

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

© К.А. Храмцов, Е.А. Девярых, А.Л. Полейко, В.В. Лавров, Н.Б. Лошкарев
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

Одним из способов повышения качества образования и формирования компетентных специалистов является использование образовательных ресурсов на основе современных информационных технологий. В связи с этим актуальной задачей является разработка и внедрение в образовательный процесс высших учебных заведений новых форм и технологий обучения, например, электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Особую ценность, на наш взгляд, представляют ресурсы по специальным учебным дисциплинам, в которых отражены практические аспекты профессиональной работы будущих специалистов на основе оригинальных учебно-методических материалов и результатов научных исследований профессорско-преподавательского состава университета.

В докладе отражен опыт разработки и использования электронного образовательного ресурса по дисциплине «Компьютерное моделирование технологических процессов», подготовленный коллективом авторов на основе имеющихся на кафедре учебно-научной лаборатории «Механика движения жидкостей и газов» и аппаратно-программных средств научно-учебной лаборатории «Компьютерное моделирование и исследование теплофизических процессов». Дисциплина включена в учебный план подготовки магистров по направлению «Металлургия» (профиль «Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей»). Цель курса – научить пользоваться методами компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента с использованием современных информационных технологий и лабораторной базы для исследования технологических процессов.

В основу создания образовательного ресурса положены следующие принципы: наглядность представления материала; полнота; универсальность; расширяемость.

Одним из практических примеров решения научных и в особенности технических задач в процессе изучения дисциплины является исследование течений жидкостей по каналам переменного сечения (трубопроводам), в ходе которого магистранты определяют величину гидравлических потерь методами компьютерного моделирования и лабораторного эксперимента. Под термином «гидравлические потери» принято понимать величину потерь энергии (напора), затрачиваемой на преодоление сопротивления движению жидкости различных конструктивных включений (заслонки, резкие сужения, расширения, и пр.) [1]. Механизмы действия сил сопротивления в конкретных системах трубопроводов очень сложны и практически не поддаются аналитическому описанию. Поэтому при расчётах потерь напора используют, как правило, эмпирические соотношения, полученные в ходе проведения физических экспериментов.

На рис. 1 представлен фрагмент экрана компьютерной интерактивной лабораторной работы для изучения процесса движения воздуха в каналах переменного сечения и расчета гидравлических потерь трубопровода. Компьютерная лабораторная работа, реализованная в среде программирования Microsoft Visual Studio .NET на языке C#, используется студентами и магистрантами для самостоятельной подготовки и отработки методики выполнения физических экспериментов в кафедральной лаборатории «Механика движения жидкостей и газов». В основу алгоритмического обеспечения компьютерной лабораторной работы

положены эмпирические зависимости распределения давлений и скоростей движения потока воздуха от его расхода, полученные в ходе проведения физических экспериментов.

Освоение практических навыков компьютерного моделирования проводится магистрантами с использованием программного комплекса FlowVision (разработчик – компания ТЕСИС [2]), который предназначен для моделирования трехмерных течений жидкости и газа в технических и природных объектах, а также визуализации этих течений методами компьютерной графики. Моделируемые течения включают в себя стационарные и нестационарные, сжимаемые, слабосжимаемые и несжимаемые потоки жидкости и газа. Использование различных моделей турбулентности и адаптивной расчетной сетки позволяет моделировать сложные движения жидкости, включая течения с сильной закруткой, горением, течения со свободной поверхностью [3].

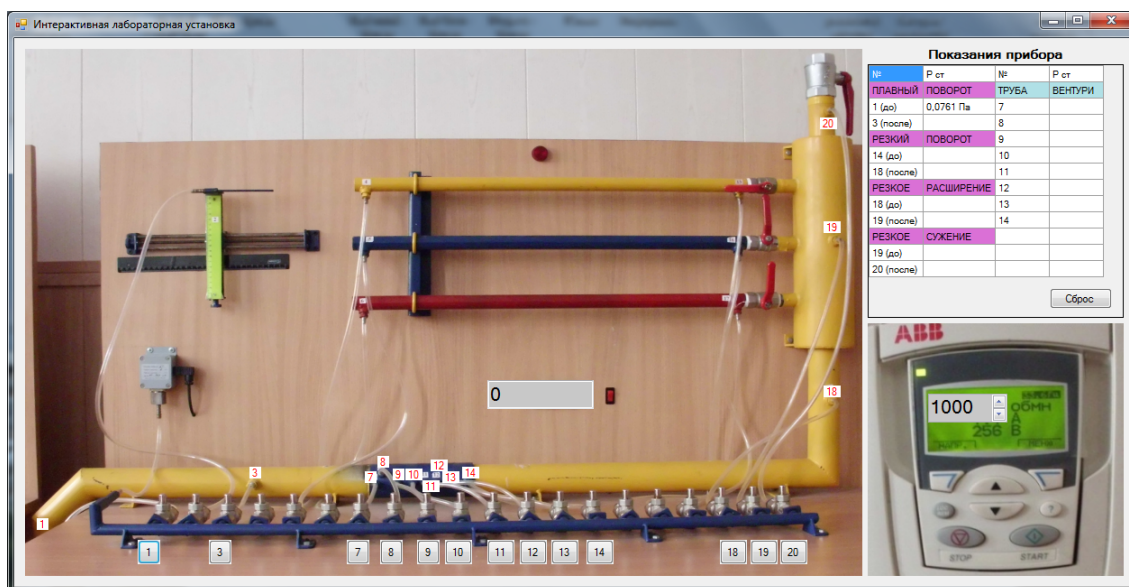


Рис. 1. Фрагмент экрана интерактивной лабораторной работы

FlowVision основан на конечно-объемном методе решения уравнений гидродинамики и использует прямоугольную адаптивную сетку с локальным измельчением. Для аппроксимации криволинейной геометрии с повышенной точностью FlowVision использует технологию подсеточного разрешения геометрии. Эта технология позволяет импортировать геометрию из систем САПР (SolidWorks, AutoCAD и др.) и обмениваться информацией с системами конечно-элементного анализа. Использование этой технологии позволило решить проблему автоматической генерации сетки – чтобы сгенерировать сетку, достаточно задать всего лишь несколько параметров, после чего сетка автоматически генерируется для расчетной области, имеющей геометрию любой степени сложности.

FlowVision построен на базе единой интегрированной среды, в которой препроцессор, решатель и постпроцессор объединены и работают одновременно.

В функциональное назначение *препроцессора* входит импорт геометрии расчетной области из систем геометрического моделирования, задание модели среды, расстановка начальных и граничных условий, генерация или импорт расчетной сетки и задание критериев сходимости. В систему FlowVision можно импортировать геометрию из любой CAD системы трехмерного моделирования. При импортировании FlowVision поддерживает как широко распространенные форматы IGES, STL (Stereo Lithography) и VRML (Virtual Reality Model Language), так и специальные форматы NASTRAN, DEFORM, ABAQUS, и некоторые другие, используемые программами конечно-элементного анализа.

После этого управление передается *решателю*, который начинает процесс счета. При достижении требуемого значения критерия сходимости процесс счета может быть остановлен.

Результаты расчета непосредственно во время счета доступны для *постпроцессора*, в котором производится обработка данных – визуализация результатов и сохранение их во внешние форматы данных.

Алгоритм проведения компьютерного моделирования в пакете FlowVision следующий:

- 1) физико-математическая постановка задачи:
 - выбор математической модели (набора уравнений);
 - ввод физических параметров;
 - ввод граничных условий;
 - ввод начальных условий с помощью фильтра;
- 2) подготовка к численному моделированию:
 - построение расчетной сетки;
 - ввод параметров численного расчета;
- 3) моделирование с помощью решателя:
 - расчет задачи;
 - возвращение расчета в начальное состояние;
- 4) подготовка к визуализации результатов:
 - работа в постпроцессоре;
 - создание (объекта) плоскости;
 - создание (объекта) линии;
- 5) визуализация скалярных полей:
 - изображение распределения переменной в плоскости методом цветовой (тоновой) заливки;
 - создание двумерного графика;
 - создание «графика вдоль кривой»;
 - создание графика теоретической зависимости методом введения новой переменной;
- 6) визуализация векторного поля скорости:
 - построение направлений скорости методом векторов;
 - построение линий тока методом группы частиц;
- 7) визуализация отдельных числовых значений:
 - вычисление интегральных характеристик (осреднённых по сечению значений переменных);
 - фиксация значений переменных в точке методом характеристик;
 - вычисление сил и моментов, действующих на объект.

На рис. 2 представлен фрагмент визуализации вектора скорости потока воздуха и графика сходимости решения, полученного в ходе компьютерного моделирования в пакете FlowVision гидравлических потерь в трубопроводе типа «плавный поворот».

Создание графического сопровождения (рисунков, схем, диаграмм и пр.) выполнено в программе Microsoft Visio, в дальнейшем графические объекты конвертированы в форматы Microsoft Office Word и Adobe Acrobat Reader. Разработка интерактивных анимационных фрагментов выполнена в программе Adobe Captivate: наложение изображений, видеофрагментов, высвечивание пояснений, синхронизация всех объектов презентации, запись с экрана методики проведения лабораторных исследований в формат flash-файлов (swf).

Таким образом, разработанный электронный образовательный ресурс позволяет в наглядной форме отразить лекционный материал, практически познакомить магистрантов с методикой изучения и средствами компьютерного моделирования технологических процессов и теплофизических явлений, проверить у них уровень усвоения полученных знаний. ЭОР рекомендуется использовать в качестве дополнительной формы преподавания учебного материала и как одной из форм итогового контроля успеваемости студентов.

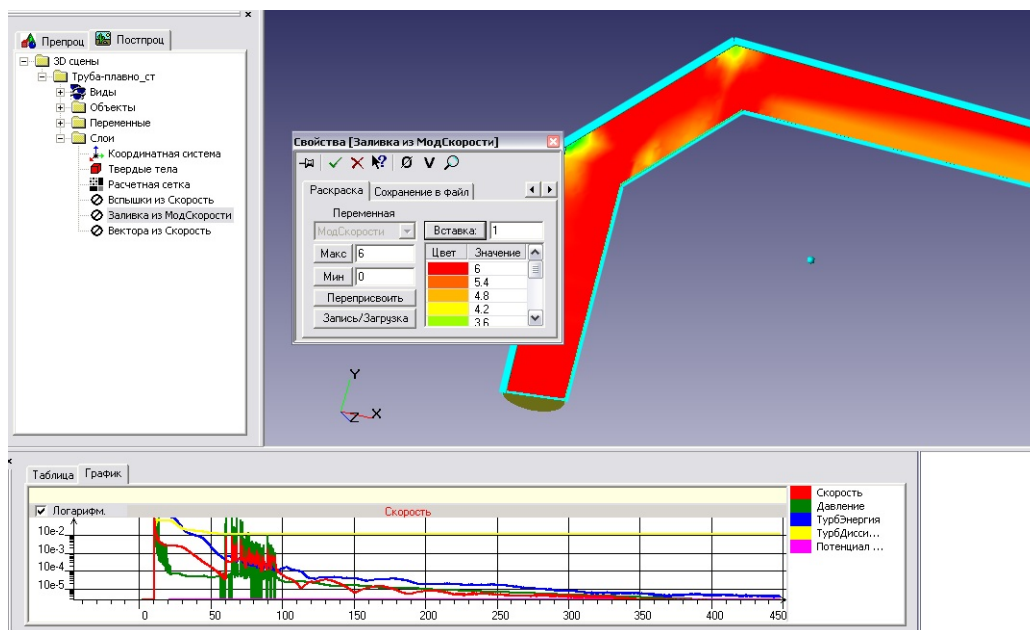


Рис. 2. Фрагмент визуализации вектора скорости потока воздуха и графика сходимости решения в пакете FlowVision

Список использованных источников

1. Механика жидкости и газа / В.С.Швыдкий, Ю.Г.Ярошенко, Я.М.Гордон [и др.]. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 464 с.
2. Web-портал компании ООО «ТЕСИС» [web]. URL: www.flowvision.ru (дата обращения: 28.02.2012).
3. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа : учеб. пособие / Т.В. Кондранин [и др.]. М.: МФТИ, 2005. 104 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

© И.А. Чернигов, Н.Ф. Бондарь, 2012

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк

Развитие систем автоматизации технологических процессов и производственных комплексов в настоящее время приводит к тому, что параллельно разработке технологического объекта необходимо разрабатывать и систему автоматизации управления. Это требование следует выполнять при создании автоматизированных лабораторных установок (АЛУ) с физической моделью объекта управления. Автоматизированные лабораторные установки (стенды) необходимы для освоения известных и новых систем автоматизации управления различными техническими объектами, а также для выполнения исследований на базе физико-математических моделей и натурно-модельных комплексов.

В данной работе для создания АЛУ использованы следующие исходные данные:

1. Проект физической модели технического объекта – нагревательного котла, подобной реальному объекту.