



*Сениченков Юрий Борисович*

## НЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Конкурс студенческих работ «Среды визуального моделирования», проведенный петербургским политехническим университетом и компанией Softline в осеннем семестре 2006–2007 года, показал, что среды визуального моделирования сложных динамических систем, как зарубежные, так и отечественные начинают использоваться в учебном процессе. К ним относятся: семейство графических оболочек, основанных на пакете Matlab – Simulink, Stateflow, SimMechanics, SimpowerSystems; пакеты, поддерживающие язык моделирования Modelica – Dymola, и, конечно же, в первую очередь, отечественные инструменты – MBTU, Anylogic, MvStudium, Stratum, ИСМА. Список можно и нужно расширять! Эти оболочки оснащены графическими языками моделирования и средствами создания виртуальных экспериментальных стендов, что и позволяет говорить о визуальном моделировании.

Анализ докладов конференции «Компьютерное моделирование», ежегодно проводимой в СПбГПУ, за последние три года также подтверждает, что, как и в учебном процессе, так и на производстве, все чаще задумываются о современных инструментах моделирования.

Как всегда, можно подождать и посмотреть, какие пакеты и как будут использоваться через несколько лет, а можно попытаться повлиять на их внедрение в научную, инженерную и педагогическую деятельность уже сейчас. Зачем? Прежде всего,

потому, что благодаря компьютерам математическое моделирование стало рабочим инструментом большого числа пользователей, а среды визуального моделирования – востребованным товаром. И лучше платить нашим разработчикам, если согласиться с тем, что в нашей стране лучшие специалисты в области программирования и моделирования.

У нас действительно есть не только достижения в теории моделирования, но и отечественные среды визуального моделирования. Хорошие среды моделирования в нашей стране были всегда, достаточно вспомнить МАРС, НЕДИС. Аналогичные пакеты были и за рубежом, но там, с приходом графических технологий они превратились в широко распространенные и покупаемые продукты, а наши – нет. Из-за отсутствия специалистов, владеющих технологиями создания, распространения и сопровождения больших программных комплексов, рассчитанных на широкое применение и приносящих реальную прибыль. Если зарубежные продукты разрабатываются корпорациями, то наши – малыми предприятиями, если зарубежные корпорации создают широкие международные сети распространения своих продуктов, то о наших достижениях можно узнать разве что на специальных конференциях. Но пока еще есть надежда, что технологическое отставание и неумение пропагандировать и торговать преодолимы.

Моделирование применяется повсеместно, в том числе в оборонной промышлен-

ности. Нет своих пакетов – трудно обеспечить безопасность страны. Учитывая огромные вложения в оборонную область, она должна в первую очередь заботиться о новых отечественных технологиях и стимулировать их развитие. В последнее время, наряду с традиционными заявлениями о нашей непобедимости, начинают проскальзывать осторожные высказывания о том, что мы и здесь начинаем уступать. Возможно, конечно, в недрах военно-промышленного комплекса существуют архисовременные программные технологии (с помощью которых мы готовим асимметричные ответы), которые используют только наши военные, берегут как зеницу ока и строго хранят эту военную тайну. Дай Бог.

Остальные области более свободны в выборе инструментария и могут себе позволить использовать любые технологии, однако и здесь современные технологии только-только начинают внедряться, и, как всегда, внимание прежде всего привлекают зарубежные среды.

Вспомним, что основных подходов к моделированию сложных (иерархических) динамических систем два – моделирование с помощью блоков с входами и выходами и моделирование с помощью блоков с контактами. И наиболее технологически развитые среды, их реализующие, – это семейство продуктов на базе Matlab и пакеты, использующие язык Modelica (оба зарубежных). Технологию моделирования на основе блоков с входами-выходами (неоспоримый лидер Simulink) положили в основу своих продуктов многие разработчики. В нашей стране можно назвать пакет МВТУ (Москва), в начальной стадии работы над пакетом ИСМА (Новосибирск), но они не сравнимы по распространенности с зарубежными аналогами. Аналогичная ситуация с имитационным моделированием. Есть, и его используют и в нашей стране, зарубежный пакет ARENA, но есть и отечественный – Anylogic.

Оба эти подхода прекрасно работают, если создаваемые устройства не относятся к событийно-управляемым, чья структура и поведение меняются под воздействием возникающих событий. Корпорация MathWorks

чутко отреагировала на потребность в таких моделях и создала компоненту StateFlow. Языку Modelica и пакетам физического моделирования трудно реализовать структурную и поведенческую изменчивость. В области имитационного моделирования требование к изменчивости структуры (динамически меняющееся число взаимодействующих объектов) является чуть не основным, и динамические структуры данных – их неизбежная атрибутика.

Изменение поведения и структуры можно реализовать на базе гибридных автоматов. Это современное направление, и опять-таки наша страна пока не уступает зарубежным коллегам: пакеты на базе гибридных автоматов разработаны почти одновременно в Санкт-Петербурге (AnyLogic, MvStudium) и в Беркли (Ptolemy II). Но кто может гарантировать, что наши пакеты не ждет судьба многих наших технологий – их признают перспективными, интересными, но не более того, а их разработчики со временем окажутся уважаемыми, высокооплачиваемыми сотрудниками зарубежных фирм. Избежать этого можно – пропагандировать, заключать договора с большими предприятиями, вкладывать средства в развитие технологий. В идеальном случае государство создает условия и помогает частному капиталу внедрять новые технологии. До идеала в области моделирования пока еще далеко.

Моделировать, создавать новые графические оболочки моделирования и распространять их будут сегодняшние студенты, аспиранты и молодые преподаватели. Они уже знают, как использовать пакеты, и не боятся возникающих проблем. Они не сомневаются в необходимости компьютерного моделирования и еще не защищены званиями, позволяющими не откликаться на современные потребности науки, образования и техники. Как только они станут начальниками-руководителями, многое из того, что сегодня объявляется спорным, будет для них очевидным.

На время переходного процесса повлиять трудно, но можно. И ведущие корпорации, такие как MathWorks, уже делают это. Обратите внимание, что в последнее время

рекламируется не конкретный программный продукт, например Simulink, а новые технологии – «Проектирование на основе моделирования». И это правильно, так как создание технологий гарантирует применение (покупку) инструментов, на которых они основаны. К тому же технологии дороже как товар.

Казалось бы, зачем пропагандировать очевидное? А затем, что среди разработчиков до сих пор достаточно много тех, кому проще создать очередную модель на низкоуровневом языке, пользуясь тем, что они набили руку на таких проектах. Обратите внимание на то, что они неохотно подпускают кого-либо к своим наработкам, и с их уходом из коллектива созданные ими продукты становятся черными ящиками, которые еще можно использовать, но уже нельзя или очень сложно модифицировать. Модели, созданные в визуальных средах (по новой технологии), открыты для всех, кто знает оболочку и прикладную проблему. Их можно обсуждать, сравнивать, модифицировать, они написаны на языках высокого уровня, и, следовательно, их проще понимать разработчикам. Помимо скорости разработки, это их неоспоримые преимущества. Конечно же, фирмы не могут моментально перейти на новые технологии, прежде всего, из-за человеческого фактора, но многие начали этот переход.

Как же можно им помочь?

### **ПРОПАГАНДА**

Любая развитая область – это иерархия. На вершине пирамиды ставятся задачи, все остальные звенья решают их. Такой пирамиды у нас в стране пока еще нет, а она нужна. Прийти к ней можно только с помощью пропаганды. Существует несколько общественных институтов, помогающих пропагандировать новые технологии.

### **Конференции**

Конференций, посвященных компьютерному моделированию, достаточно много. Будем говорить только о ежегодных. Вот небольшой список тех, что устойчиво об-

наруживаются поисковыми машинами при указании слов «информационные технологии, образование, моделирование, компьютеры»:

- «Математика. Компьютер. Образование». Пушкино (<http://www.mce.biophys.msu.ru>).
- ИТО – «Информационные Технологии в образовании». Москва. (<http://www.ito.su>)
- МИУ – «Математика, информатика и управление». Москва. (<http://www.icc.irk.ru>)
- «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке» (<http://conference.informika.ru>)
- «Кибернетика и высокие технологии XXI века» ([www.cht.sakv.ru](http://www.cht.sakv.ru))
- «Практика применения научного программного обеспечения в образовании и научных исследованиях» – Санкт-Петербург. (<http://dcn.nord.nw.ru>)
- «Компьютерное моделирование» – Санкт-Петербург. (<http://dcn.nord.nw.ru>)

Конференция – это личные контакты и первые врата в неофициальный «цех ремесленников-модельеров». Цех «модельеров» сложных динамических систем у нас разделен на три устойчивые группы: пользователи, применяющие математические пакеты для моделирования изолированных однокомпонентных систем (например, MathCAD), пользователи и разработчики пакетов моделирования многокомпонентных систем (например, SIMULINK), пользователи и разработчики пакетов имитационного моделирования (например, ARENA). Соответственно проводятся и «свои» конференции.

Все дальнейшее относится только к двум петербургским конференциям, упомянутым выше, но, думаю, что проблемы общие.

1. Конференции сейчас привлекательны не с точки зрения общения, а возможностью добавить еще одну позицию в список собственных публикаций. Когда оргкомитет конференции «Компьютерное моделирование» разрешал публикации без выступления – число участников превышало 200, как только выступление стало обязательным – 50. Уменьшение числа участников вызвано, видимо, двумя причинами: не-

желанием общаться и нежеланием оплачивать общение руководителями организаций. Присланные доклады рецензируются, и цех как бы формируется, но часто целью рецензирования является не отбор лучших, а всего лишь отсев безграмотных работ – нужны средства на проведение конференции. Тексты докладов обычно публикуются, но редко выставляются на сайтах конференций.

2. Получить деньги от кого-либо на приглашение докладчиков практически невозможно, а поездка в другой город за свой счет пока еще доступна не всем. С помощью приглашенных докладчиков, как зарубежных, так и отечественных, можно сделать очень многое. Огромной популярностью у нас пользовались «показательные» выступления. На них лектор читал вводную лекцию, а затем показывал работу программного комплекса в дисплейном классе. Этот прием решал даже языковые проблемы: докладчик говорил по-английски и показывал, а слушатели задавали вопросы на русском – и все понимали друг друга. Это было в те времена, когда поездка в Россию была еще привлекательной.

3. Очень высок интерес студентов, но их выступления – в основном, ученические. И, несмотря на это, мы уже два года подряд организуем студенческую секцию.

4. Успешное выступление на конференции не воплощается в «материальное поощрение». Хорошие специалисты появляются, но их НИКТО не засыпает привлекательными предложениями. В нормальной ситуации – конференция первичное звено цеховой иерархии, открывающая дорогу на следующие ступени.

На наших конференциях неоднократно высказывались пожелания создать общество разработчиков и пользователей средств моделирования динамических систем. Попытки объединиться кончились неудачно. А казалось бы, что надо (работа менеджера!):

1. Найти реальных потребителей сред моделирования (они есть: образование, промышленность, оборона).

2. Выделить средства на организационную работу (ведь есть же средства, если посмотреть на перечень грантов того же федерального агентства по образованию).

3. Собрать воедино разработчиков и пользователей, чтобы понять, что нужно и кому (перечисленные конференции могут стать базовыми).

4. Создать список конкретных мероприятий и приступить к их реализации (одна из задач – создать и продавать отечественное программное обеспечение).

Пока внедрение новых технологий (и пропаганда) не станет нужной государству (и финансируемой) деятельностью – все эти проекты, к сожалению, пустой звук.

Не удалось объединить и разработчиков пакетов имитационного моделирования.

Таким образом, единого цеха не возникает, иерархии, способствующей карьерному росту, нет, и чуткий слушатель конференций это моментально улавливает.

Следующим инструментом поддержания цеховой деятельности мог бы быть журнал, посвященный компьютерному моделированию. Попытка его создать, предпринятая фирмой Softline («Exponenta Pro. Математика в приложениях»), окончилась неудачно по экономическим причинам. Дешевле оказалось поддерживать сайты, например образовательный сайт «Exponenta» той же фирмы. По этому пути пошли и разработчики – свои сайты есть у пакетов MBTU, MvStudium, AnyLogic, Stratum. Однако сайты и порталы сейчас – это хранилища новостей и не рецензируемой информации.

#### **Порталы и сайты пользователей и разработчиков**

В последнее время государством выделяются значительные деньги на создание сайтов и порталов (было объявлено несколько конкурсов). Особенно приветствуются проекты, «делающие доступными по сети» дорогостоящие программные комплексы. Создание таких порталов можно приветствовать. Пока, правда, реальных результатов достигли коммерческие структуры, и касается это в основном математических пакетов. Например, использованию пакета MathCAD посвящены сайты:

• <http://mas.exponenta.ru> (руководитель проф. Ивановский Р.И.)

• <http://twt.mpei.ac.ru> (руководитель Очков В.Ф.)



Оба руководителя имеют достаточно много публикаций, посвященных использованию MathCAD, и это повышает доверие к их работе над сайтом и интерес пользователей.

Наиболее значимым сайтом, посвященным практическому моделированию, несомненно является сайт компании Softline «Exponenta» –

- [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru).

Создатели и ведущие сайта одновременно решают и коммерческие, и просветительские задачи. Такое сочетание можно только приветствовать. На сайте нашли свое отражение в различной форме отечественные пакеты, методические работы преподавателей, работы студентов. Сайт охотно поддерживает любые проекты, направленные на пропаганду новых технологий моделирования.

Среди сайтов и порталов, уделяющих внимание вопросам компьютерного моделирования, можно назвать сайты:

- «Математическое моделирование» – <http://matmodellng.pbnet.ru>
- «Моделирование систем и явлений» – <http://model.exponenta.ru>
- «Математическое моделирование в естественных науках» – <http://mathmod.aspu.ru>
- «Форум по моделированию и анимации» – <http://physics.nad.ru>

Существуют и образовательные сайты и порталы:

- «Инженерное образование» – <http://www.techno.edu.ru>
- «Образовательные информационные ресурсы» – <http://portal.tusur.ru>
- «Образование в России и странах СНГ» – <http://www.sng.edu.ru>

Можно было бы только приветствовать создание сайта, где была бы собрана значимая информация о моделировании и инструментах моделирования. Но такого сайта нет (в процессе работы над этой статьей я обнаружил, что не могу быстро найти нужную мне информацию в просторах Интернета, хотя знал, что она существует).

Правда, здесь есть и еще одна причина – с моделированием связаны очень многие

виды деятельности, для которых пакеты всего лишь инструмент. На таких сайтах достаточно много информации о моделировании, но она подчинена основным прикладным проблемам и трудно воспринимается другими специалистами.

Не хватает сайтов, посвященных основам моделирования как методу познания и существующему инструментарию – хотя бы сводной таблицы с кратким описанием возможностей.

Стоит отметить, что англоязычных сайтов и порталов, где можно найти информацию о различных средах, много больше.

Отдельную категорию составляют «личные» страницы. Среди них с удовольствием отмечу страничку Бутикова Е.И. (<http://www.ifmo.ru/butikov>).

### **Образование**

Долгий, но абсолютно надежный путь связан с обучением в университетах. Это основной путь.

«Компьютерное моделирование» для технических университетов – это магистерская программа, базирующаяся на бакалаврских программах по направлению «Информатика и вычислительная техника». Моделирование сложных динамических систем, или, по классификации И.П. Норенкова, моделирование на макроуровне, всего лишь один из разделов, и достаточно маленький, если сравнивать с моделированием на микроуровне, в основе которого лежат уравнения в частных производных. Добавим сюда еще и имитационное моделирование. Так как будущий специалист должен уметь не только строить и исследовать модели для различных прикладных областей, но и развивать саму область: разрабатывать теорию и создавать инструментарий (заметьте, что кандидаты и доктора наук специализируются только в разработке приложений – соответствующие советы работают по областям!). Следовательно, при подготовке «модельеров» необходимо опираться на три кита: «Математическое моделирование», «Численные методы» и «Программные комплексы», или, в терминах А.А. Самарского, на модели, программные реализации численных методов и

вычислительные пакеты. В этом контексте компьютерное моделирование – это метод познания (фундаментальная составляющая) и техническая поддержка вычислительного эксперимента (техническая составляющая).

Необходимо создавать курсы, писать книги и постоянно повышать квалификацию преподавателей и инженеров в области моделирования.

**Учебные курсы и учебные пособия**

При сегодняшнем стремлении унифицировать подготовку бакалавров основные знания и умения «модельеры» вынуждены приобретать на старших курсах (магистратура) и в аспирантуре. Действующие планы обучения были созданы в 2000 году и безнадежно устарели, так как при их создании в них пытались зафиксировать не фундаментальные знания для данного направления, а отразить картину 2000 года.

В отсутствие иерархии рассчитывать на скорое создание новых программ не приходится. В то же время учебные программы и учебники – самое важное звено, обеспечивающее быстрое и эффективное внедрение новых технологий моделирования. Казалось бы, **Моделирование** давно уже признано фундаментальной дисциплиной для **Информатики**, классификация РФФИ тому подтверждение (см. табл. 1), но de facto ее нет среди фундаментальных в плане подготовки бакалавров по направлению 552800 «Информатика и вычислительная техника» для технических университетов. Аналогичная ситуация и по направлению подготовки дип-

ломированных специалистов 654600 «Информатика и вычислительная техника».

Направление подготовки бакалавров «Информатика и вычислительная техника» включает четыре специальных дисциплины по моделированию для различных специальностей:

- «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

Специальная дисциплина: «Моделирование».

- «Автоматизированные системы обработки информации и управления».

Специальная дисциплина: «Моделирование систем».

- «Системы Автоматизированного проектирования».

Специальная дисциплина: «Разработка САПР».

- «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Специальная дисциплина не предусмотрена.

Техническое образование, если судить по планам подготовки, не признало значимость моделирования и не считает ее фундаментальной дисциплиной.

И это не случайно – это отражает отношение практиков (технических специалистов) к моделированию не как к методу познания, а как к конкретному инструментарию.

Стандартов для магистров не существует, и можно надеяться, что специалисты правильно распорядятся предусмотренными там часами.

Таблица 1.

<b>01-200 Информатика</b>	
01-201	Математическое моделирование в естественных науках
01-208	Программные модели и системы
01-212	Математическое моделирование социальных и экономических процессов
01-216	Анализ и моделирование компьютерных процессов
<b>07. Информационные технологии и вычислительные системы</b>	
<b>07-500 Системы обработки и анализа данных</b>	
07-520	Системы и технологии математического моделирования для естественных наук
07-525	Системы и технологии математического моделирования социальных и экономических процессов
07-530	Специализированные программные модели и системы

Можно, конечно, не ломать копыта по поводу, казалось бы, терминологии, но правильная классификация в данном случае приведет к правильным акцентам в выборе практического пути. Да и не нужно здесь никаких прагматических доводов, привести в порядок планы и все.

Свято место пусто не бывает. Посмотрите на учебную программу «Компьютерное моделирование», которую я случайно нашел на сайте тувинского государственного университета (<http://www.tuvsu.ru>).

Это же искажение научных достижений находит отражение и в существующих учебниках и учебных пособиях. Казалось бы, серия САПР (10 небольших книжек), выпущенная под руководством Норенкова И.П. почти 25 лет назад, решала задачу с учетом времени написания, но развития не нашла. Сегодняшние учебники опять посвящены отдельным *специальным* вопросам, либо механически объединяют перечисленные выше компоненты триады.

На эту тему можно говорить долго, но я опять вернусь к главному с моей точки зрения: создание вертикали, иерархии позволит сформировать (и оплатить) заказ на методическое обеспечение качественного образования в области моделирования, что неминуемо приведет к внедрению современных технологий моделирования в производство.

### **Конкурсы и студенческие конференции**

Однажды я участвовал в конференции SIAM, и только там я понял, что такое хорошо организованная пропаганда. Прикладных математиков Америки зазывали идти в промышленность всеми дозволенными и недозволенными средствами. Выступления на каждой секции предварялись выступлениями фирм и корпораций, предлагающих интересную и, само собой разумеющееся, хорошо оплачиваемую работу. Это была настоящая, профессиональная пропаганда. А чем мы хуже?

Я, конечно же, не сравниваю наши конкурсы и конференции с конференцией SIAM, но посильное делать надо. Опять же обращаюсь только к своему опыту.

Позволю себе цитату из обращения к участникам первого конкурса.

*«Компьютерные инструменты стали повседневным средством исследования и проектирования. Их число, как и число посвященных им книг, постоянно растет. Однако многие пользователи не знают, какой инструмент проще и эффективнее решает их конкретные задачи. Примеры решения учебных задач с помощью современных компьютерных средств, размещенные на сайте [Exponenta.ru](http://Exponenta.ru), помогают выбрать нужный инструментарий и студентам, и преподавателям.*

*Давайте же сделаем еще один шаг в этом направлении – попробуем составить список инструментов, которые уже нашли применение или которые рекомендуется применять в научных исследованиях и учебном процессе. Опишем их и, по возможности, оценим их достоинства и недостатки. В результате может появиться электронная библиотека студенческих работ, посвященная современным компьютерным инструментам.*

*В Санкт-Петербургском государственном политехническом университете (<http://dcp.nord.nw.ru>) проводятся две ежегодные конференции, посвященные математическим пакетам и компьютерному моделированию сложных динамических систем. На обеих существуют специальные студенческие секции, где и могут быть представлены лучшие рефераты».*

Помимо рекламирования этой деятельности (заметьте учебной), хотелось бы кратко остановиться на следующем.

На нашей кафедре студенты пишут рефераты и получают за них оценки. Тем самым, помимо профессиональных знаний, они учатся писать технические тексты. Подчас документация к пакету существует только на английском языке, поэтому приходится и переводить. О результатах своей деятельности они еженедельно рассказывают на семинаре, а на экзамене представляют свою работу и сдают на проверку реферат. На сайте [exponenta.ru](http://exponenta.ru) помещены «авторские тексты» без какой-либо правки. «Побочным эффектом» проведения этого конкурса оказалось создание студенческого каталога сред визуального моделирования, которым воспользовались практики из многих фирм! Как было бы хорошо, если

бы эти фирмы выступили спонсорами конкурса, а их представители приезжали на конференцию приглашать студентов-участников к себе на работу!

Возвращаясь к проблеме создания цеха и иерархии, хочу сказать, что во всех объявлениях о конференциях мы подчеркиваем, что готовы помогать будущим научным работникам (аспирантам), в частности, если работа того заслуживает, готовы написать отзыв на автореферат диссертации.

### Переподготовка преподавателей

Во времена, когда преподавателей не хватает, говорить о повышении квалификации, наверное, не следует. Практика действительно показала, что это вид деятельности не востребован. Однако, когда в сокращенном виде эти лекции бесплатно читались на уже упоминавшихся конференциях, университеты охотнее оплачивали поездки своих преподавателей. Как только это стало товаром, университеты покупать его отказались. Разумно было бы создать российский центр повышения квалификации и на конкурсной основе привлекать к его работе ведущих специалистов, выделяя университетам деньги, которые можно потратить только на повышение квалификации. Факультеты повышения квалификации отдельных университетов, кажется, уже почти все умерли. Их заменили краткосрочные курсы повышения компьютерной грамотности, которые посещают в основном не преподаватели.

Приведу лишь краткое описание читавшихся курсов, сопровождавшихся лабораторными работами.

*1. Специальные методы математической статистики с иллюстрацией в среде MathCAD.*

Лектор – проф. *Ивановский Р.И.*

Иллюстрация эффективности применения СКМ в исследованиях и образовании проводится на примерах решения нетривиальных задач линейной и нелинейной регрессии, аппроксимации, задач точечной и интервальной оценок коэффициента корреляции, корреляционного отношения, сводного и частного коэффициентов корреляции. Предлагаются варианты решения в среде MathCAD типовых задач математи-

ческой статистики. Они могут служить основой разработки вариантов лабораторных и практических занятий, а также НИРС для дисциплин, в которых рассматриваются задачи указанных классов.

*2. Ковариационный анализ стохастических систем (СС) в среде MathCAD.*

Лектор – проф. *Ивановский Р.И.*

Рассматриваются матричные дифференциальные (ковариационные) уравнения для анализа центральных моментов второго порядка. Приводятся алгоритмы их решения и практического использования для исчерпывающего анализа СС, например, анализа точности измерительных и управляющих систем со случайными воздействиями и возмущениями. Предлагаются варианты решения типовых задач в среде MathCAD, которые могут служить основой разработки вариантов лабораторных и практических занятий, а также НИРС для дисциплин, в которых рассматриваются вопросы анализа СС.

*3. Имитационное моделирование в среде AnyLogic.*

Лектор – проф. *Карнов Ю.Г.*

Имитационное моделирование является особым видом компьютерного моделирования. Рассматриваются принципы построения моделей на базе объектно-ориентированного подхода, реализованного в отечественной среде AnyLogic. Разбираются законченные примеры имитационных моделей из самых различных областей. Для каждой модели обсуждается постановка проблемы, ее структура, способ реализации в среде AnyLogic.

*4. Объектно-ориентированное моделирование в среде Model Vision Studium*

Лектор – проф. *Колесов Ю.Б.*

Объектно-ориентированное моделирование является новым подходом к проектированию и исследованию сложных динамических систем. Обсуждается универсальный язык моделирования UML, его применение для спецификации новых разрабатываемых систем. Рассматривается объектно-ориентированный способ проектирования и его реализация в отечественной среде визуального моделирования Model Vision Studium.

*5. Возможности применения пакетов Matlab, Maple, Model Vision Studium в курсе «Основы моделирования сложных динамических систем».*

Лектор – проф. *Сениченков Ю.Б.*

Математические пакеты и среды визуального моделирования могут с успехом применяться в учебном процессе.



Обсуждаются возможности учебно-методического комплекса, используемого при изучении курса «Основы моделирования сложных динамических систем». В состав учебно-методического комплекса входят: конспект лекций, демонстрационные материалы, наборы учебных заданий, миниучебники по используемым программным средам, методические указания по выполнению учебных заданий.

*6. Проектирование виртуальных лабораторий для естественнонаучных дисциплин.*

Лектор – проф. *Сениченков Ю.Б.*

Накопленный опыт разработки виртуальных лабораторий показывает, что они могут быть использованы в учебном процессе, наряду с традиционными лабораторными установками.

Обсуждается опыт построения электронных учебников по физике на базе виртуальных лабораторных работ, сравниваются различные подходы к разработке и использованию виртуальных лабораторий, демонстрируются возможности использования среды Model Vision Studium для разработки виртуальных лабораторий для различных дисциплин.

*7. Информационные системы поддержки принятия решений. Экспертные системы.*

Лектор – проф. *Черноруцкий И.Г.*

Методы теории принятия решений составляют важнейший раздел системного анализа.

Обсуждаются возможности учебно-методического комплекса, используемого при изучении курса «Информационные системы поддержки принятия решений. Экспертные системы». В состав учебно-методического комплекса входят: конспект лекций, демонстрационные материалы, наборы учебных заданий, миниучебники по используемым программным средам, методические указания по выполнению учебных заданий.

Другой формой повышения квалификации является создание и распространение электронных учебников (учебно-методических комплексов), посвященных, в частности, компьютерному моделированию. Существует ассоциация университетов, пытающихся создавать и обмениваться разработанными курсами. В нее входят Нижегород-

ский университет, петербургский политехнический университет, томский межвузовский центр профессионального образования, новосибирский университет. Создано уже достаточно много учебников, многие из них стали прообразом книг, изданных в издательстве БХВ-Петербург, однако и здесь с их широким применением есть проблемы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная наша беда, как всегда, заключается в отсутствии умения налаживать быт. Одиночки давно уже покорили все сияющие вершины. Теперь дело за канатной дорогой для всех.

При решении не научных проблем синхронное администрирование (использование государственного ресурса) и коммерциализация часто оказываются единственным способом сдвинуть дело с мертвой точки. Более того, переход к рыночным отношениям сразу же показывает, в каком состоянии находится область и сколько понадобится средств на ее переоснащение. Только, пожалуйста, переставляя паровоз на рыночные рельсы, не забудьте пригласить ученых. А то получится, как с информатизацией школьного обучения. Классы и быстрый Интернет поставим в каждую школу, а учителей будем привлекать к суду за использование *ворованного* (а не романтически звучащего пиратского) программного обеспечения, так как среди организаторов внедрения новых технологий, похоже, не нашлось ни одного, кто бы знал, что за программное обеспечение надо платить.

*P.S. Господа чиновники (если вы прочтете эту статью), прошу рассматривать ее как заявку на получение гранта для создания сайта «Компьютерное моделирование сложных динамических систем». В деньгах можете себя не ограничивать.*

**Сениченков Юрий Борисович,  
доктор технических наук,  
профессор кафедры  
Распределенные вычисления и  
компьютерные сети СПбГУ.**



**Наши авторы, 2007  
Our authors, 2007**