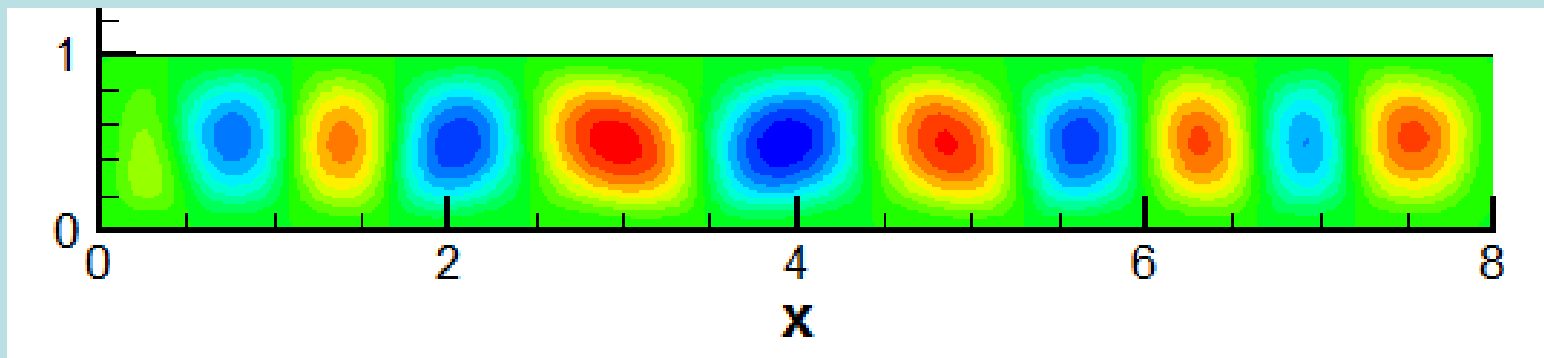
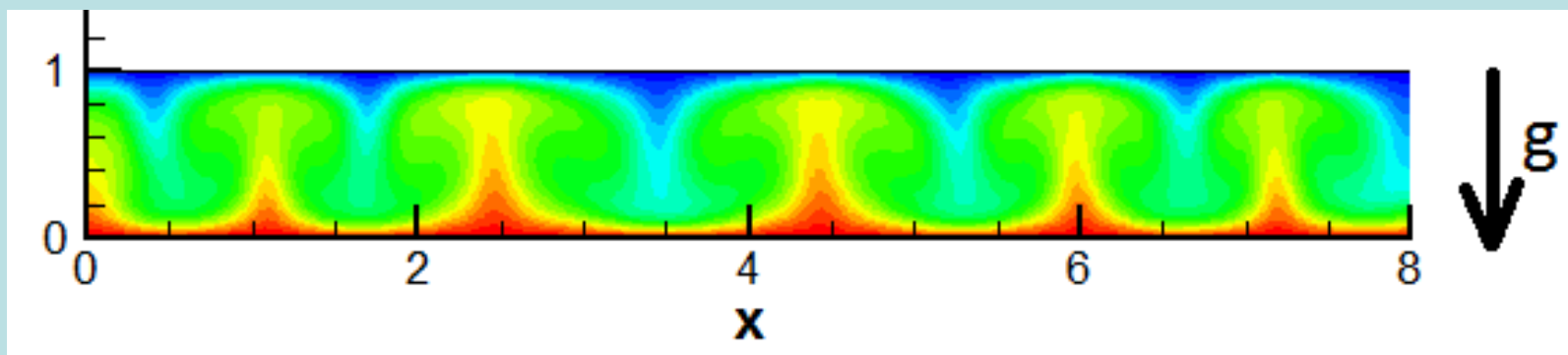


BenarFlow –
программа для
моделирования
естественной конвекции
на треугольных сетках на
плоскости.



Функция тока

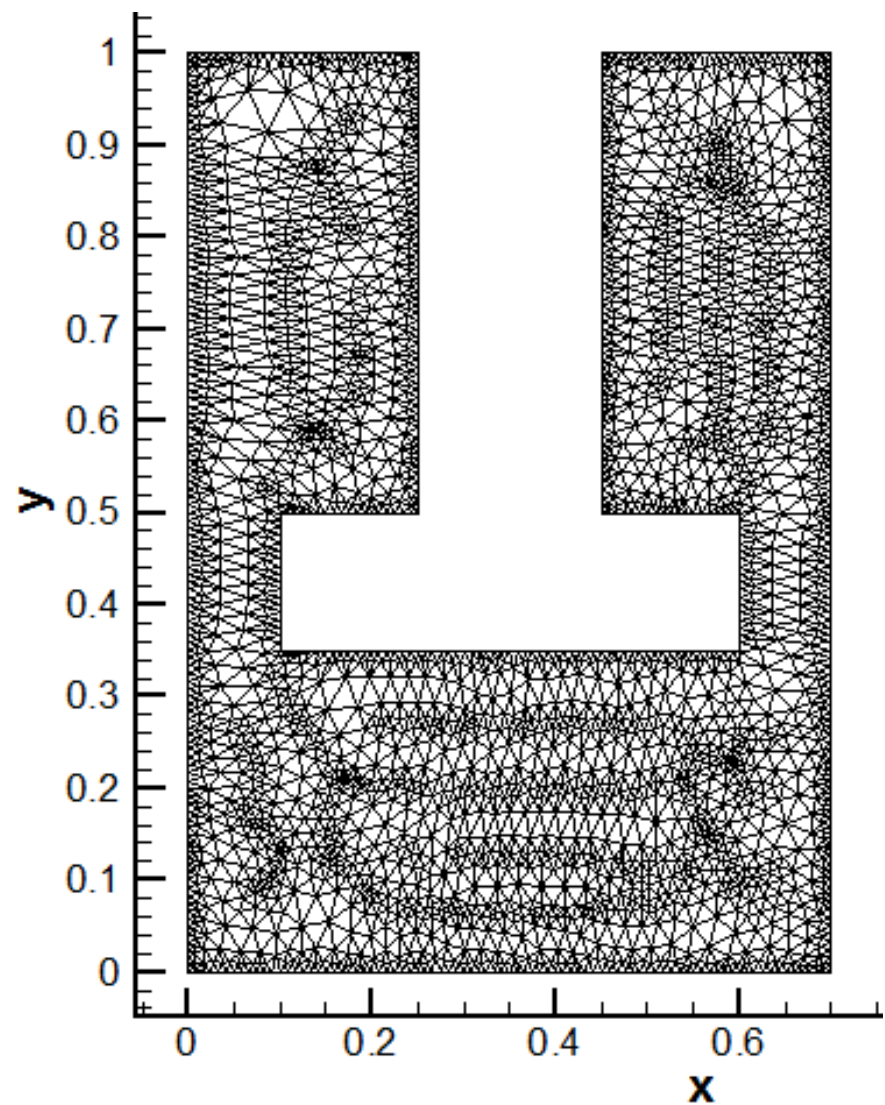
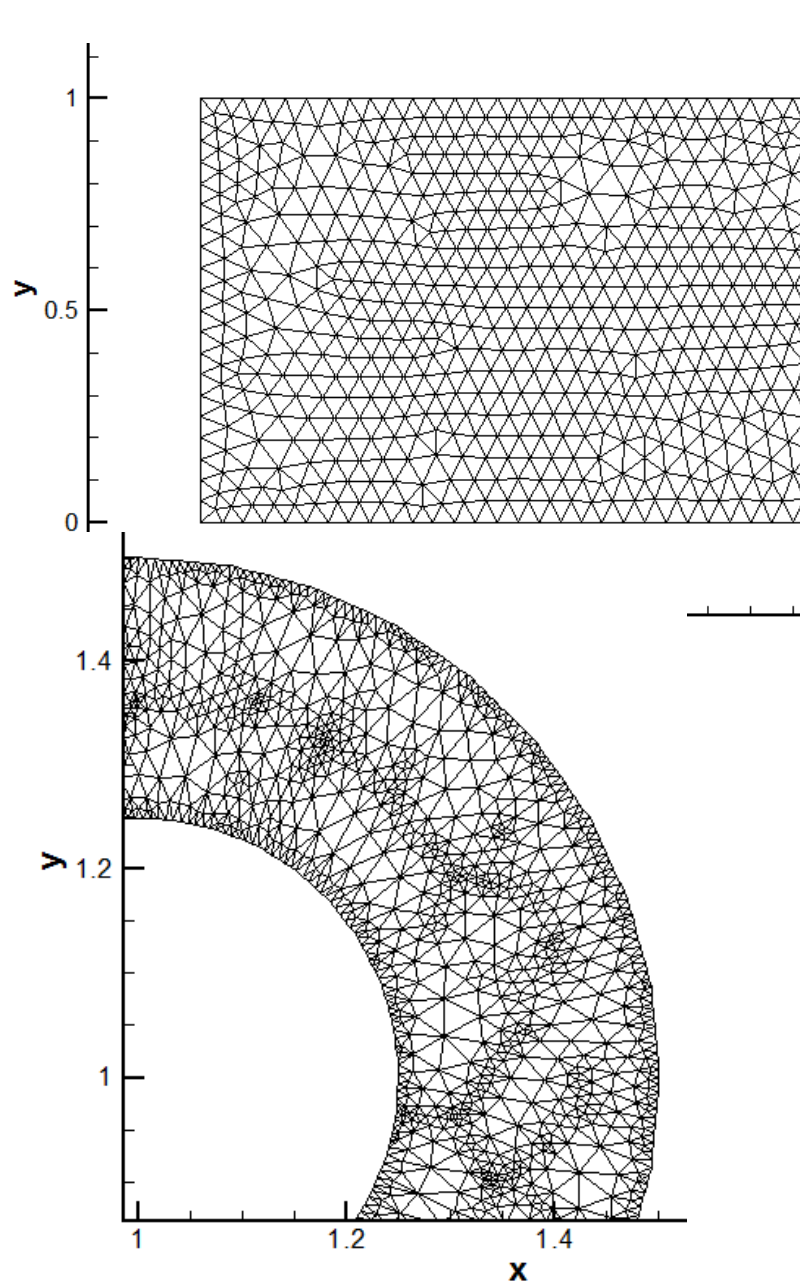
Течения на треугольной сетке реализованные в программе BenarFlow :



температура

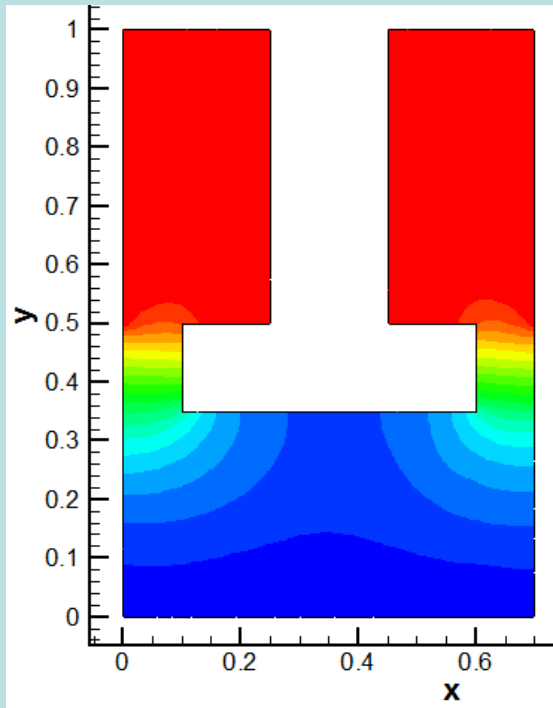
BenarFLOW использует Tecplot 360 2008 года для визуализации результатов.

В программу VenarFLOW встроен сеточный генератор EasyMesh.

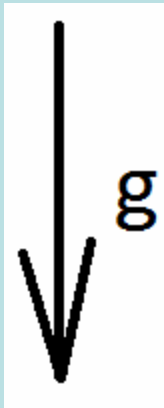


Любая пользовательская 2D геометрия может быть разрешена сеткой.

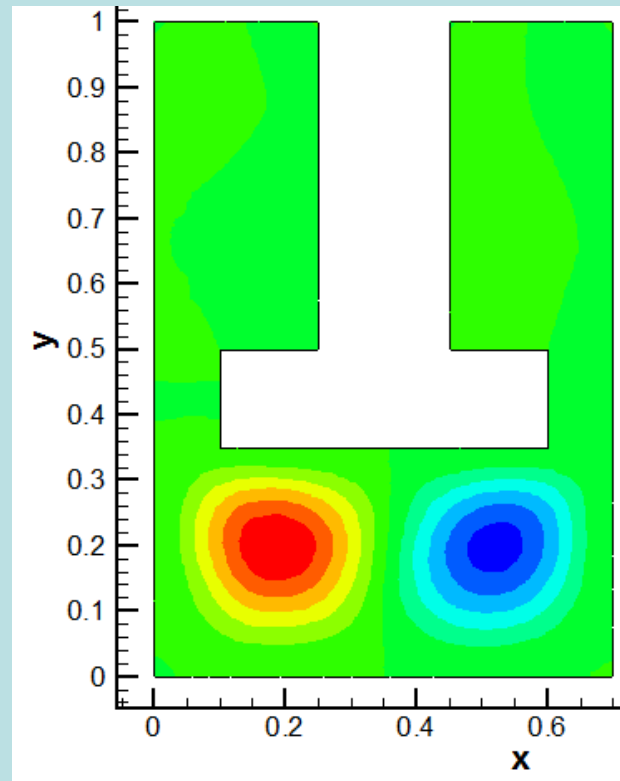
Выращивание кристаллов в печи Бриджмена.



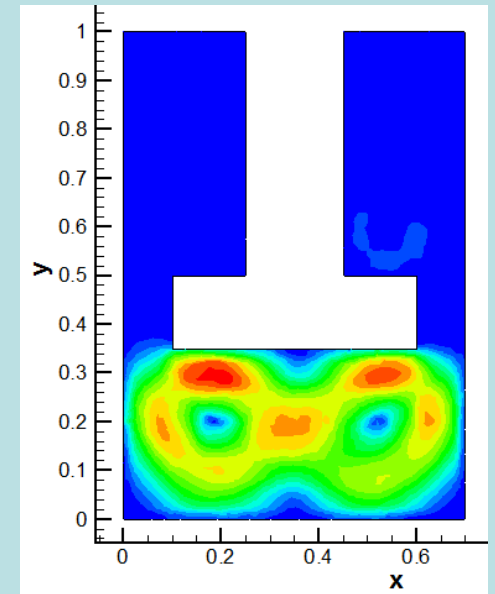
температура



Наличие встроенного сеточного генератора позволит в следующих версиях программы менять геометрию : расстояние от вибратора до кристалла, а



Функция тока

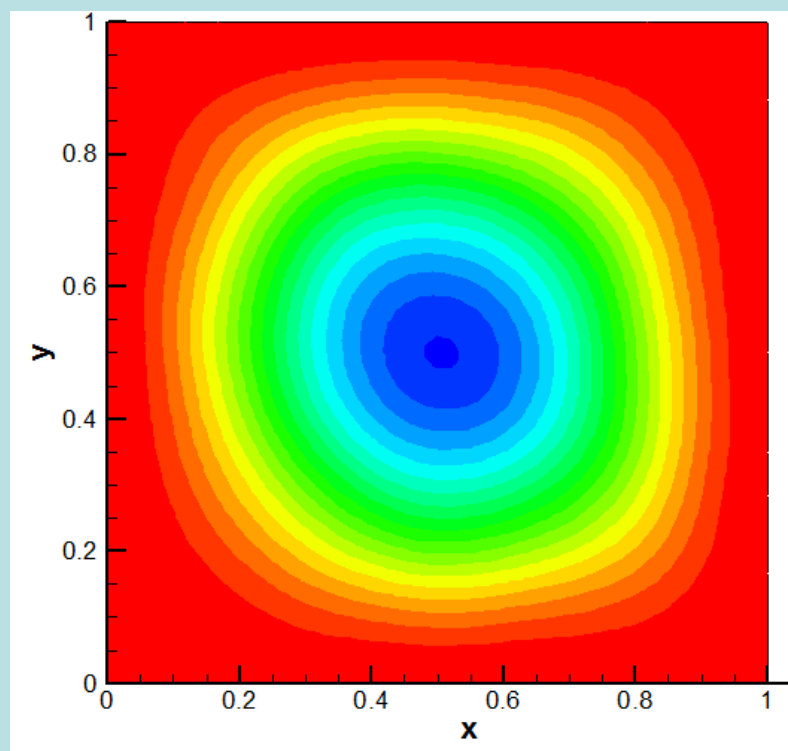


модуль скорости

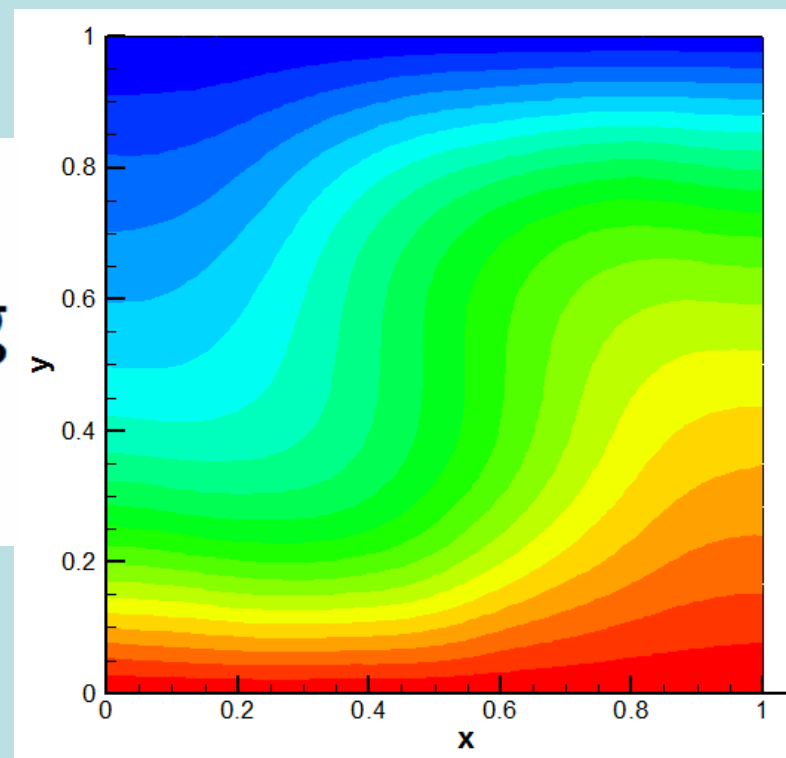
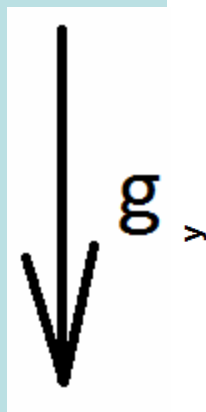
также изменять форму вибратора.

Задача с подогревом снизу из книжки Г.З. Гершуни и Е.М. Жуховицкого
«Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости» М., «Наука» 1972.

Движения с конечной амплитудой .
Численные расчёты надкритических движений (стр. 163).

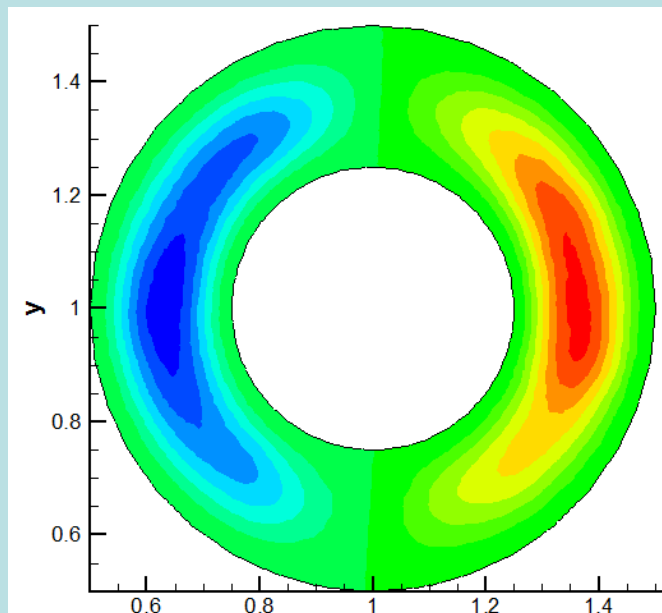


Функция тока

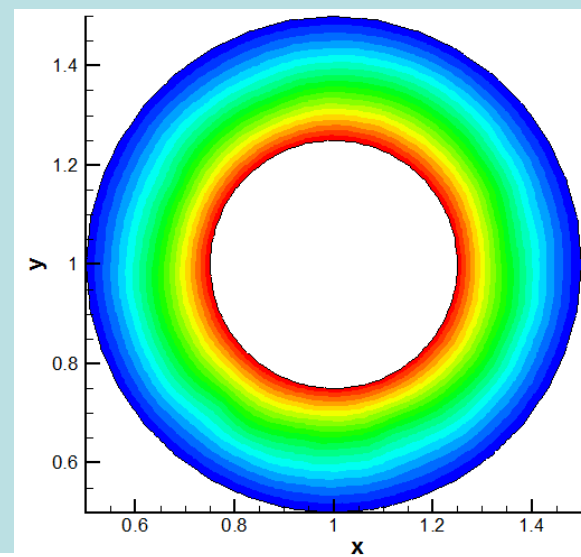
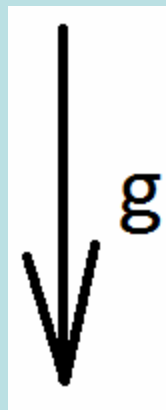


температура

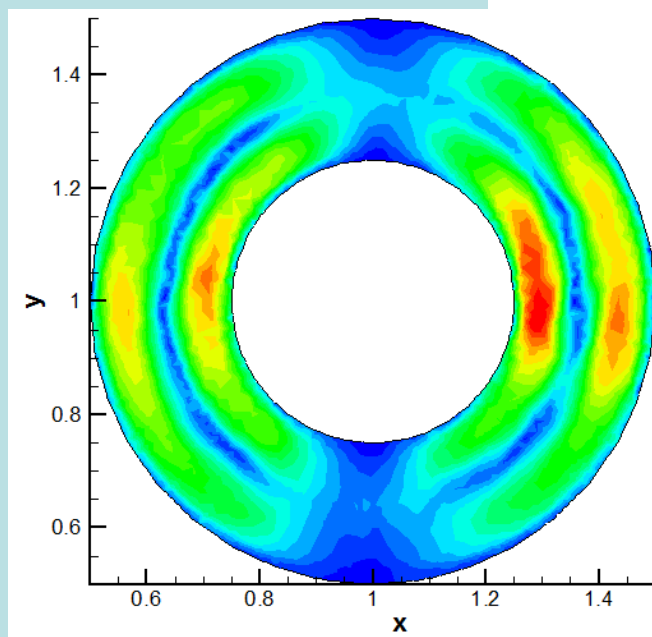
Естественная конвекция в кольцевой области.



функция тока

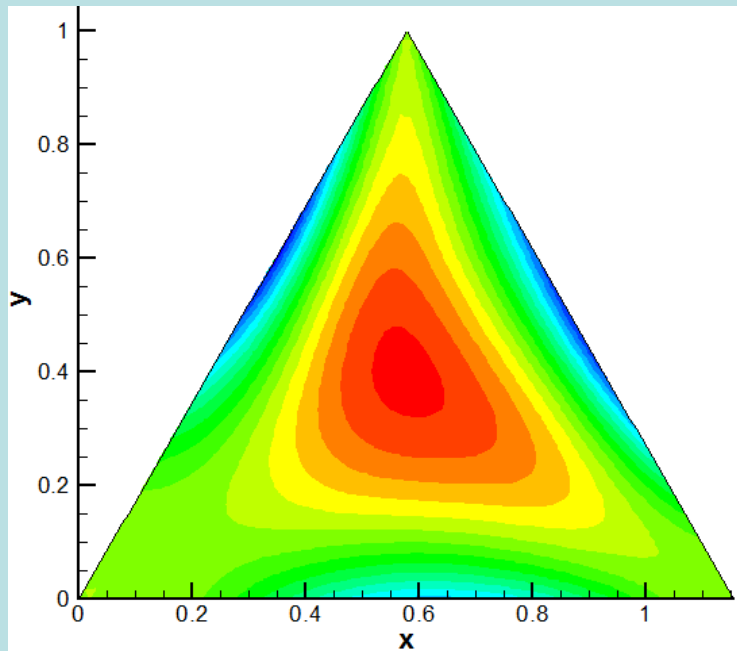


температура



модуль скорости

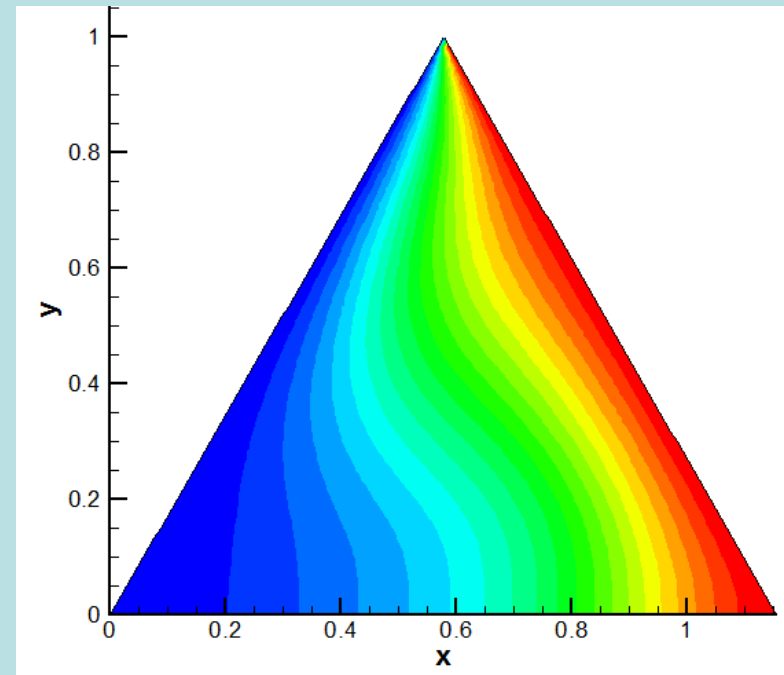
Естественная конвекция в правильном треугольнике.



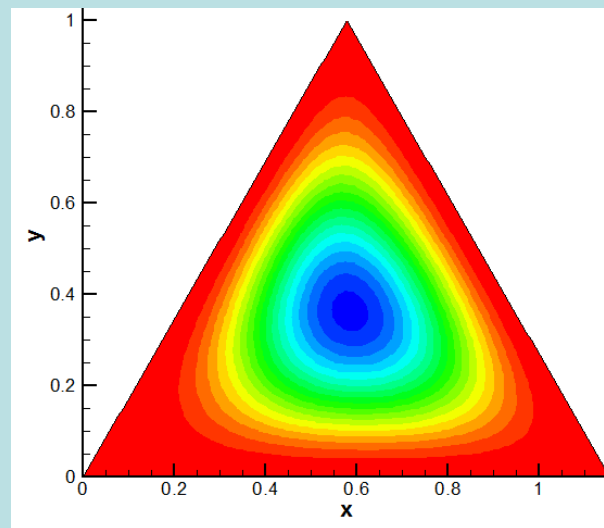
завихрённость



функция тока



температура



В основе BenarFLOW лежит следующая система уравнений :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \omega}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla \omega = \frac{1}{Re} \cdot \Delta \omega + \frac{Gr}{Re^2} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \\ \Delta \psi = -\omega \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla T = \frac{1}{Re \cdot Pr} \cdot \Delta T \end{array} \right.$$

Число Re всегда принимается равным 1.0, а числа Прандтля Pr и Грасгофа Gr пользователь может менять. Также так как $Ra = Gr \cdot Pr$, то пользователь может управлять и числом Рэлея.

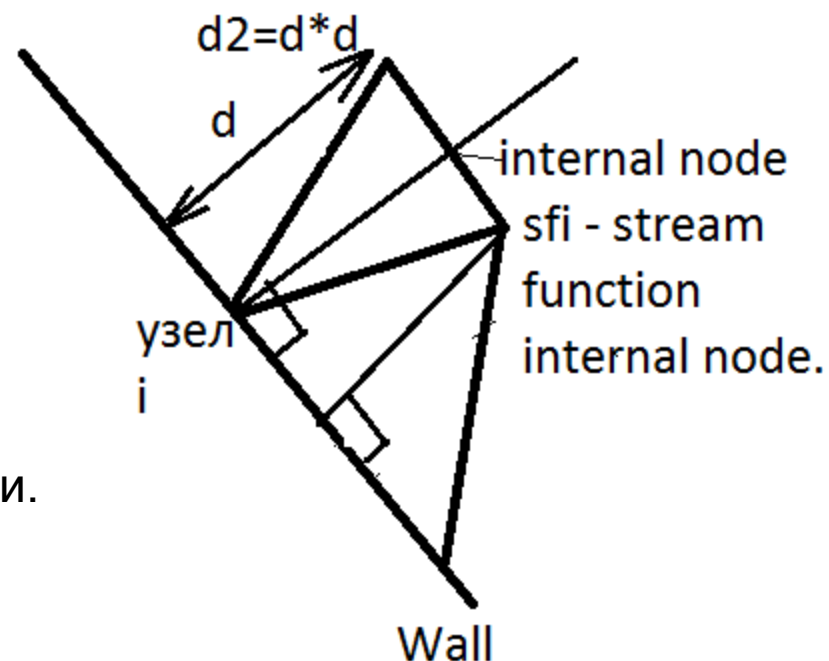
После того как пользователь задал безразмерные числа подобия Ra и Pr программа самостоятельно обезразмеривает перепад температур и вертикальный геометрический размер расчётной области.

Алгоритм работы VenarFLOW заимствован из книги Патрика Роуча 1980 года. Он представляет собой идею расщепления по физическим процессам (Segregated Solver) для системы в переменных вихрь-функция тока-температура.



ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ПО УМОЛЧАНИЮ.

ВСЕ СТЕНКИ РАСЧЁТНОЙ ОБЛАСТИ СЧИТАЮТСЯ ТВЁРДЫМИ И НЕПОДВИЖНЫМИ И НА НИХ ОБЕ КОМПОНЕНТЫ СКОРОСТИ РАВНЫ НУЛЮ (ПРИЛИПАНИЕ К НЕПОДВИЖНОЙ СТЕНКЕ).
ДЛЯ ВИХРЯ ЭТО ОЗНАЧАЕТ ВЫПОЛНЕНИЕ УСЛОВИЯ ТОМА,
А ФУНКЦИЯ ТОКА РАВНА НУЛЮ.



Граничное условие ТОМА для завихрённости.

$\alpha = 0.7$ параметр нижней релаксации.

$\text{curl}[i] += \alpha * (2.0 * (\text{sfi} - \text{stream_function}[i]) / \text{quickboundcurl}[i].d2 - \text{curl}[i]);$

ТЕСТИРОВАНИЕ МАТРИЧНОЙ СБОРКИ НА ТРЕУГОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ
ОСУЩЕСТВЛЯЛОСЬ С ПОМОЩЬЮ ПРОГОНА СЛЕДУЮЩЕГО ТЕСТА:

$$\underbrace{\rho \frac{\partial \Phi}{\partial t}}_{\text{нестационарный}} + \underbrace{(\vec{V} \cdot \nabla)}_{\text{конвективный}} \Phi = \underbrace{\nabla (\Gamma \cdot \nabla \Phi)}_{\text{диффузионный}} + \underbrace{S_C + S_P \cdot \Phi}_{\text{источниковый}} \quad S_P < 0$$

$$\rho = 1 \quad Pe = 10 \quad \Gamma = \frac{1}{Pe} \quad S_C = S_P = 0$$

Аналитически задано поле скоростей сплошной среды :

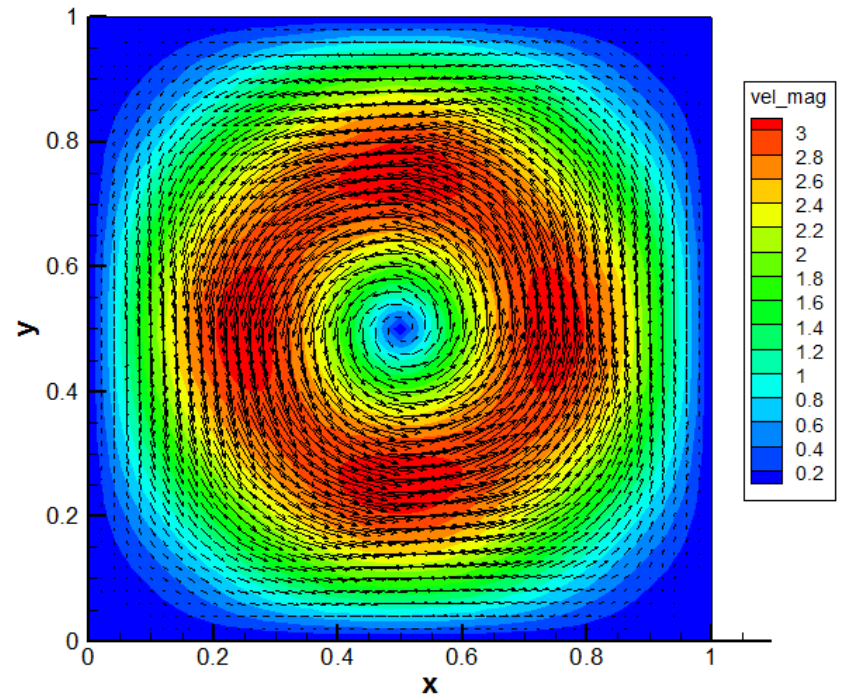
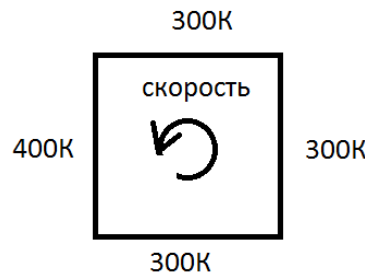
$$\vec{V} = (u, v)^T$$

$$u = 2\pi \sin^2(\pi x) \sin(\pi y) \cos(\pi y)$$

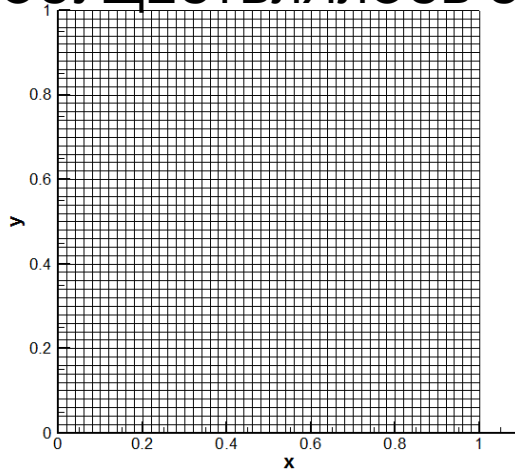
$$v = -2\pi \sin^2(\pi y) \cos(\pi x) \sin(\pi x)$$

Граничные условия

Дирихле.



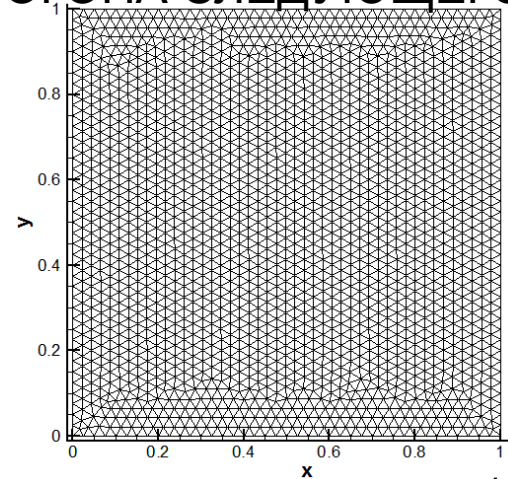
ТЕСТИРОВАНИЕ МАТРИЧНОЙ СБОРКИ НА ТРЕУГОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ОСУЩЕСТВЛЯЛОСЬ С ПОМОЩЬЮ ПРОГОНА СЛЕДУЮЩЕГО ТЕСТА:



50x50 обычный генератор.

Поузловая сборка.

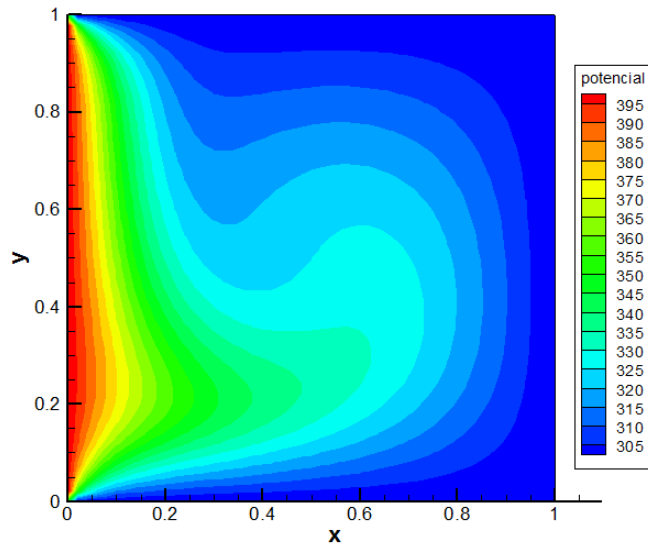
сетка



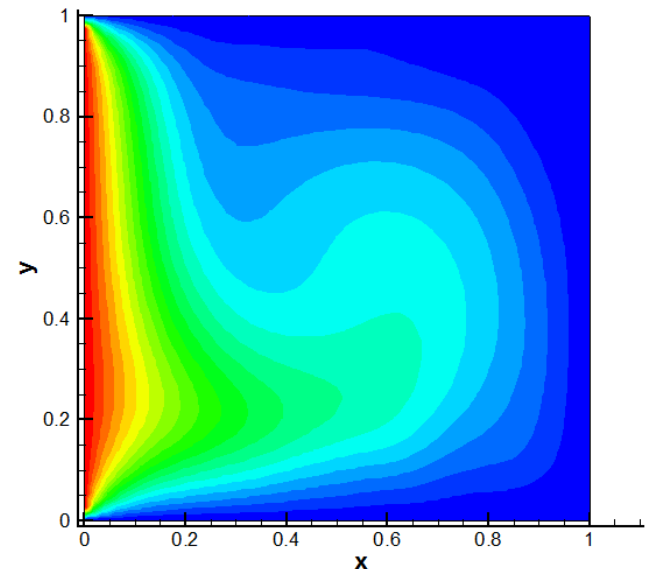
Сторона треугольника 1/50. Генератор
Easy Mesh Боян Никено Институт Триеста.

Поячеечная сборка.

решение



Искусственная
диффузия
справа на
треугольниках.



Спасибо за внимание