

ПАКЕТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ: СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ И НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Аннотация

Обсуждается опыт применения сред визуального моделирования сложных динамических систем в образовании на примере семейства отечественных сред MvStudium. Сделана попытка проанализировать успехи и неудачи научной группы MvStudium, сотрудничающей с журналом «Компьютерные инструменты в образовании» на протяжении пятнадцати лет.

Ключевые слова: объектно-ориентированное моделирование, среды визуального моделирования сложных динамических систем, вычислительный эксперимент.

ВВЕДЕНИЕ

Наш небольшой коллектив разработчиков пакетов моделирования семейства MvStudium (www.mvstudium.com) в нынешнем составе образовался в 1996 году и сотрудничает с журналом, начиная с 1998 года [1–3]. Предлагаемая читателям статья задумывалась как подведение итогов нашей пятнадцатилетней деятельности, связанной с разработкой и использованием сред визуального моделирования семейства MvStudium и их внедрением в учебный процесс.

Разработка первого визуального пакета Model Vision началась под руководством Ю.Б. Колесова в девяностых годах. Пакет Model Vision должен был заменить «невизуальные» пакеты предыдущего поколения, использовавшиеся в промышленности при создании прототипов новых устройств. В 1996 году было принято решение изменить язык моделирования и переименовать пакет. Новое название пакета – Model Vision Studium должно было подчеркивать, что пакет будет использоваться в учебных целях.

В течение пятнадцати лет мы не только совершенствовали (как нам кажется) пакет, но старались (что из этого вышло, а точнее не вышло, мы и хотели бы обсудить) привлечь внимание ученых, инженеров и преподавателей к компьютерным инструментам моделирования.

Для этого:

– организовали, проводили и проводим международную конференцию «Компьютерное моделирование» в Санкт-Петербургском политехническом университете (<http://dcn.ftk.spbstu.ru>) – неоднозначный, с точки зрения результатов, проект;

– сотрудничали с международной ассоциацией преподавателей CoLoS (www.colos.org – летом этого года ассоциация прекращает свою деятельность), использующих компьютерные инструменты в образовании (члены этого сообщества постоянно выступали на конференции «Компьютерное моделирование», а переводы их статей публиковались в журнале) – проект завершился, наши ожидания не оправдались;

– сотрудничали с организаторами сайта Exponenta.ru (www.exponenta.ru), пытаясь проводить конкурс «Компьютерное моделирование сложных динамических систем», «Визуальные среды моделирования» – проект завершился неудачно;

– сотрудничали и сотрудничаем с преподавателями университетов, использующих последнюю учебную версию пакета Rand Model Designer – RMD_LITE (www.rand-service.com) – возникает много трудностей, сотрудничество вялое, результаты не предсказуемы;

– сотрудничали и сотрудничаем с преподавателями школ, использующих учебную версию RMD_LITE (www.rand-service.com) для преподавания информатики – начало очень хорошее, и пока, как говорят медики, «динамика положительная»;

– стали соучредителями российского (национального) общества имитационного моделирования (<http://simulation.su/en.html>), с деятельностью которого связываем свои надежды на перемены в области моделирования в нашей стране.

Мы искренне уверены, что моделирование (математическое моделирование) как инструмент познания и исследования, следует пропагандировать (а иногда и агитировать за его более широкое внедрение в учебный процесс) всеми доступными средствами [9–13]. Математическое моделирование используется на протяжении столетий в школе (сколько лет бедное тело бросают под углом к горизонту во всех школах мира), не говоря уже об университетах (сколько поколений студентов изучают «динамические системы» – обыкновенные дифференциальные уравнения и «необыкновенные» – уравнения в частных производных), в науке и промышленности (здесь уже бросают не тела и материальные точки, а запускают баллистические ракеты и спутники). Моделирование применяют все шире и шире, и способствуют этому программные среды визуального моделирования. Компьютерное Визуальное Моделирование могут использовать как школьники, так и профессора, и действительно используют – мы даже можем назвать имена и тех, и других!

Однако, как нам кажется, проникновение компьютерного моделирования в образование (и в науку, и в производство) происходит медленно или медленнее, чем хотелось бы. При этом очевидность преимуществ активных методов изучения (а моделирование в образовании – это активный метод, по

сравнению с традиционными пассивными – лекциями, упражнениями у доски, даже семинарами, если на них пересказывается содержание случайно найденных в Интернете статей) практически ни у кого не вызывает сомнений.

За пятнадцать лет многое изменилось в нашей стране – мы стали активно общаться с зарубежными коллегами, и это дает возможность более объективно судить о применении моделирования в образовании в других странах и сравнивать с положением в нашей стране. Появились новые статьи и учебники, посвященные моделированию, однако их авторы почему-то используют преимущественно программные среды для моделирования изолированных (однокомпонентных систем), такие как Matlab, MathCAD, Maple и даже Microsoft Excel в качестве среды моделирования! Появились новые программные среды – но они, судя по содержанию доступных в Интернете учебных пособий, практически неизвестны. И хочется понять, насколько мы продвинулись вперед, в каком направлении и с какой скоростью мы движемся.

В этой статье мы хотим на примере работы нашего коллектива попытаться понять, что происходит с компьютерным моделированием в нашей стране (надеемся, что читатель не заподозрит нас в мании величия):

1. Почему программные средства моделирования так трудно и медленно проникают в образование (см. доклады конференций ИТО, например <http://saratov.ito.edu.ru/2012/> или <http://mo.ito.edu.ru/2012/>)?

2. Почему отечественные разработки оказываются на втором плане (см. <http://simulation.su/static/en-soft.html>; <http://www.exponenta.ru/soft/Others/Others.asp>; http://www.adeptsience.co.uk/products/math_sim.html; http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_computer_simulation_software; http://www.exponenta.ru/educat/konkursreferatov4/konkursref_works.asp)?

3. Почему так мало новых учебников, посвященных использованию современного программного обеспечения моделирования (загляните в Интернет и посмотрите, что сейчас лежит на полках магазинов)?

Возможно, мы выбрали неудачный пример. Возможно. Поделитесь своим опытом, пожалуйста. Надеюсь, что редколлегия журнала поддержит нас и будет рада появлению статей, посвященных успехам в области моделирования и обсуждению проблем.

РАЗЛИЧНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Разделим программные среды на среды, ориентированные на моделирование изолированных (однокомпонентных) систем, и среды, позволяющие строить многокомпонентные модели [5].

В первом случае уравнения (совокупная система уравнений или модель) пишутся руками в окончательном виде. Пользователь самостоятельно выбирает численный метод и способ визуализации результатов (обычно это «математическая графика» – графики, фазовые портреты, линии уровня). Также в распоряжении пользователя есть набор «стандартных» процедур, например, возможность линеаризовать уравнения в окрестности заданной точки, найти собственные числа линеаризованной системы, решить задачу параметрической оптимизации. Вычислительный эксперимент опять-таки проводится самим пользователем – пишутся управляющие программы, позволяющие, например, исследовать зависимость решения от параметра. Таким образом, в знаменитой триаде «модель – численный метод – программная реализация», описывающей процесс моделирования, автоматизированы второй и третий этапы. К числу пакетов для моделирования изолированных систем относятся Matlab (численные расчеты в арифметике машинных чисел и дополнительная возможность использовать символьные вычисления), MathCAD, Maple, Mathematica (символьные вычисления и дополнительная возможность использования численных методов). Существует множество хороших учебников, посвященных упоминаемым пакетам – как их языкам моделирования, численным методам, так и описанию их применения для решения конкретных задач. Многие университеты приобретают образова-

тельные лицензии для их использования, а те, кто этого сделать не может, довольствуются свободно распространяемыми пакетами, например Sage.

Отечественные пакеты для моделирования однокомпонентных систем, возможно, и существуют, но нам о них почти ничего не известно.

В случае многокомпонентных моделей итоговая система уравнений строится пакетом автоматически. Создавая или используя уже разработанные компоненты, пользователь строит структурную схему модели (задает «топологию» модели) и тем самым определяет топологические уравнения. Вид топологических уравнений зависит от типа связей между компонентами («блоками») – «входы-выходы» и/или «контакты-потоки». Компоненты могут, в свою очередь, иметь свою структурную схему (иерархические модели). Каждый структурно простой компонент имеет свою, «компонентную» систему уравнений или несколько систем уравнений в случае событийно управляемых (гибридных) систем. Совокупность топологических уравнений и подмножества компонентных уравнений, определяемых текущими событиями, образует текущую совокупную (итоговую) систему уравнений (текущую модель). Как и в случае пакетов для моделирования изолированных систем, существует библиотека численных методов, библиотека «стандартных» процедур и различных методов визуализации поведения модели.

Как правило, для построения многокомпонентных моделей применяются объектно-ориентированные технологии [7], в основе которых лежат понятия «класса» и «экземпляра класса» (UML).

Среди зарубежных пакетов наиболее известными являются:

– пакет Simulink и StateFlow (в совокупности с компонентами с префиксом Sim: SimPowerSystes, SimMechanicks и так далее),

– пакет Dymola, использующий язык моделирования Modelica [13],

обеспечивающие построение многокомпонентных систем с компонентами различной физической природы и событийно определяемым поведением. Наверное, мы не ошибемся, если скажем, что основное различие

между этими подходами – в использовании объектно-ориентированной технологии моделирования. В первом случае она используется при построении модели, но не доступна пользователю (нельзя создать свои компоненты, использовать механизм наследования). Во втором случае – это инструмент пользователя, закрепленный в языковых конструкциях языка моделирования, предназначенный для создания своих библиотек классов и пакетов.

К числу свободно распространяемых пакетов относится пакет OpenModelica.

В нашей стране в учебном процессе из числа перечисленных чаще всего используется пакет Simulink, и появились отечественные руководства по использованию компонентов StateFlow, SimMechanics (судя по количеству ссылок в статьях и книгах наших пользователей).

С отечественными пакетами для моделирования многокомпонентных систем дело обстоит лучше. Помимо семейства MvStudium, в образовании и промышленности используются пакеты MBTU, ISMA.

ПАКЕТ RAND MODEL DESIGNER И ЕГО СВОБОДНАЯ ВЕРСИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ RMD_LITE

Последний пакет из семейства MvStudium, разработанный нашим коллективом, называется Rand Model Designer. Его свободно распространяемая версия для образования носит название RMD_LITE.

Если коротко охарактеризовать отличия нашего подхода от подходов специалистов корпорации MathWorks и создателей языка Modelica к разработке пакетов моделирования, то получится следующее.

Мы наследовали объектно-ориентированный подход авторов языка Modelica, но постарались учесть и достижения в стандартизации языка моделирования, достигнутые создателями языка UML. В частности, применение для описания поведения модификации машины состояния – гибридных автоматов, позволяет упростить описание и эффективнее реализовать модели многокомпонентных систем с событийно-определяе-

мым (гибридным) поведением с компонентами различной физической природы.

Коммерческая версия пакета продается компанией Rand-Service (www.rand-service.com). Однако специально для образования была создана свободно распространяемая версия RMD_LITE. Требование использовать только лицензионное программное обеспечение несколько осложняет учебный процесс – хорошо, когда нужная программа всегда под рукой у студента. Если программа установлена только в дисплейном классе, необходимо выделять время для свободного доступа студентов, сетевой доступ к серверу кафедры требует мощного оборудования и хороших каналов связи. Остается, пренебрегая коммерческой выгодой, создавать свободные версии.

Промышленное использование пакета для разработки тренажеров фирмой TRANSAS, создания экономических моделей для Счетной палаты РФ, потребовало решения новых задач.

Задача о решении потока вычислительных задач

Современные промышленные системы – это, прежде всего, большие многокомпонентные системы. Справиться с большим числом компонентов помогают объектно-ориентированные технологии, отсюда успех языка проектирования больших программных систем UML. Однако не менее трудной проблемой является и то, что современные промышленные системы событийно управляемы. Это означает, что во время экспериментов с моделью приходится решать разные по размеру и по свойствам системы нелинейных алгебраических, дифференциальных или алгебро-дифференциальных уравнений. Сложное поведение модели, меняющееся под воздействием событий, порождает поток сменяемых друг друга вычислительных задач, формируемых пакетом автоматически. Вычислители привыкли тщательно анализировать модель для численного решения: вводить новые переменные, масштабировать решаемую систему, аппроксимировать ее. Современные пакеты моделирования не умеют этого делать! Более того, вычислители проводят и априорный, и апостериорный

анализ, сводящийся к анализу поведения алгоритма (программной реализации численного метода) при решении конкретной задачи, и подбирают наилучший метод, так как исследование модели сводится к многократным экспериментам, а правильный выбор метода экономит время исследования. В нашем случае приходится говорить об оптимизации потока задач на траектории! Этой проблеме посвящена статья Ю.Б. Сениченкова «Численная библиотека семейства пакетов MvStudium».

Задача о создании и стандартизации инструментов исследования

Одним из серьезных недостатков современных пакетов моделирования является отсутствие удобного языка планирования и проведения вычислительного эксперимента. Для проведения сложного эксперимента приходится писать программу на языке достаточно низко уровня или пользоваться макро-операторами. Первое сложно, второе не всегда подходит к конкретному случаю. Оказывается что, машины состояния можно использовать как графический язык описания сложного вычислительного эксперимента. Ю.Б. Колесов применил этот подход для создания компонентов, автоматизирующих процесс проведения типовых вычислительных экспериментов (см. статью Ю.Б. Колесова «Автоматизация проведения типовых вычислительных экспериментов в пакете RMD»).

Задача об обмене моделями между пакетами

Исторически сложилось так, что современные пакеты моделирования «не дружат» между собой. В то же время часто хочется воспользоваться инструментами чужого пакета для решения своей задачи. Можно переписать модель на другой язык моделирования, но это сложно делать руками, особенно если модель сложная. Можно автоматически конвертировать модель, провести нужные исследования «на территории противника» и вернуться в родную среду. Казалось бы, это просто – нужно только написать препроцессор. Однако при этом возникает вопрос, как добиться эквивалентности моделей? (О попытке написать препроцессор,

автоматически переписывающий описание модели с языка пакета Simulink на язык пакета RMD, см. статью Ю.Б. Сениченкова, Дж. Цзынчэня «Конвертирование моделей»).

Задача стандартизации пакетов моделирования

Мало того, что пакеты не дружат, – они во многом дублируют друг друга, в том смысле, что содержат функционально одинаковые компоненты, воспользоваться которыми могут только они сами. Однако современный подход к проектированию сложных систем говорит, что надо стандартизовать компоненты (в нашем случае это редакторы формул, «движки времени», численные библиотеки) и собирать из них нужные устройства (пакеты моделирования) (см. статью А.А. Исакова «Экспериментальная Оболочка OpenMVLShell»).

Промышленное моделирование с помощью пакета Rand Model Designer

Можно выделить два основных направления промышленного моделирования:

- 1) прототипирование на ранних этапах разработки сложных технических систем;
- 2) создание встраиваемых моделей, которые становятся составляющей кода программного обеспечения разрабатываемой системы.

Пакет RMD позволяет создавать прототипы широкого класса сложных технических систем с использованием метода объектно-ориентированного анализа. Современные технические системы практически всегда характеризуются наличием переключений в процессе работы между различными режимами функционирования, причем математические модели поведения системы в этих режимах могут быть существенно различными. Карта поведения RMD – расширение диаграммы состояний UML – позволяет создавать единую модель проектируемой системы, учитывающую переходы от одного режима функционирования к другому. Примером такой модели является модель трехступенчатой баллистической ракеты [4] (рис. 1). Состояния главной карты поведения соответствуют режимам выхода из контейнера, работе 1-й, 2-й и 3-й ступеней, внеатмосферному пассивному участку и ат-

мосферному пассивному участку. При переходе системы из режима в режим меняются значения параметров модели и/или уравнения движения. Карта поведения является иерархической: в состояниях «Ступень_i» деятельность является гибридным объектом, поскольку работа ступени должна завершаться либо по команде отсечки тяги при достижении программного значения приращения кажущейся скорости, либо по полному выгоранию топлива. Поскольку RMD поддерживает объектно-ориентированное моделирование (ООМ), отдельные аспекты поведения (движение ракеты, динамика твердотопливного двигателя, управление) реализованы в виде отдельных классов, что повышает наглядность модели и упрощает ее отладку. Кроме того, ООМ позволяет повторно использовать уже отлаженные модели: модель стандартной атмосферы и модель гравитационного поля Земли импортируются из готовых библиотек классов (рис. 2).

Интерактивных возможностей визуальной модели RMD вполне достаточно для отработки модели – прототипа сложной технической системы. «Классическим» примером промышленного моделирования второго типа является использование системы моделирования RMD в ЗАО «Транзас Технологии» при разработке сложных тренажеров [8]. Моделируемые технические объекты (механические, электрические, гидравлические, пневматические и др.) описываются си-

стемами нелинейных дифференциально-алгебраических уравнений с размерностью до десятков тысяч уравнений и переменной структурой со сложной логикой переключений. Очевидно, что построить такую модель вручную даже на математическом уровне практически невозможно. Единственным выходом является создание прикладных библиотек классов, в которых определены классы типовых компонентов для данной прикладной области с иерархией наследования. Далее конкретная модель собирается из компонентов – экземпляров этих типовых классов, соединенных связями (в общем случае не направленными). Совокупное поведение всей модели в целом воссоздается автоматически. Объектно-ориентированных возможностей RMD, поддерживающих создание пользователем своих собственных классов активных динамических объектов и типов данных, наследование и переопределение классов, а также независимую разработку и импорт пакетов, оказалось вполне достаточно для разработки тренажеров. Использование диаграмм состояний UML вместо специфических конструкций языка Modelica оказалось также весьма успешным. Наиболее тяжелым оказалось требование работы автоматически сгенерированных встроенных моделей в реальном времени. Для этого должны очень быстро работать численные методы и достаточно быстро (в пределах десятой доли секунды) производиться

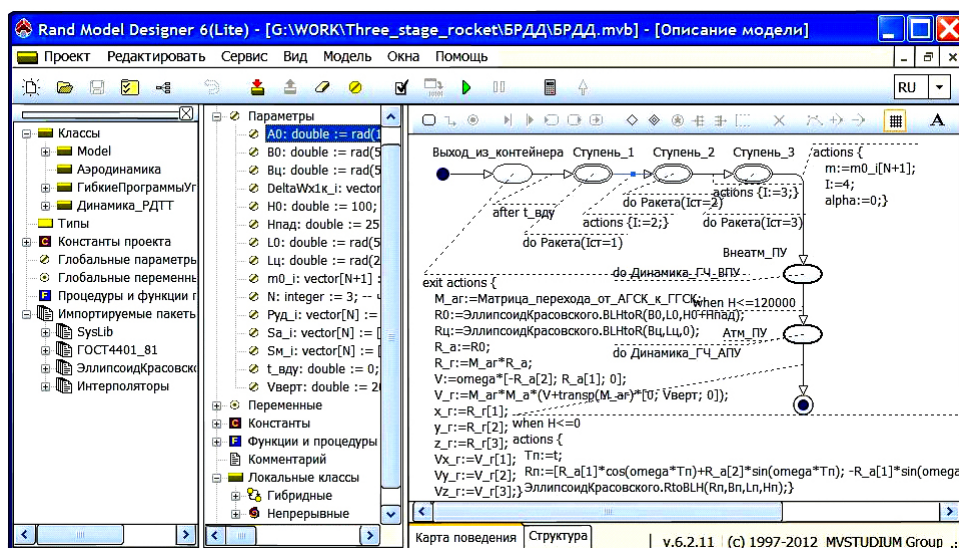


Рис. 1. Модель трехступенчатой баллистической ракеты

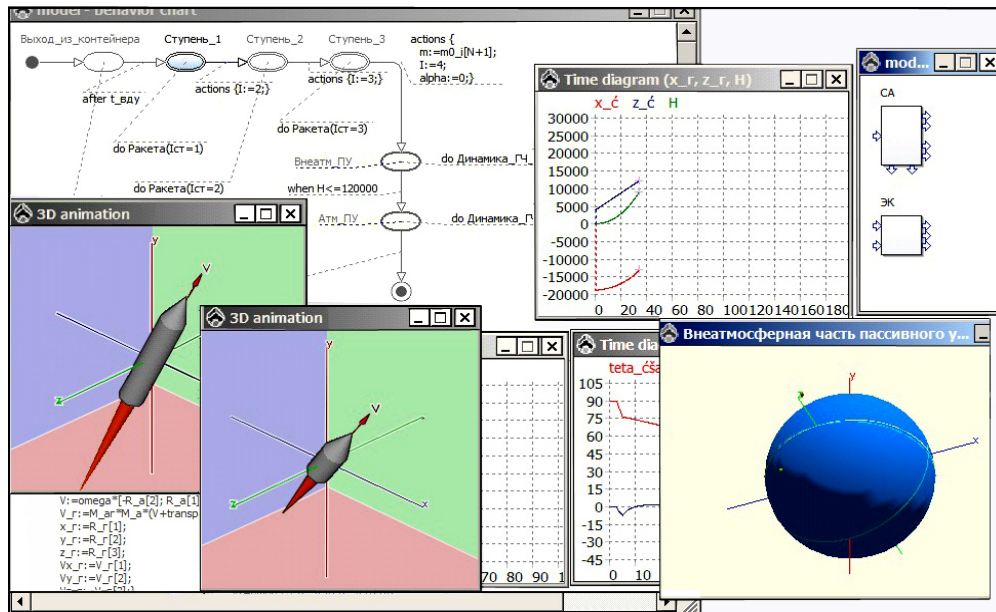


Рис. 2. Вычислительный эксперимент с моделью трехступенчатой баллистической ракеты

сборка, анализ и преобразование текущей совокупной системы уравнений (использование расширенных диаграмм состояний UML – карт поведения – для описания гибридного поведения требует проведения этих действий на стадии выполнения). В значительной степени эти требования противоречивы: опыт показал, что для достижения большой скорости численных методов необходимо проведение символьных преобразований для упрощения исходной системы уравнений, а также выявление в ней специальных структур, независимых блоков и т. д., при этом время выполнения такого анализа и преобразований весьма ограничено. В ре-

зультате удалось найти приемлемый компромисс (рис. 3).

Опыт показал наличие существенных проблем при отладке компонентных моделей большой сложности. Возникают ситуации, когда конкретное соединение стандартных компонентов приводит к некорректной ситуации, не предусмотренной разработчиками библиотеки классов: в определенных точках совокупная система уравнений становится либо структурно некорректной (недоопределенной, переопределенной или вырожденной) или численно вырожденной. Определить, какие именно компоненты «виновны» в данной ситуации, для систем боль-

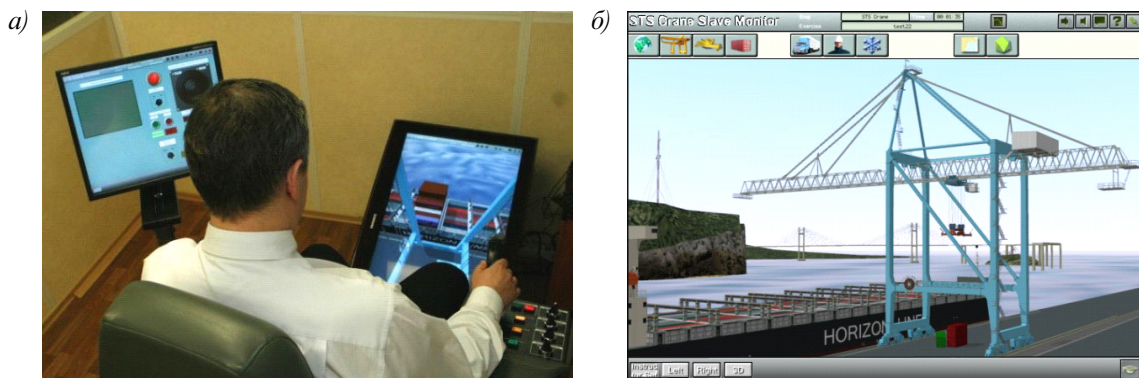


Рис. 3. Тренажеры фирмы Транзас. Программно-аппаратный комплекс для обучения крановщиков: а) рабочее место оператора, б) модель крана

шой размерности достаточно сложно. Поэтому средства отладки были дополнены возможностями визуализации матрицы Якоби и ее собственных чисел для текущей системы уравнений, а также структурной матрицы текущей совокупной системы уравнений, которые дают определенную «наводящую» информацию разработчикам модели. Для отработки логики переключений насущной является возможность интерактивной пошаговой отладки дискретных действий.

Другим примером промышленного моделирования второго типа является использование системы моделирования RMD в аппаратно-программном комплексе стратегического аудита хода и результатов социально-экономического развития страны «СТРАТЕГИЯ-СП» для Счетной палаты РФ (головной разработчик Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН). Одной из задач, решаемых этим комплексом, является определение потенциала социально-экономического развития страны или региона с помощью имитационного моделирования. Для этого необходимо провести стохастический вычислительный эксперимент с совокупной моделью портфеля проектов и мероприятий, планируемых для достижения определенных целей, и макроэкономики страны или региона. Первая составляющая – модель портфеля проектов – никоим образом не может быть создана вручную, поскольку изначальная информация о проектах находится в базе данных специализированной системы управления проектами (например «Spider Project»), размерность ее огромна, и пользователи не являются специалистами по моделированию. В то же время, модель макроэкономики может быть создана заранее вручную, независимо отлажена и затем параметрически настроена на данный регион. Решение успешно находится при использовании принципов объектно-ориентированного моделирования. Модель макроэкономики разрабатывается и отлаживается в визуальной среде RMD как класс в пакете «Макроэкономика». Для моделирования портфеля проектов также были разработаны стандартные классы («Работа», «Вычислительный эксперимент» и т. д.). В состав интегрирующего ПО «UPE&PlanDesigner»

(«Софтпром») был включен специальный модуль моделирования, который по описанию портфеля проектов в базе данных автоматически создает описание модели конкретного портфеля проектов на входном языке системы RMD с использованием стандартных классов. Эти стандартные классы импортируются из ранее разработанных пакетов. В модели, показанной на рис. 2, объект «ММЭ» является экземпляром ранее разработанного класса «Модель Макроэкономики», а определения классов для остальных объектов сгенерированы автоматически по исходному описанию проекта. С помощью компонентов системы RMD модуль моделирования компилирует это текстовое описание во встроенную выполняемую модель, запускает ее, получает результаты моделирования и отправляет их для визуализации в «UPE&PlanDesigner» (рис. 4).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА RAND MODEL DESIGNER В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Не менее важным, чем промышленное использование, мы считаем применение визуальных сред моделирования в учебном процессе.

Современные графические языки моделирования намного упростили процесс разработки модели (можно собирать модели из готовых компонентов, как из кирпичиков), а проверка правильности выполнения задания может сводиться к наблюдению за поведением графического образа модели и сравнению с ожидаемым поведением (имитация процесса наблюдения за работой физической модели). Построение модели с «правильным» поведением – это и есть активное изучение материала! «Рассмотрим разомкнутую систему, наблюдаем нарастающие колебания при гармоническом воздействии с заданной частотой. Теперь замкнем обратную связь – колебания в системе должны затухать, а у нас... Значит, надо искать ошибку в модели...».

Двумерная «активная» анимация позволяет конструировать виртуальные стенды управления моделью и иллюстрировать трудно воспринимаемый теоретический ма-

териал наглядными примерами. «...Сейчас я введу новое значение параметра с помощью этого «движка», и вы увидите...».

Наличие графических языков проведения вычислительного эксперимента и инструментов исследования сводит практически к нулю накладные расходы, связанные с постановкой сложных экспериментов. «...Помещаем модель на виртуальный стенд, подключаем генератор гармонических (прямоугольных сигналов), строим фазовый портрет и видим...».

Начиная с 1998 года, мы публикуем статьи под общим названием «Уроки моделирования». Меняются соавторы, меняются среды, и, как показывает опыт, становится все проще и проще пользоваться средами визуального моделирования – среды стали применяться в школах на уроках информатики. Однако внедрение идет трудно, медленнее, чем мы ожидали.

Заграница нам не поможет

Сотрудничество нашей группы и журнала с зарубежными преподавателями началось опять же в 1998 году, когда наш коллектив был принят в международную ассоциацию CoLoS. С вступлением в эту группу

мы связывали большие надежды. Эта ассоциация была создана фирмой Хьюлетт-Паккард (Hewlett-Packard или HP) с весьма прагматическими и очень желанными для нас тогда целями – фирма нашла удачный способ рекламирования своей продукции: она награждала активных преподавателей рабочими станциями. И мы получили такую станцию! Начало было многообещающим – уже в 1999 году очередная ежегодная конференция CoLoS проходила в Санкт-Петербурге, в Политехническом университете. Однако интерес был, как выяснилось, скорее не к «российскому» моделированию, а к России, неизвестной тогда Западу стране. С годами все встало на свое место: теперь мы все часть большого мира, но наше положение осложнено тем, что мы разучились общаться, и приходится начинать практически с нуля в любых начинаниях.

Экономические причины вынудили Хьюлетт-Паккард прекратить финансирование проекта, и уже с 2000 года ассоциация превратилась в некоммерческую организацию. Мы продолжали встречаться на ежегодных конференциях, члены ассоциации приезжали на конференцию «Компьютерное моделирование». Конференция проводилась

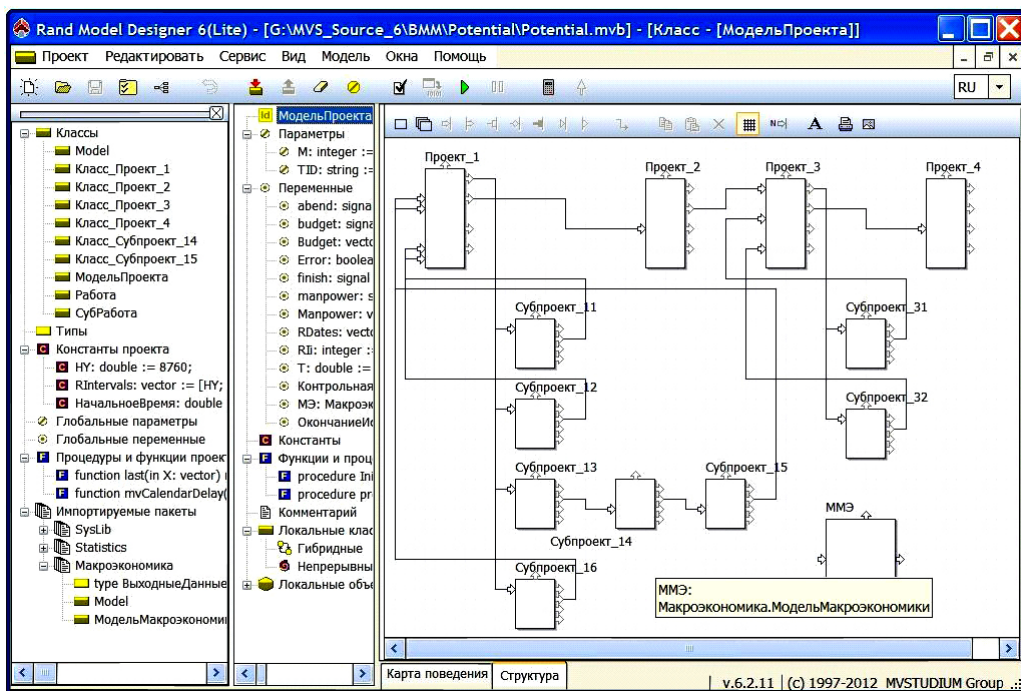


Рис. 4. Модель для определения потенциала социально-экономического развития региона

на русском языке, и общение сводилось к вопросам к докладчику, и то с помощью переводчика. Статьи для журнала (переработанные доклады) приходилось переводить на русский. Постепенно интерес к российской («экзотической») конференции стал угасать, и на первый план вышел трезвый расчет – приезжать и жить дорого, есть языковые проблемы с общением, журналы и труды конференции не «видны» в международных базах данных. Как говорится, «уж лучше вы к нам!»

Однако осталось и остается самое главное – добрые человеческие отношения между членами группы. А конференции мы проводить научимся: Санкт-Петербург – прекраснейший город с точки зрения «научного» туриста, наша молодежь уже достаточно хорошо говорит и пишет по-английски, и с научной точки зрения есть, что показать. Уже в этом году секция «Компьютерные инструменты в образовании» возобновленной конференции «Компьютерное моделирование 2013» обещает быть очень интересной и действительно международной. Будет возобновлена и демонстрация различных виртуальных сред непосредственно в дисплейных классах, например «Уроки по применению пакета RMD», с выдачей сертификатов фирмы Rand-Service успешно сдавшим «зачеты».

Почему не используют пакет физики и технологи

Проблемы нашего современного высшего образования связаны и с тем, что инициативы и стремления преподавателей выйти на международный уровень не поощряются и не стимулируются. Существует достаточно много (как написали бы в книге «Физики шутят» – мы знаем одну, и этого достаточно) хороших международных конференций (GIPER-ICPE-MPTL «Teaching and Learning Physics today: Challenges? Benefits? – 2010», например), где серьезно обсуждают применяемые «компьютерные» технологии, начиная от дистанционного обучения в форме «живых» и записанных в виде фильмов лекций на расстоянии, до виртуальных лабораторий. С удовольствием заметим, что питерских физиков там хорошо знают.

Например, Е.И. Бутикова представлять на конференции GIPER-ICPE-MPTL не нужно. Однако удивляются, почему наши физики так редко приезжают? Если наше министерство образования заинтересовано в росте престижа наших университетов, то почему бы не организовать конкурс среди преподавателей, применяющих современные технологии обучения, и не премировать победителей поездкой с докладами («отчетами») на такие конференции! И пропаганда новых технологий, и престиж! Не нравятся зарубежные конференции – оплатите расходы, связанные с поездкой на российскую конференцию. А если помечтать, то можно организовать и конкурс компьютерных учебников, виртуальных лабораторий. А в более свойственной нашей стране манере, министерство могло бы обязать это делать и ректоров наших университетов, и «строго спрашивать за невыполнение». Приведенные на рис. 5 виртуальные лаборатории, разработанные профессором Бирюковым С.В. [6], чрезвычайно заинтересовали организаторов упомянутой конференции. К слову сказать, организованный с помощью сайта Exponenta.ru конкурс «Визуальные среды моделирования», при несомненном интересе к нему студентов и преподавателей, «захлебнулся», прежде всего, из-за отсутствия спонсоров. Но сайт здесь не виноват – его цель стимулировать продажи компьютерных инструментов, среди которых нет отечественных.

Продавать или раздавать

Наша малочисленная группа не справилась с организацией продаж ни пакета MvStudium, ни пакета RMD. На наш взгляд, причины чисто организационно-экономические. Судя по Интернету, наберите в любом поисковике имя пакетов, интерес к нашим разработкам есть, и он растет. Мы завидуем и искренне поздравляем создателей пакета AnyLogic, сумевших наладить продажу своего продукта на международном уровне. Желаем того же авторам пакетов MBTU и ИСМА и всем нашим отечественным разработчикам. Однако и здесь есть проблемы, общие для всех. Создается такое впечатление, что государство не заинтересовано в разработке отечественных продуктов – ни

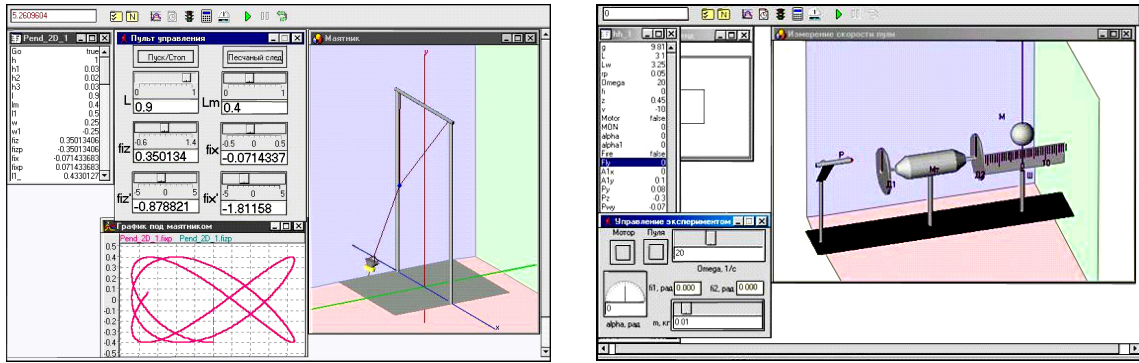


Рис. 5. Виртуальные лаборатории проф. Бирюкова С.В. выполненные в среде MvStudio

конкурсов, ни грантов, хотя бы по головке погладило или «поместило фотографию отличников боевой подготовки на фоне знамени части».

Наша группа вернулась к бесплатным версиям для образования и готова по мере сил поддерживать инициативы преподавателей – учить пользоваться, делиться наработками. В качестве кураторов готовы выделять студентов кафедры распределенных вычислений и компьютерных сетей, они знакомы с пакетом. Мы готовы читать соответствующий курс, используя технологию видеоконференций. Опыт уже есть.

Мечты, мечты, где ваша сладость

Положение с внедрением новых технологий для обучения в школе намного лучше, чем в университетах. Сейчас учителям за это стали платить. Система измеряемых и публичных показателей, как ее ни ругают, дает свои результаты. С помощью методиста 554 лица Ларисы Владимировны Нови-

к наша группа организовала дистанционное обучение работе со средой RMD прямо на уроках информатики (тема «Моделирование»). В соответствии со школьным расписанием, проводятся видеосеансы – уроки, на которых ребятам объясняется, как строить модели. Школа установила у себя в дисплейном классе пакет RMD, и ребята строят модели в режиме «делай как я» – лектор рассказывает и показывает, а ребята слушают и реализуют (рис. 6). Мы начали с одной школы – сейчас таких три. Более того, мы приглашаем ребят на летнюю практику в дисплейные классы кафедры распределенных вычислительных сетей факультета технической кибернетики. А создатели лучших моделей выступают с докладами на школьной секции международной конференции «Неделя Науки». Число желающих и приходящих учиться в политехнический университет растет – в этом году это «дало» нам 20 новых студентов. Для трех школ это много.

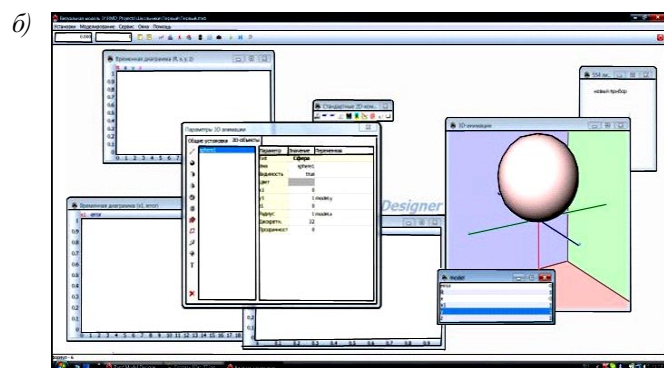
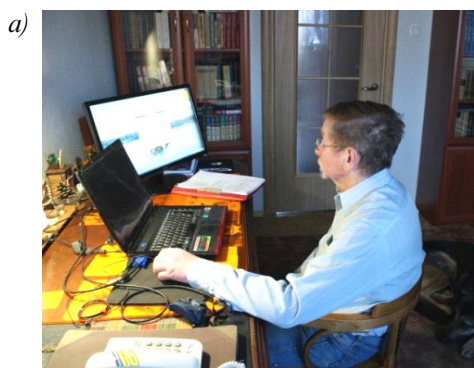


Рис. 6. Читаем лекции, не выходя из дома: а) рабочее место преподавателя (создаем модель); б) школьный класс (и тут же видим модель на «школьной доске»)

Литература

1. *Сениченков Ю.Б.* Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // Компьютерные инструменты в образовании», 1998. № 2. С. 24–32.
2. *Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б.* Как быстро и качественно «приготовить» интерактивную модель динамической системы // Компьютерные инструменты в образовании, 1998. № 3–4. С. 21–30.
3. *Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б.* Математическое моделирование в картинках или рисуем поведение динамических систем с помощью «MODEL VISION» // Компьютерные инструменты в образовании, 1998. № 5. С. 17–24.
4. *Benevelsky C.B., Kolesov Yu. B.* Modeling. Object-Oriented Modeling for exterior ballistics problems. St. Petersburg, STU, 2009.
5. *Breitenecker F., Proper N.* Classification and evaluation of features in advanced simulators. Proceedings MATHMOD 09 Vienna, Full papers CD Volume. 2009.
6. *Biryukov S. V., Guskov D. N., Fedyanin V. V.* Visual Simulation of Physical Processes in Model Vision Studium / Proc. of the Int. Conf. «Informational Technology in Education», Moscow, 2005.
7. *Fritzson P.* Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1. Wiley-IEEE Press, 2006.
8. *Kiptily D. B., Kolesov Yu. B., Lebedev D. V., Senichenkov Yu. B., Tarasov S. V.* Object-oriented approach to designing cargo shipping operations simulator. Proceedings of SCM MEMTS, Saint-Petersburg: 2011.
9. *Kolesov Yu. B.* Object-Oriented modeling of complex dynamical systems. St. Petersburg, STU, 2004.
10. *Kolesov Yu. B., Senichenkov Yu. B.* Modeling of Systems. Dynamical and Hybrid Systems. St. Petersburg: BHV, 2006.
11. *Kolesov Yu. B., Senichenkov Yu. B.* Modeling of Systems. Object-Oriented Modeling. St. Petersburg: BHV, 2006.
12. *Kolesov Yu. B., Senichenkov Yu. B.* Modeling of Systems. Practical Work on Computer Modeling. St. Petersburg: BHV, 2007.
13. *Tiller M.* Introduction to physical modeling with Modelica. The Springer International Series in Engineering and Computer Science, 2001.

Abstract

Operational experience of using visual environments for modeling and simulation complex dynamical systems developed by MvStudium scientific group in research and education is considered. Successful and unsuccessful Projects embodied with «Computer Tools in Education» during fifteen years are analyzed.

Keywords: object-oriented modeling, visual environment for modeling and simulation complex dynamical systems, computer experiment.

*Инихов Дмитрий Борисович,
генеральный директор
ЗАО «МВ Софт»,
idb@nt.ru*

*Колесов Юрий Борисович,
доктор технических наук,
главный научный сотрудник
ФГУП «СП-Центр»,
ybk@mail.ru,*

*Сениченков Юрий Борисович,
доктор технических наук,
профессор кафедры РВКС СПбГУ,
senyb@dcn.fik.spbstu.ru*



Наши авторы, 2012.
Our authors, 2012.