

Доклад посвящен развитию компьютерной лаборатории для моделирования задач конвекции вязкой несжимаемой жидкости.

На первом этапе система использовалась в качестве учебной и исследовательской для моделирования плоских задач конвекции в замкнутых областях простейшей формы. Постановки задач включали задачи вынужденной и естественной конвекции на основе уравнений Обербека-Буссинеска при наличии растворимой примеси. Граничные условия включали моделирование конвекции Марангони. Система была тщательно верифицирована для широкого круга задач в областях ламинарного и переходного (колебательного) характера течений. Наличие графической оболочки с одновременной визуализацией полей течения и возможностями моделированием и управления в реальном времени позволило рассматривать систему в качестве компьютерной лаборатории.

На втором этапе система была расширена для решения стационарных задач в областях осесимметричной формы с последующим решением задачи линейной устойчивости (LSA) по отношению к трехмерным возмущениям. Решение задачи линейной устойчивости методом обратной итерации позволяет определять собственные значения и собственные функции задачи. Система позволяет решать задачи устойчивости течений в цилиндре, моделях кругового бассейна, плавящей зоны и метода Чохральского роста кристаллов при наличии конвекции Марангони. Решение дискретизованных уравнений осуществляется матричными методами с решением линейных систем уравнений на основе открытого пакета MUMPS, поддерживающего HPC вычисления.

На текущем этапе развития система возможности системы были расширены для решения стационарных задач со свободной поверхностью, форма которой зависит от течения жидкости и которая определялась в процессе решения задачи. Обсуждаются проблемы применения матричного метода в таких задачах, их достоинства и недостатки. Также описывается опыт использования матричного подхода для решения стационарных трехмерных задач.

Дополнительно обсуждаются возможности открытого ПО генерации пространственных сеток Gmsh для создания квазиструктурированных сеток. Инструментарий для генерации таких сеток включает создание трансфинитных объектов, операции вытягивания (вытягивания) геометрии/сетки и создание сеточного пограничного слоя. Дается описание нового типа трансфинитных сеток, разработанных автором.