

4. Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В., Вольфенгаген В.Э., Зинченко К.Е. Средства инструментальной поддержки композиции и специализации предметно-ориентированных механизмов наследования для правовых деловых игр // В мире научных открытий. 2010. N 1-4. С. 32-36. Режим доступа: <http://nkras.ru/vmno/issues/articles/2010/1-4.pdf> (дата обращения 15.12.2012)

5. Аппликативный компьютеринг: попытки установить природу вычислений / В.Э. Вольфенгаген, Л.Ю. Исмаилова, С.В. Косиков, А.Д. Лаптев, В.Н. Назаров, В.В. Рословцев, И.С. Сафаров, А.Л. Степанов // Вестник Удмуртского университета. Серия 1: Математика. Механика. Компьютерные науки. Электрон. журн. 2009. Выпуск 2. -- с. 110-117. Режим доступа: http://vst.ics.org.ru/uploads/vestnik/2_2009/vu09213.pdf (дата обращения 15.12.2012).

6. Комбинаторы: объекты, помогающие понять строение компьютеринга / В.Э. Вольфенгаген, Л.Ю. Исмаилова, С.В. Косиков, А.Д. Лаптев, В.Н. Назаров, В.В. Рословцев, И.С. Сафаров, А.Л. Степанов // Вестник Удмуртского университета. Серия 1: Математика. Механика. Компьютерные науки. Электрон. журн. 2009. Выпуск 2. -- с. с. 118-131. Режим доступа: http://vst.ics.org.ru/uploads/vestnik/2_2009/vu09214.pdf (дата обращения 15.12.2012).

7. Homotopy Type Theory: Univalent Foundations of Mathematics. The Univalent Foundations Program. –Institute for Advanced Study: 2013. – 480 p. Режим доступа: <http://homotopytypetheory.org/book/> (дата обращения 05.02.2014).

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Г.А. Китаев, С.В. Лавриненко

(г. Томск, Томский политехнический университет)

COMPUTER SIMULATIONS FOR NUCLEAR ENERGY

G.A. Kitaev, S.V. Lavrinenko

(s.Tomsk, Tomsk Polytechnik University)

Report is devoted to computer technologies for nuclear power, namely need of their rapid development for Russia. The special attention is paid to results operating projects and to the forecast for some future plans of development of these technologies. Their ability to solve many actual problems of nuclear power is shown. Also report gives justification of economic benefits of these technologies: decrease the number of natural experiments and, as a consequence, the resources spent. Adequacy of use is confirmed by some examples of numerical model operation with some domestically produced software packages for supercomputers.

Введение. На данный момент в мире продолжает развиваться интерес к атомной энергетике. Развитие атомного энергопромышленного комплекса постепенно становится для многих стран приоритетной задачей. Запланировано строительство большого числа новых энергоблоков, действующие энергоблоки нуждаются в квалифицированном персонале и должном контроле.

Процесс создания реакторных и ядерных энергетических установок является невероятно длительным и наукоемким. При этом важным фактором является необходимость их соответствия высоким международным требованиям по безопасности. Постепенное совершенствование создаваемых установок, с опорой на опыт и тщательную

экспериментальную отработку новых решений, имеет большие ограничения вследствие значительной продолжительности и высокой стоимости процесса проектирования.

Применение компьютерных и суперкомпьютерных технологий моделирования в атомной отрасли позволит достичь более высокого уровня технических характеристик и без опасности проектируемых объектов сократить сроки разработки и снизить затраты на создание новых конкурентных образцов оборудования за счет оптимизации отдельных элементов конструкций и обоснования различных режимов работы, основанных на детальном анализе протекающих в них физических процессов. Таким образом, внедрение таких технологий в работу предприятий атомной отрасли, направленное на достижение нового качества и конкурентоспособности продукции при снижении сроков и стоимости ее создания, сегодня является важнейшей задачей.

Кроме того, необходимость в организации подготовки специалистов на тренажерах энергоблоков, ещё не введенных в эксплуатацию, заставляет пересмотреть классические подходы в строении тренажеров и разработать новые инструменты моделирования.

Суперкомпьютерное моделирование. Суперкомпьютер (англ. supercomputer) — вычислительная машина, значительно превосходящая по своим техническим параметрам большинство существующих компьютеров. Как правило, современные суперкомпьютеры представляют собой большое число высокопроизводительных серверных компьютеров, соединённых друг с другом локальной высокоскоростной магистралью для достижения максимальной производительности.

Применение суперкомпьютерных технологий позволит решить многие сложные задачи в интересах атомной энергетики. В их числе: оптимизация элементов конструкций, обоснование ресурсных и иных характеристик оборудования, обоснование режимов эксплуатации, выбор оптимальных режимов работы.

В частности, на сегодняшний день уже получены важные результаты. Созданы первые варианты пакетов программ для имитационного 3D-моделирования на суперкомпьютерах с массовым параллелизмом, которые обеспечивают эффективное проведение расчетов при моделировании отдельных элементов конструкций изделий. Их адаптация для решения конкретных задач для практического применения на предприятиях ведется в тесном сотрудничестве ряда ведущих отраслевых организаций, таких как ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ОАО «ОКБМ Африкантов», ОКБ «ГИДРОПРЕСС», ОАО «СПбАЭП» и других.

К примерам практического применения суперкомпьютерного моделирования можно отнести следующие задачи, выполненные с использованием пакетов программ, разработанных во ФГУП Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики («РФЯЦ-ВНИИЭФ») [1]:

- расчет работы устройства ограничителя течи в случае гипотетической аварии при работе реакторной установки средней мощности ВБЭР-300;
- исследование состояние контейнмента АЭС при падении на него самолета;
- определение гидравлических характеристик ячейки твэльного пучка и т.д.

Проектирование в формате 6d. Уже много лет мировая тенденция в проектировании – использование компьютерных программ и технологии 3D, которая позволяет практически полностью исключить ошибки в работе, улучшить качество и сократить сроки проектирования. При строительстве российских атомных станций уже используется и формат 4D, где все операции описаны как в пространстве, так и во времени. Но 6D-проектирование – это еще более перспективная технология. Она подразумевает, что, помимо 3D-проектирования, в проекте будет реализовано управление поставками оборудования, персоналом и сроками строительства типового энергоблока. То есть к трем физическим измерениям добавятся еще три: время – в виде календарно-сетевого планирования сооружения блока; оборудование – как информация о конфигурации, комплектации и поставке необходимых материалов и агрегатов; ресурсы – трудовые, технические финансовые и иные.

6D-проектирование состоит из нескольких этапов. Первый шаг – это построение 3D-модели объекта, в которой содержится почти вся номенклатура 6D-проекта. Уже из 3D-модели можно получить почти все необходимые показатели для создания 6D-модели, такие как физические объемы оборудования, трубопроводов, количество сварочных швов.

Следующим шагом является автоматизированное построение графика, определяющего очередность монтажа модели и сроки монтажно-строительных работ. Из модуля согласования проекта выводится спецификация оборудования, трубопроводов, сварочных стыков на каждом участке проектируемой системы.

Также 6D-модель включает в себя данные по количеству человеческих ресурсов с указанием их специализации и подрядчиков, что позволяет оптимизировать строительство по количеству трудовых ресурсов. То есть улучшается процесс монтажа оборудования[2].

Обучение специалистов. Вместе с ростом производительности доступной персональной вычислительной техники стимулируется разработка систем интегрирования сложных моделирующих комплексов с современным аппаратом визуализации для создания аналитических симуляторов и расчетных комплексов широкого применения (обучение, ВУЗы, инженерные задачи и др.).

Использование компьютерного моделирования для обучения молодых специалистов является одним из самых перспективных путей его развития, так как это существенно повышает качественный уровень специалистов, уменьшает сроки их адаптации после трудоустройства. Особенно это актуально в отраслях в которых чрезмерно затратно и практически невозможно изготовить натурные тренажеры, а теоретическая информация не даёт полного представления о действующих системах. Одной из таких отраслей является атомная энергетика, поэтому применение компьютерного моделирования в ней крайне необходимо.

Так в «Национальном Исследовательском Томском Политехническом Университете» для обучения студентов по специальностям, связанным с атомными и тепловыми электростанциями, уже применяются различные пакеты программ, моделирующие процессы на АЭС и ТЭС. Примером этих программ может послужить SSL DYNCO LAB SYSTEM - прикладное программное обеспечение для проведения лабораторных работ по курсу “Физика ядерных реакторов”, разработанное в ООО Экспериментальный научно – исследовательский и методический центр "МОДЕЛИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ". Данный программный комплекс включает:

- модель нейтронной кинетики;
- теплогидравлическую модель активной зоны;
- модели трех активных зон реакторов: РБМК-1000, ВВЭР-1000 и БН-800.

Каждая из моделей позволяет выполнять статические и динамические расчеты[3].

Закключение. Компьютерное моделирование уже доказало свою эффективность в ряде вопросов, поэтому ожидаемыми результатами применения суперкомпьютерных технологий в атомной энергетике являются:

- минимизация дорогостоящих натурных экспериментов для подтверждения ресурсов оборудования реакторных установок, составляющих до 20% стоимости Научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- сокращение объема НИОКР в инновационных проектах на 40-50%;
- снижение сроков разработки и проектирования реакторных установок на 20-50%.

Анализ сравнения расчетов и экспериментальных данных, полученных при выполнении пусконаладочных работ на действующих АЭС, также показывает адекватность моделирования и стимулирует его дальнейшее распространение в области атомной энергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов С., Костюков В. Суперкомпьютерные технологии – важнейшее инновационное направление развития атомной отрасли// "Безопасность Окружающей Среды": Научно-технологическое обеспечение атомной отрасли.-2010.-N 3.–С. 18-24
2. Атомные стройки. Проектирование АЭС в формате 6D // <http://publicatom.ru/blog/stroyka/1728.html>
3. SSL DYNCO LAB SYSTEM - Прикладное программное обеспечение для проведения лабораторных работ по курсу “Физика ядерных реакторов” (описание), г. Обнинск, 2012 г.-С.3,11

НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ, ИЗМЕРЕННЫХ В ШКАЛЕ ЛАЙКЕРТА

Л.И. Маруцак

(г. Кемерово, Кемеровский государственный университет)

FUZZY APPROACH TO PROCESSING OF DATA MEASURED BY LIKERT SCALE

L.I. Marutsak

(s. Kemerovo, Kemerovo State University)

The article touches upon a new approach to processing of data measured by Likert scale. Fuzzy sets are used for measuring the interval between variants of responses.

В гуманитарных исследованиях для получения количественной оценки отношения респондента к некоторой проблеме часто применяется шкала Лайкерта[1]. Респонденту предлагается оценить свое отношение к ряду утверждений, вводятся позитивные и негативные утверждения с возможными вариантами ответов: «согласен», «скорее согласен», «скорее не согласен» и «не согласен». Ответы респондентов являются индикатором выраженности некоторого интересующего компонента. Значение шкалы Лайкерта представляет собой сумму баллов, выставленных респондентом данной группе суждений.

Полученная таким образом оценка измерена в ранговой шкале и не может быть использована в многомерном статистическом анализе, так как в ранговых шкалах алгебраическая операция сложения недопустима из-за того, что неизвестны расстояния между соседними отсчетами данной шкалы [2].