

нируется как дешевое надежное решение, имеющее в качестве дисплея четырехстрочный индикатор.

Представляет интерес полный набор сплайновой интерполяции (кубический, Akima и NURBS-сплайны), реализуемый системой ЧПУ WinPCNC [9], (МГТУ "Станкин"), продемонстрированной на учебном стенде. Но отсутствие многоканальности ограничивает возможности ее применения.

#### Производители систем ЧПУ и станкостроители

Устоявшиеся тенденции на мировом и отечественном рынках хорошо просматриваются на интеллектуальной карте (рис. 2), отображающей использование тех или иных систем ЧПУ станкостроителей, представивших продукцию на выставке.

#### Заключение

В заключение проведем параллель с выставкой "Металлообработка 2008" [10]. В первую очередь, следует отметить снижение масштаба выставки на 30%, что связано с мировым финансовым кризисом. Во-вторых, явно прослеживается тенденция перехода отечественных производителей систем ЧПУ на Windows-интерфейс оператора. Основное направление развития определяют мировые лидеры в области систем ЧПУ – интеллектуальные системы управления.

#### Список литературы

1. *Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М.* Системы числового программного управления: Уч. пособие. М. Логос. 2005.
2. *Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М.* Программирование систем числового программного управления: Уч. пособие. М. Логос. 2008.
3. *Мартинов Г.М., Плихунов В.В., Коваленко А.В.* Расширение функциональных возможностей системы ЧПУ для управления установкой электронно-лучевой сварки // *Авиационная промышленность.* 2009. №1.
4. *Дильман А.М.* Повышение эффективности функционирования промышленного оборудования за счет применения информационной системы для ЧПУ // *Автоматизация в промышленности.* 2006. №11.
5. *Мартинов Г.М., Григорьев А.С.* Принцип построения и интеграции в системах ЧПУ класса PCNC подсистемы трехмерной визуализации управляющих программ // *Мехатроника, автоматизация, управление.* 2009. №9. С. 26-31.
6. *Мартинов Г. М., Пушков Р.Л.* Построение инструментария отладки управляющих программ систем ЧПУ на языках высокого уровня // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.* 2008. №11.
7. *Зубов С.* iQ Platform: новый взгляд на функциональность модульного ПЛК // *Рациональное Управление Предприятием.* 2009. №2.
8. *Красильникьянц Е.В., Бурков А.П., Иванков В.А.* Применение контроллеров движения для систем управления электромеханическими объектами // *Мехатроника, автоматизация, управление.* 2008. №2.
9. *Мартинов Г.М.* Университетская система ЧПУ WinPCNC для обучения и производства // *Стружка.* 2008. №1.
10. *Мартинова Л.И., Мартинов Г.М.* Системы ЧПУ, представленные на Международной выставке "Металлообработка 2008", их новизна и особенности // *Стружка.* 2008. №3.

*Мартинов Георгий Мартинович – д-р техн. наук., проф., зав. кафедрой "Компьютерные системы управления"; Мартинова Лилия Ивановна – канд. техн. наук., доцент кафедры "Технология машиностроения" МГТУ "Станкин".*

*Контактный телефон (499) 972-94-40. <http://www.ncsystems.ru>*

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ

И.В. Никулина (ИПУ РАН)

Представлен обзор IV Всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2009.

Ключевые слова: имитационное моделирование, тренажеры, языки моделирования.

21-23 октября 2009 г. в С.-Петербурге в Доме ученых прошла IV Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности "Имитационное моделирование. Теория и практика" (ИММОД-2009). Цель конференции – распространение методов и средств имитационного моделирования для решения научных и практических задач, активизация творческой деятельности и укрепление научно-производственного потенциала РФ. Организаторами и учредителями конференции выступили ОАО "Центр технологии судостроения и судоремонта", Институт информатики и автоматизации РАН (С.-Петербург), Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН (Москва), Российский национальный комитет по индустриальной и при-

кладной математике. Участие в конференции приняли представители многих российских и зарубежных фирм, среди которых ЗАО "Хоневелл", ООО "Сименс Продакт Лайфсайкл Менеджмент Софтвар (РУ)", ОАО "Центр технологии судостроения и судоремонта", ООО "Элина-Компьютер" (г. Казань), ООО "Экс Джей Текнолоджис" (генеральный спонсор), ООО "НПП" Системы автоматизации поддержки бизнеса" (г. Екатеринбург), ОАО "НПП "Радар ммс" (С.-Петербург) и др., а также представители вузов многих регионов РФ и стран СНГ.

На открытии конференции выступающие цитировали слова президента России Д.А. Медведева о приоритетных направлениях технологического прорыва страны и отмечали, что нужно не сворачивать направления, в которых мы отстаем, а наоборот, разви-



Пленарное заседание

вая нанотехнологии, экологические и ресурсосберегающие, энергоэффективные и энергосберегающие технологии пытаются ликвидировать отставание. В США руководствуются принципом: кто слаб в информационных технологиях, тот неконкурентоспособен. И нам тоже следует задуматься об этом.

Открыл пленарное заседание представитель Рижского технологического университета, член-корр. Латвийской академии наук Меркурьев Ю.А. В докладе "Опыт международного сотрудничества в области имитационного моделирования" был сделан представительный обзор проводимых в мире конференций по компьютерному моделированию, подчеркивающий важность и актуальность данной научной дисциплины.

Далее, на пленарном заседании представитель ООО "Экс Джей Текнолоджис" в докладе "Многоподходное моделирование: практика использования" наглядно показал, что спектр областей, где успешно применяется многоподходное моделирование, постоянно расширяется, и все больше профессионалов используют данную технологию. Инструменты многоподходного моделирования кроме комбинирования подходов имеют еще очевидное преимущество — заказчики могут использовать один инструмент для создания различных типов моделей без необходимости приобретения нескольких программных продуктов.

Моделированию экономических процессов был посвящен доклад специалистов Московской финансово-промышленной академии, в котором отмечалось, что совершенствование методологии имитационного моделирования в направлении развития интеллектуальности (intelligency) создает дополнительные области применения методов имитационного моделирования в социально-экономических и гуманитарных областях, где трудно формализовать логику протекающих процессов или возникающих явлений.

Актуальные вопросы затрагивались в докладе СПИИРАН (С.-Петербург): "Многоагентное моделирование для исследования механизмов защиты информации в сети Internet". Одним из наиболее известных примеров больших открытых систем является

среда Internet, которая постоянно находится под воздействием атак злоумышленников и является местом для игры в сетевые "кошки-мышки". Разработано большое число разнообразных формальных и неформальных моделей отдельных механизмов защиты, но практически отсутствует обеспечение информационной безопасности как сложного организационно-технического процесса. Это объясняется сложностью данной предметной области. В настоящее время наблюдается эволюция Internet в свободную децентрализованную распределенную среду взаимодействия огромного числа кооперирующихся и антагонистических агентов. В докладе рассматривался пример реализации такого механизма защиты от распределенных сетевых атак, как "распределенный отказ в обслуживании" (Distributed Denial of Service, DDoS).

Возможностям и преимуществам языка моделирования GPSS World был посвящен совместный доклад специалистов ООО "Эллина-Компьютер" и КазГТУ им. А.Н. Туполева (г. Казань), ИПУ РАН (Москва). Опыт применения сетей Петри для имитации поведения систем рассматривался представителем Новосибирского ГТУ. Завершал выступления на пленарном заседании доклад "Ретроспектива и перспективы системной динамики. Анализ динамики развития" (Государственный университет управления), в котором была приведена историческая справка, рассмотрен вклад в развитие научного направления по имитационному моделированию фундаментальных работ Дж. Форрестера, которые не только способствовали появлению системной динамики как новой методологии компьютерного моделирования и метода решения управленческих задач, но и дали развитие целому ряду направлений. Докладчик остановился на ретроспективе и перспективе развития базовых направлений системной динамики, обозначив российские приоритеты, среди которых анализ деятельности и выработка стратегии поведения компании в условиях турбулентности рынка, нестабильности экономической ситуации, разработка антикризисной программы в современных экономических условиях, создание модулей операционного, тактического и стратегического планирования в корпоративных информационных системах и системах поддержки принятия решений. Выступление вызвало оживленную дискуссию: почему же описанные методы не предсказали мировой кризис? Так ли уж они хороши?! Председатель пленарного заседания Б.В. Соколов напомнил слова физика Больцмана: "Нет ничего практичнее хорошей теории". Есть о чем подумать...

Далее работа конференции проходила в рамках трех секций. Самой представительной (59 докладов) была третья секция, посвященная практическому применению имитационного и комплексного моделирования. Первая секция была посвящена теоретическим основам и методологии имитационного и комплексного моделирования, а вторая — средствам автоматизации и визуализации имитационного моде-

лирования. Одновременно проводились стендовые доклады и презентации.

Активное участие в конференции приняли специалисты Института проблем управления РАН (Москва), представившие три доклада. Антонова Г.М. представила обзор успешных примеров оптимизации на основе имитационных моделей, который наглядно показал – адекватность модели можно обеспечить путем усложнения ее структуры и учета всех аспектов функционирования сложной системы. Габалин А.В. дал описание универсальной системы моделирования (УСМ), рассмотрел вопросы оптимизации проведения машинных экспериментов с помощью УСМ для решения задачи проектирования и коррекции структуры различных сложных систем. Власов С.А., Генкин А.Л. и Никулина И.В. представили доклад: "Интегрированное управление автоматизированными комплексами металлургического производства на основе имитационного предсказательного моделирования", в котором были описаны подходы к решению задач реинжиниринга бизнес-процессов для автоматизированного технологического комплекса (АТК) металлургического производства, основанные на методах как ретроспективного, так и предсказательного моделирования, показано, как могут быть решены задачи определения оптимальных резервов производственных мощностей металлургических агрегатов.

Необходимо отметить выступление Дозорцева В.М. и Агафонова Д.В. (ЗАО "Хоневелл") "Новый подход к обеспечению адекватности тренажерных моделей сложных технологических процессов". Компьютерные тренажеры (КТ) для обучения операторов ТП широко распространены на непрерывных производствах химико-технологического типа. Практическое отсутствие работ по адекватности тренажерной модели (ТрМ) в рассматриваемой предметной области объясняется видимой "неподъемностью" задачи. Отмечалось, что предлагаемые методики могут быть проиллюстрированы содержательным практическим примером построения ТрМ печи на двойном топливе, а также говорилось, что представленная работа является, возможно, одной из первых попыток подступить к проблеме обеспечения адекватности ТрМ в рассматриваемой предметной области.

Сотрудники ГОУВПО "КГИЭА" (г. Набережные Челны) представили участникам конференции четыре доклада, посвященные решению задач городского транспорта. Набережные Челны – город относительно молодой, с широкими улицами, что дает больше возможностей для анализа средств исследования и оптимизации управления транспортными системами. В докладе "Совершенствование управления транспортными потоками города с использованием имитационного моделирования" показано, что наиболее перспективным направлением для проигрывания упрощенных описаний реальных процессов с целью изучения их поведения в различных ситуациях является имитационное моделирование.



Презентация ООО "Сименс Продакт Лайфсайкл Менеджмент Софтвар (РУ)"

Продолжили транспортную тематику авторы из ГГУ им. Франциска Скорины (г. Гомель, республика Беларусь). В докладе "Проектирование маршрутов городской транспортной сети средствами имитационного моделирования" была предложена имитационная модель городской маршрутной транспортной сети, а также методика планирования расписания маршрута, обеспечивающего баланс интересов администрации транспортного предприятия и пассажиров.

Живую дискуссию вызвал доклад "Особенности задач имитационного моделирования процессов управления воздушным движением (на примере задачи моделирования прилета/вылета в аэропорт)" (ФГУА "ГосНИИАС", Москва). Для американских заказчиков была разработана программа, моделирующая ситуацию: если в воздухе террористы или неуправляемые (неконтролируемые) объекты, то как следует обеспечить в РВ безопасность самолетам, находящимся в воздухе.

Специалисты ОАО "ЦТСС" (С.-Петербург) представили доклад "Опыт применения программных средств имитационного моделирования при разработке технологических проектов модернизации корпусостроительных производств". Авторами было разработано несколько проектов реконструкции судостроительных предприятий, включая корпусостроительное производство, на этапе обработки каждого из которых применялись технологии имитационного моделирования. Корпусостроительное производство – наиболее важный период строительства судна, трудоемкость всех работ, выполняемых на построечном месте, достигает 40% общей трудоемкости постройки.

Специалистом Института динамики систем и теории управления Сибирского отделения РАН (г. Иркутск) был представлен доклад "Программная система поддержки процесса моделирования медико-эколого-экономических систем" (МЭЭМ). В настоящее время моделирование взаимодействия экологических и экономических систем с учетом здоровья населения представляет значительный интерес во всем ми-





Во время работы научных секций

ре. Построение МЭЭМ является сложной задачей, вызванной междисциплинарным характером предметной области. Результаты такого моделирования востребованы не только в научной среде, но и при разработке социально-экономической политики регионов (страна, область, город). Рассмотренная в докладе программная система позволяет автоматизировать процесс разработки моделей медико-эколого-экономических систем на этапах: выбор факторов, для которых создается модель; определение структуры эндогенных и экзогенных переменных; сборка структуры МЭЭМ из модельных блоков; параметрическая идентификация; верификация свойств модели; формирование и расчет сценариев.

Представители ОАО "Союзморниипроект" (Москва) в докладе "Опыт использования имитационных моделей системы доставки навалочных грузов в проектировании комплекса перегрузки угля в морском порту" показали возможность и относительно невысокую трудоемкость создания имитационной модели системы доставки навалочных грузов как инструмента обоснования технологических решений при проектировании объектов в морских портах, инструмента, позволяющего спрогнозировать "узкие места" в системе доставки и дать оценки эксплуатационных параметров перегрузочного комплекса на начальных стадиях проектирования.

В докладе "Имитационное моделирование подземной сети грузопотоков" (НГТУ, г. Новосибирск и Институт угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово) были поставлены и решены такие задачи имитационного моделирования транспортных сетей со случайным грузооборотом, как влияние промежуточных бункеров на общий грузопоток, выбор емкости подземных бункеров, ограничение времени остановки сборного конвейера, согласование разгрузки на общий конвейер, прогнозирование последствий решений диспетчера.

Ученые из СПИИРАН (С.-Петербург) представили модель теплового баланса животного с активной системой терморегуляции (на примере таймырской попу-

ляции дикого северного оленя), которая может быть использована для оценки влияния различных комбинаций значений климатических факторов на энергопотери, тепловой баланс и активность животных. Ими же в докладе совместно со специалистами НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера РАСХН (г. Норильск) "Структурные модели промысловой управляющей системы в разных социально-экономических средах" рассматривалось применение моделей на примере таймырской популяции диких оленей с целью стабилизации их численности. Как показал мировой и российский опыт, внедрение рыночных отношений в системы природопользования без жесткого контроля со стороны общественности и государства приводит к деградации природной среды. Поэтому был предложен вариант промысловой системы для децентрализованных пользователей и капиталистических рыночных отношений современной России.

На конференции также затрагивалась актуальная на сегодняшний день тема подготовки профессиональных кадров. В докладе "Подход к управлению качеством образовательной деятельности на основе имитационного моделирования" (Учреждение РАН ИИ и ММТП КНЦ РАН, Мурманская обл., г. Апатиты) предлагался подход, обеспечивающий путем многократной имитации формирование предпочтительных сценариев управления образовательной деятельностью учебного заведения с точки зрения качества выпускаемых специалистов. Это позволяет проектировать программы переподготовки специалистов путем оперативного изменения учебных и рабочих планов. Модельным шагом такого управления являлся один семестр. Конечно, эта модель еще требует существенной доработки. Но уже тот факт, что такая задача поставлена, вызывает удовлетворение.

На закрытии конференции отмечалось, что в этом году произошли качественные изменения в составе участников. Если раньше это были в основном преподаватели высших учебных заведений, то в этом году наряду с преподавателями много представителей коммерческих структур, частных предпринимателей, научных работников. В докладах рассматривались модели из области экономики, автомобильного и воздушного транспорта, космических исследований, горнодобывающей промышленности, экологии и др. Было отмечено высокое качество докладов студентов и аспирантов и высказано пожелание: на следующей конференции проводить конкурс аспирантских и студенческих работ. Всего на конференции прозвучало 137 докладов. В С.-Петербурге приехало 236 специалистов из многих регионов РФ и стран ближнего и дальнего зарубежья. На конференции поднимался вопрос о создании Российского Общества имитационного моделирования. Следующая, V конференция по имитационному моделированию пройдет в С.-Петербурге в 2011 г.

*Никулина Ирина Владимировна — научный сотрудник ИПУ РАН.  
Контактный телефон (495) 334-87-59.*