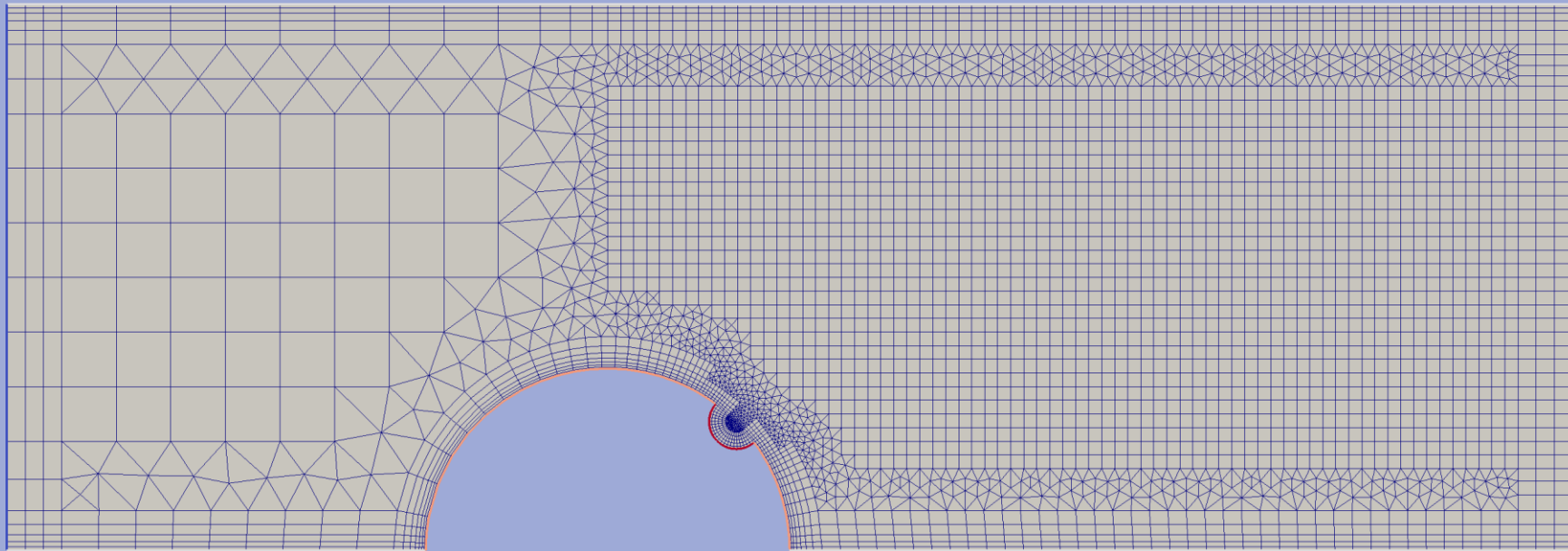
На рисунке представлены сетки пограничного слоя, объединенные с базовыми сетками около углов различных типов.

# Наложение нескольких сеток



Последовательное наложение  
нескольких структурированных  
сеток, поданных в различном  
порядке

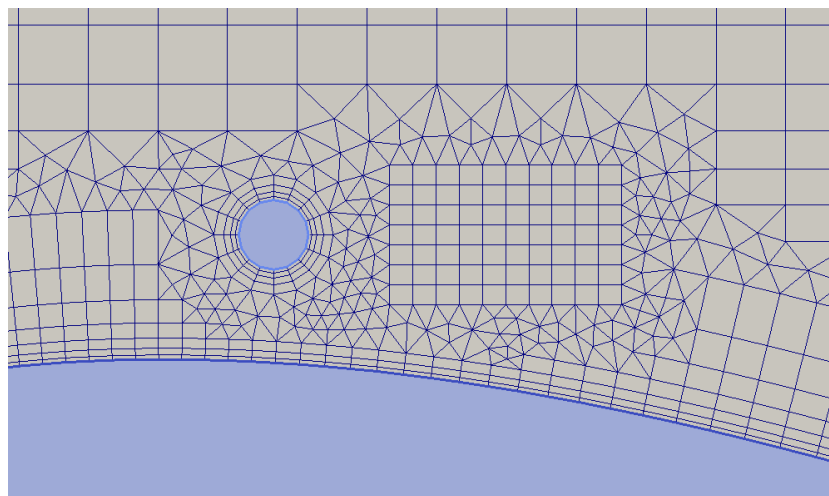
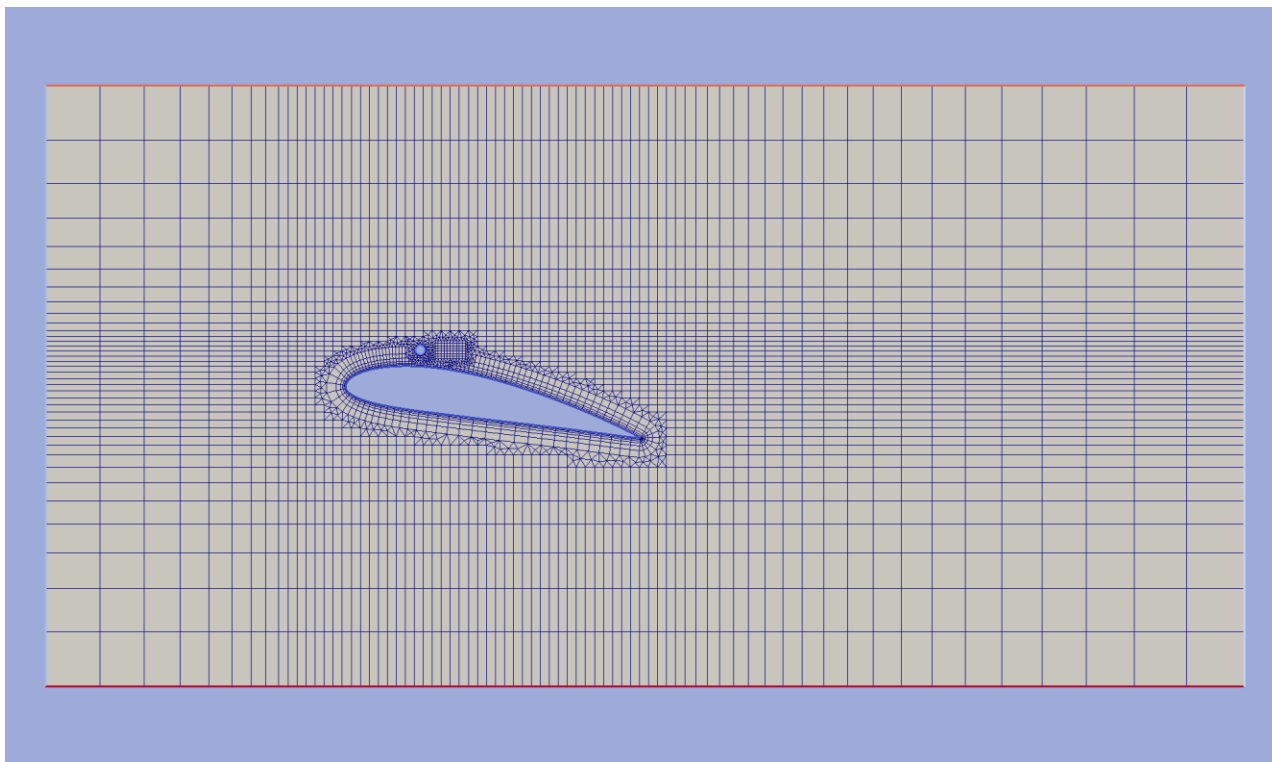
# Сетка для расчета течения в канале с полукруговым препятствием с выемкой



В качестве «подложки» использовались структурированные четырехугольные сетки разной детализации для областей до и после полукругового препятствия. В качестве наложенной сетки использовалась сетка пограничного слоя.

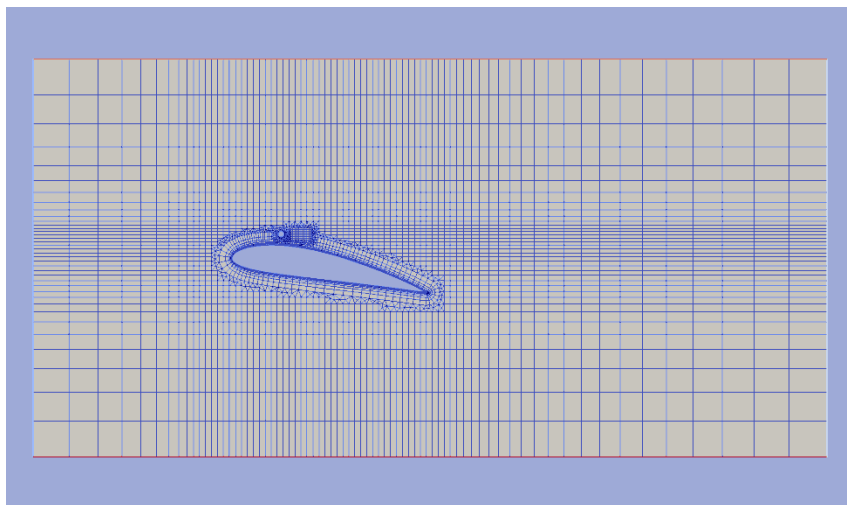


# Сетка для крылового профиля с турбулизатором

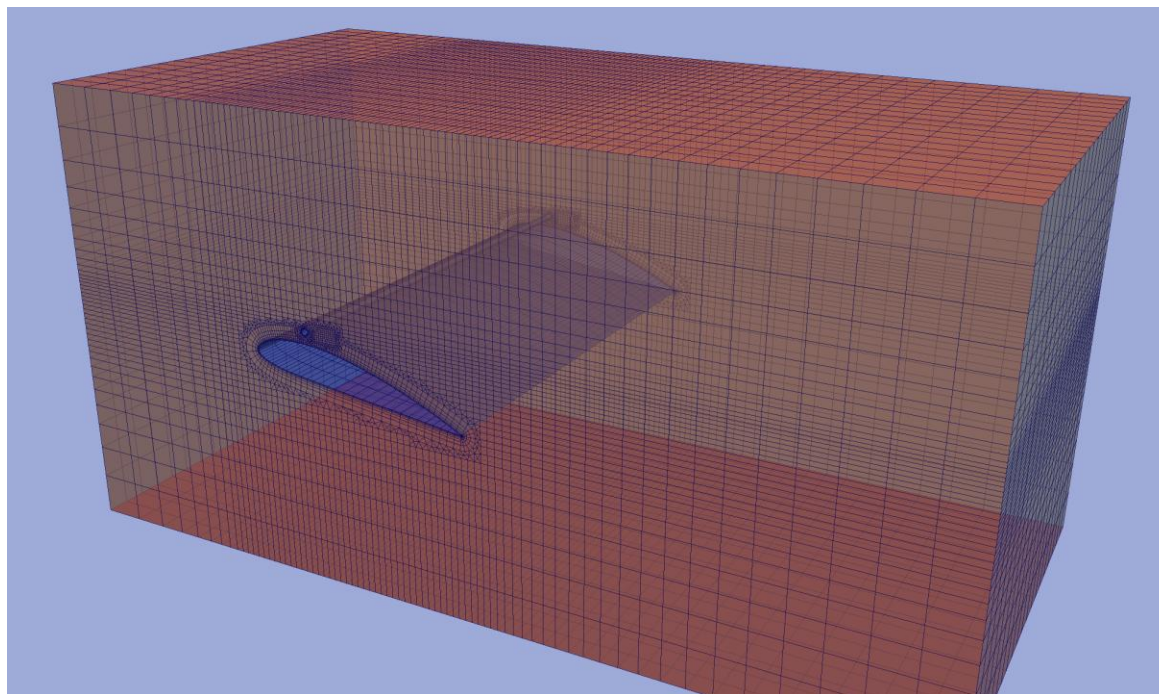


# Построение трехмерных сеток

Продавливание  $xy$  сетки в направлении  $z$

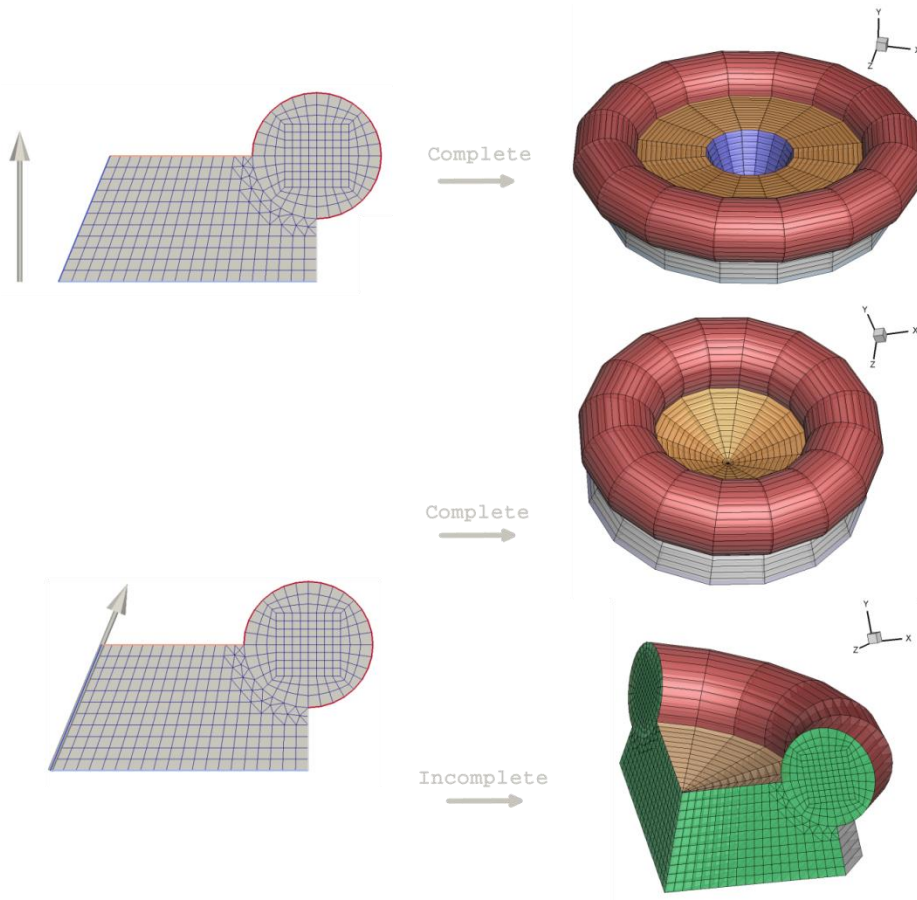


Трехмерная сетка строится на основе базовой двумерной сетки и заданного произвольного разбиения по оси  $z$ .



# Построение трехмерных сеток

## Вращение вокруг произвольного вектора в плоскости $xu$



Полное вращение  
около отстоящего  
вектора.

Полное вращение  
около прилегающего  
вектора.

Неполное вращение  
около прилегающего  
вектора.

Для построения необходимо задание базовой двумерной сетки, вектора вращения, произвольного разбиения по угловой координате.

Граничные признаки (обозначены цветом) наследуются от 2D сетки.

# Развитие программы

- Расширение базы прототипов (многоугольники, потенциальные сетки, О-сетки, С-сетки и т.д.);
- Трехмерные алгоритмы объединения и отображения сеток;
- Графический интерфейс для работы в генераторе;
- Разработка специальных численных методов для решения задач гидромеханики на частично структурированных сетках.

