

ОТ РЕДАКЦИИ

Уважаемые читатели, перед вами специальный выпуск журнала «Компьютерные исследования и моделирование», в который вошли статьи, написанные разработчиками программного комплекса (ПК) FlowVision, инженерами-расчетчиками, которые его используют для решения сложных научно-технических задач, а также научными сотрудниками институтов РАН и университетов, которые разрабатывают новые математические модели и исследуют новые физико-химические процессы с использованием FlowVision.

В настоящее время FlowVision претерпевает изменения, превращаясь из системы, решающей задачи вычислительной гидродинамики, в инженерную платформу, позволяющую решать междисциплинарные задачи механики сплошной среды. В «обойме» FlowVision есть не только модели теплопереноса и движения жидкости (уравнения Навье – Стокса и Дарси), реализованные для трехмерных, несжимаемых и сжимаемых течений, ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Сейчас в ПК FlowVision имеются численное решение стационарных уравнений Максвелла для моделирования электрического тока и электромагнитных полей в сплошной среде, модель переноса излучения для учета радиационного теплообмена, модель движения дисперсной фазы (пузырьки, капли, песчинки), вычисление источника акустических колебаний и их перенос в пространстве. Средства моделирования сложных течений также развиваются — среди них скользящие поверхности, моделирование несмешиваемых жидкостей с контактными поверхностями, движение тел относительно неподвижной области, разрешение пограничных слоев с помощью призматической сетки. Одни из последних достижений в этой области вы найдете в данном номере журнала.

Две статьи с разных сторон подходят к проблеме моделирования турбулентности. Традиционный инженерный подход — это использование осредненных уравнений Рейнольдса (RANS-подход). Этому подходу посвящена статья «Моделирование турбулентных сжимаемых течений в программном комплексе FlowVision». В ней представлена новая версия модели турбулентности KEFV (*k-e* FlowVision) и проведено численное исследование истечения сверхзвуковой перерасширенной струи из конического сопла в безграничное пространство. Численное моделирование турбулентных потоков при помощи вихреразрешающих методов описывается в работе «Моделирование LES-подходом в ПК FlowVision турбулентного перемешивания разнотемпературных потоков в Т-образном трубопроводе». В обеих статьях результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными. Показано, что оба подхода (в реализации FlowVision) применимы для решения промышленных задач.

Возможности модели турбулентности KEFV показаны в статье «Моделирование влияния импульсно-периодического нагрева на формирование возмущений на границе поперечной струи в сверхзвуковом потоке». В ней решается задача о поперечном вдуве струи в сверхзвуковой поток на пластине. Результаты сравниваются с экспериментом.

В данном выпуске журнала «КиМ» опубликовано несколько статей, связанных с процессом проектирования ядерных реакторов. Две статьи посвящены моделированию теплообмена в ядерных реакторах на быстрых нейтронах жидким теплоносителем. Статья «CFD-моделирование теплообменных пучков парогенератора с эвтектическим сплавом “свинец-висмут”» написана сотрудниками АО ОКБ «Гидропресс». Статья «Разработка методического подхода и численное моделирование теплогидравлических процессов в промежуточном теплообменнике реактора БН» написана сотрудниками АО «ОКБМ Африкантова». Третья статья («Расчетное моделирование теплофизических процессов в высокотемпературном газоохлаждаемом реакторе») посвящена численному моделированию перспективного газофазного реактора, разрабатываемого ОКБМ Африкантова для выработки водорода.

Использование скользящих поверхностей для расчета характеристик лопаточных машин описано в работе «Моделирование центробежных насосов с использованием программного комплекса FlowVision». В ней предложена методика численного моделирования лопаточной машины, приведено сравнение с экспериментом.

Другая статья научного жанра case-studies — «Численное моделирование в ПК FlowVision распыла и испарения сырья в потоке газа-теплоносителя при печном производстве технического углерода». В ней авторы проводят численное моделирование движения дисперсной среды в установке конверсии углерода с учетом его испарения.

FlowVision используется для численного моделирования мезомасштабных явлений. Авторы статьи «Результаты моделирования полевых экспериментов по созданию восходящих потоков для развития искусственных облаков и осадков» моделируют потоки жидкости и газа до высот 2–10 км, с учетом ветра, перепада температур и влажности в атмосфере. В работе представлена замкнутая математическая модель этих явлений, в которой все уравнения, описывающие движение воздуха и теплообмен, записаны относительно натуральных параметров атмосферы.

Климатическую тему продолжает статья «Методика расчета обледенения воздушных судов в широком диапазоне климатических и скоростных параметров. Применение в рамках норм летной годности НЛГ-25». В ней обсуждается развитие модели обледенения IceVision применительно к новым нормам летной годности самолетов, в которых ключевым пунктом является обледенение самолета при больших, чем для старых норм, диаметрах переохлажденных капель. Для новых норм летной годности существенным физическим процессом при взаимодействии капли с поверхностью становится разбрызгивание. Модель разбрызгивания капель с другими улучшениями модели приводится в данной статье.

Акустическая модель, которая разработана в программном комплексе FlowVision, приводится в работе «Развитие метода акустико-вихревой декомпозиции для моделирования шума автомобильных шин». В этой работе исследован шум, возникающий при движении автомобильного колеса. Шум колеса имеет много различных источников. Одним из самых важных является сжатие-разжатие каналов на протекторе шины при взаимодействии ее с асфальтом. Данный вопрос обсуждается в статье.

Наиболее старая и точная наука — это гидродинамика судна. В статье «Использование приповерхностных сеток для численного моделирования вязкостных явлений в задачах гидродинамики судна» показано применение достаточно новой для FlowVision технологии разрешения пограничного слоя призматической сеткой применительно к задачам обтекания судна и движения жидкости вокруг судового гребного винта.

В статье «Неявный алгоритм решения уравнений движения несжимаемой жидкости» рассказывается о сердце FlowVision — методе решения уравнений Навье–Стокса. Для упрощения понимания существа вопроса авторы изложили метод только для случая несжимаемых течений, пообещав в следующих статьях рассказать о модификации данного метода для полностью сжимаемых течений. Подчеркнем, что реализованный метод во FlowVision — общий для всех течений.

Если в предыдущем предложении сердце использовалось в фигуральном смысле, то две статьи — «Численное моделирование течения жидкости в насосе для перекачки крови в программном комплексе FlowVision» и «Редуцированная математическая модель свертывания крови с учетом переключения активности тромбина как основа оценки влияния гемодинамических эффектов и ее реализация в пакете FlowVision» — имеют прямое и непосредственное отношение к сердцу, крови и медицине. Первая статья, по сути, валидирует FlowVision для медицинских задач. Вторая предлагает математическую модель свертывания крови, которая в будущем поможет врачам и хирургам предотвращать или прогнозировать образование тромбов у пациентов, в том числе перенесших операции.

Результаты, описанные в статье «Применение метода Dynamic Mode Decomposition для поиска неустойчивых мод в задаче о ламинарно-турбулентном переходе» пока не реализованы в программном комплексе FlowVision, но тема, затронутая в данной статье, чрезвычайно важна для практических применений, особенно для задач моделирования аэродинамики хорошо обтекаемых тел.

Заключает наш специальный выпуск мемориальная статья «Памяти А. П. Тишина — ученого, инженера, учителя и друга» об Анатолии Петровиче Тишине, одном из последних могикан советской ракетной науки, человеке, который работал вместе с В. П. Глушко и который в последние годы своей жизни решил огромное количество задач с использованием программного комплекса FlowVision и оказал большое положительное влияние не только на решаемый набор задач в этой программе, но и на команду ее создателей.

*С уважением от имени редакции,
к. ф.-м. н. А. А. Аксёнов, с. н. с. ОИВТ РАН, технический директор ООО «ТЕСИС»*