

Pr	L/H	тип граничных условий			α° - угол наклона (от горизонтали)				
		обе свободные f-f	верхняя свободная - нижняя жесткая f-g	обе жесткие g-g					
0,05	2 ÷ 10				90	1	2	3	5
0,67									
1,00									
2									
5									
10									
15									
45									
100									
300									
2700									

Здесь $Pr = \nu/a$ – число Прандтля; ν – коэффициент кинематической вязкости, $\nu = \mu/\rho$; $a = \lambda/(\rho \times C_p)$ – коэффициент температуропроводности; μ – коэффициент динамической вязкости; ρ – плотность; λ – коэффициент теплопроводности; C_p – теплоемкость при постоянном давлении; L/H – относительный размер расчетной области или относительный размер полости – фрагмента горизонтального слоя; L – горизонтальный размер – длина полости; H – высота слоя жидкости; α° – угол наклона полости отсчитывается от горизонтали. Динамический параметр подобия – число Рэлея $Ra = (\beta g/a\nu) \times \Delta T \times H^3$, здесь β – коэффициент теплового расширения жидкости, g – ускорение силы тяжести можно принять равным $9,8 \text{ м/сек}^2$, $\Delta T = T_1 - T_2$ – перепад температуры между границами слоя, нижней горячей T_1 и верхней холодной T_2 .

Тема работы: исследование горизонтального слоя на устойчивость. Исследование течений и теплопереноса в неоднородно нагретой прямоугольной области при нагреве снизу.

Цель работы: приобретение навыков применения математического моделирования в исследовании физических процессов; приобретение навыков описание задач естествознания на языке математического моделирования; понимание методики построения моделей механики сплошной среды; понимание основ построения обобщенных уравнений гидромеханики; пользуясь готовой программой, на качественном уровне изучить эволюцию полей изолиний функции тока и изотерм с ростом числа Рэлея (или числа Грасгофа при заданном значении числа Прандтля Pr) в зависимости от геометрии, направления градиента температуры, числа Прандтля.

Задание

1. Определить критические значения числа Рэлея при выбранных значениях Pr , относительного размера L/H , граничных условиях на всех границах расчетной области. Изучить зависимость полей изотерм и изолиний функции тока от числа Рэлея. Т.е. исследовать эволюцию РБК с ростом числа Рэлея. Исследовать зависимость от Pr .

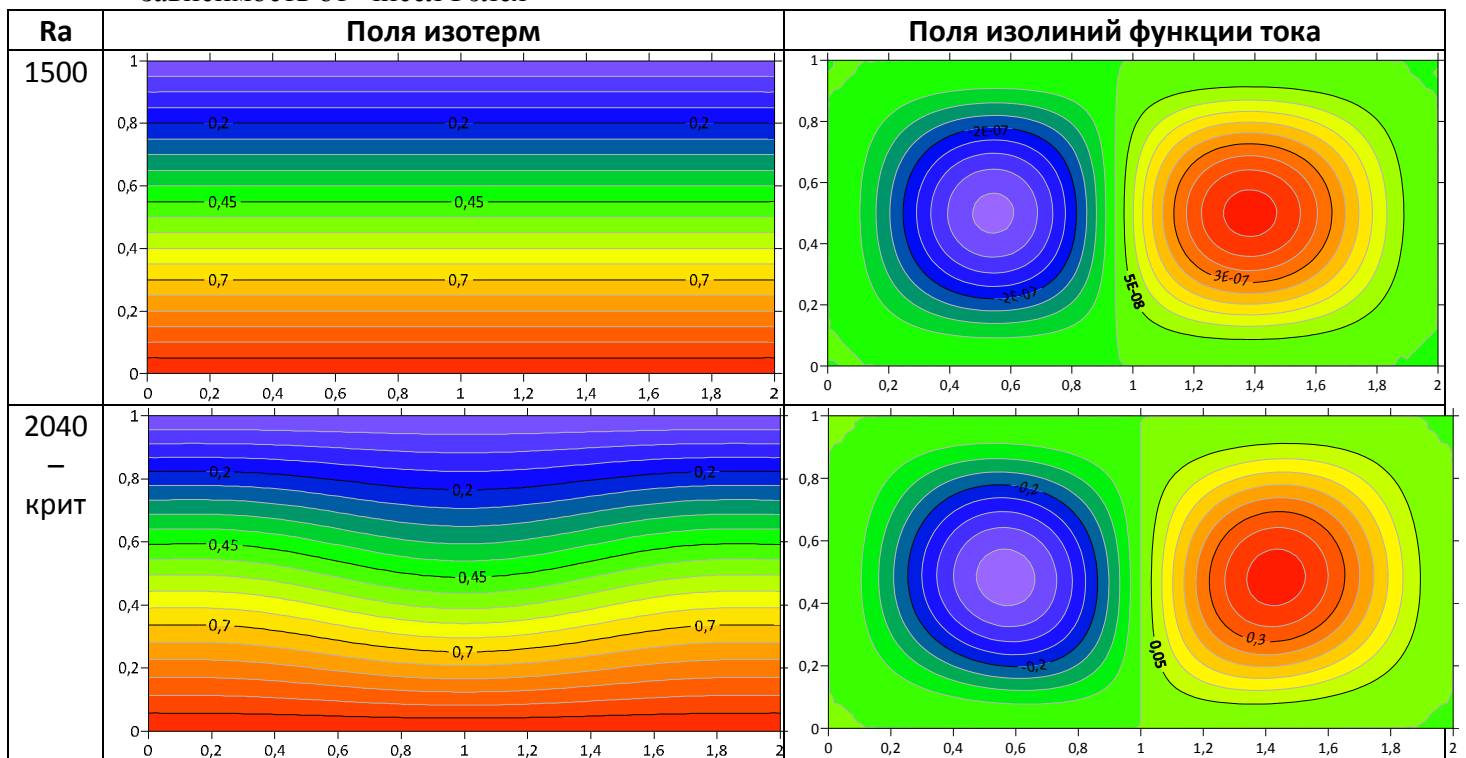
В режимах развитой конвекции в пределах отдельного вала:

2. Построить профили вертикальной и горизонтальной компонент скорости, распределение температуры в восходящем и нисходящем потоках, распределение локальных тепловых потоков на теплой и холодной стенках, определить значения числа Nu .

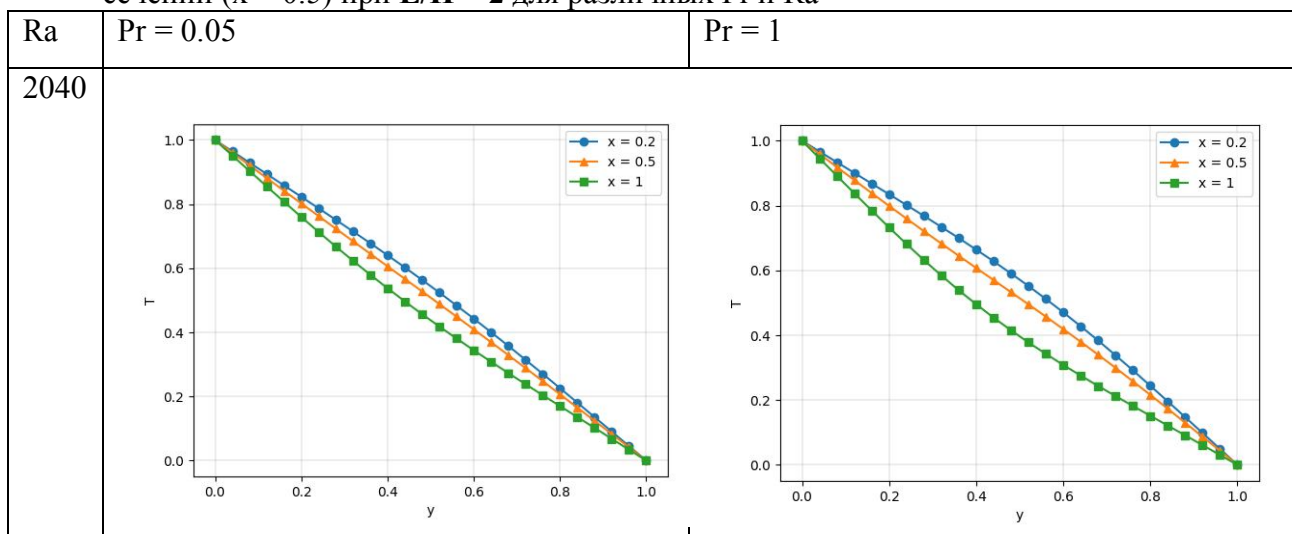
3. Построить зависимость $Nu(Ra)$.

1. Исследование зависимости критического числа Рэлея от L/H

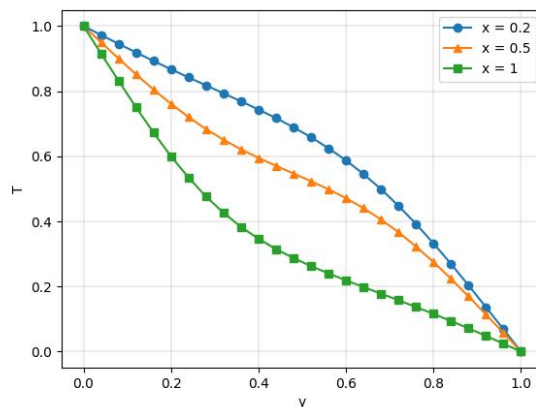
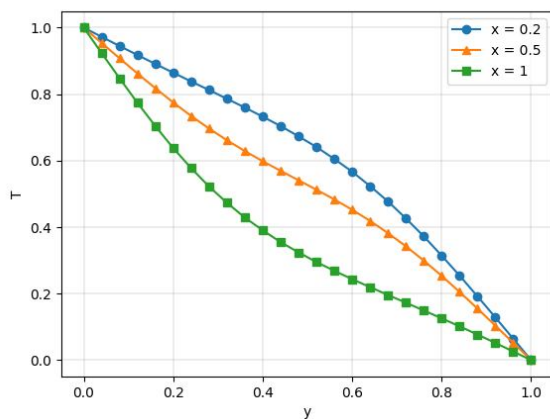
Поля изотерм и изолиний функции тока при $L/H = 2$, $Pr = 0.05$ и всех жестких границах – зависимость от чисел Рэлея



Профили температуры в восходящем ($x = 0.2$), нисходящем ($x = 1$) потоках и центральном сечении ($x = 0.5$) при $L/H = 2$ для различных Pr и Ra



2500



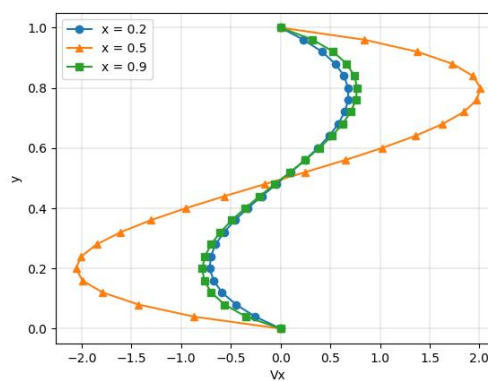
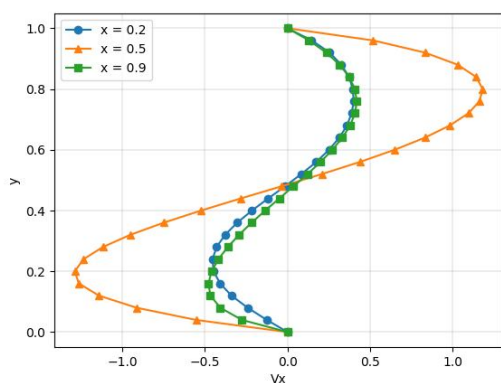
Профили горизонтальной компоненты скорости

Ra

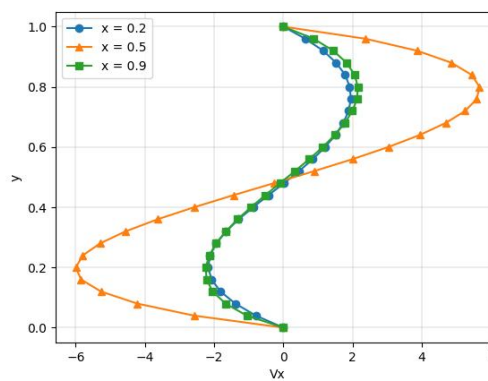
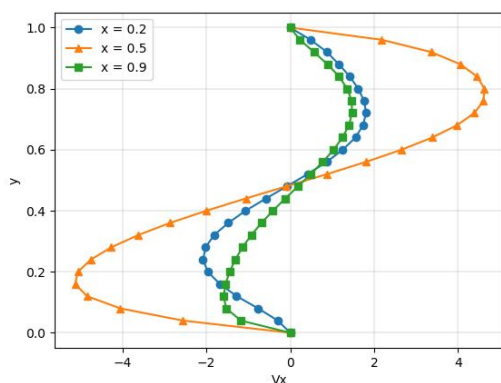
Pr = 0.05

Pr = 1

2040



2500

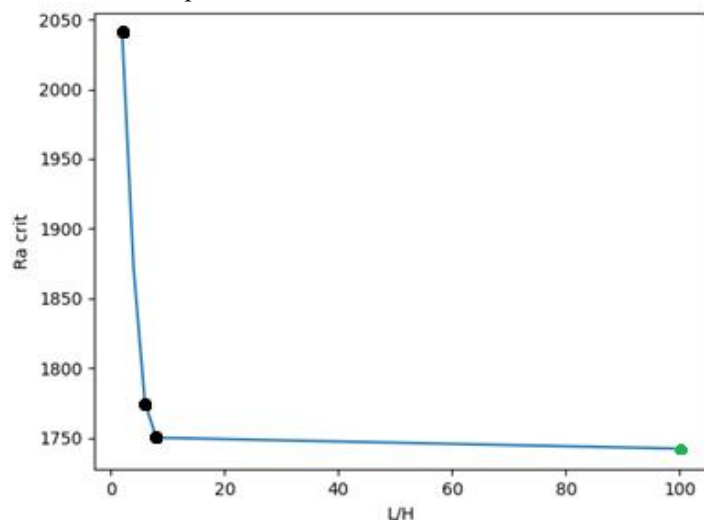


Аналогично

Профили вертикальной компоненты скорости в сечениях $y = H/2$; $3H/4$; $H/4$ в выбранном конвективном вале.

К построенным графикам дать комментарии и сделать краткие выводы.

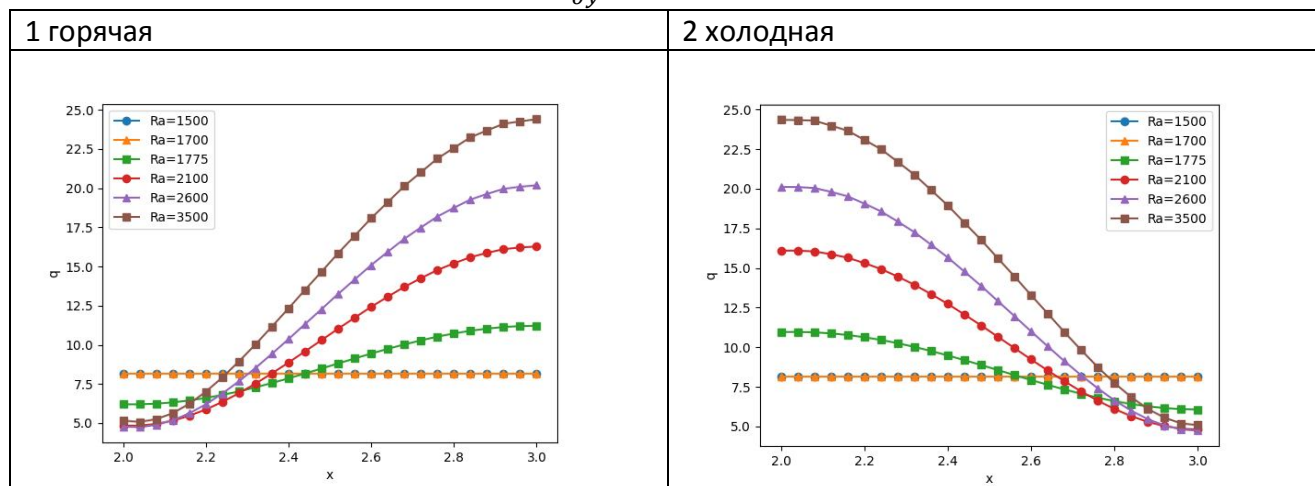
Зависимость критического числа Рэлея от L/H



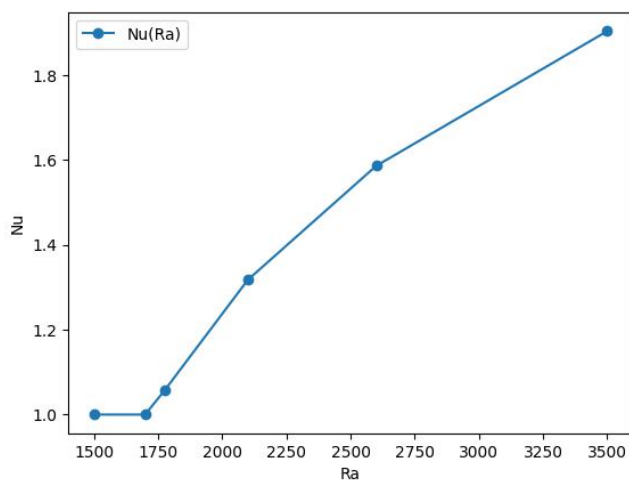
Построение зависимости Nu(Ra). Для заданных Pr, L/H и граничных

Определить тепловые потоки на горячей и холодной стенках при разных значениях числа Рэлея.

Зависимости теплового потока ($q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial y}$) на холодной и теплой стенке от Ra



Зависимость числа Нуссельта от числа Рэлея (Nu(Ra))



$$Nu = \frac{q_{\text{об}}}{q_{\text{Т}}} = \frac{\int_{x_1}^{x_2} (-\lambda \frac{\partial T_i}{\partial y}) dx}{\lambda \frac{\Delta T}{H}} = \int_{x_1}^{x_2} (-\frac{\partial T_i}{\partial y}) dx$$