

- формирование и адаптацию заданий с учетом уровня подготовки студента, что обеспечивает реализацию таких принципов обучения, как проблемность и посильность обучения и, как следствие, регулирование трудности заданий и постепенное ее повышение;

- практически неограниченный охват технологических ситуаций и максимальное приближение к условиям производственного процесса, накопление собственного опыта решения задач;

- виртуальный доступ к любому оборудованию, в том числе и к наиболее ответственному; сокращение времени реакции на возмущения, возникающие в процессе отработки задания, снижение количества ошибок при принятии решений, повтор ситуаций с целью оценки вариантов решений.

Следует отметить использование в учебном процессе и в практической деятельности ряда электроэнергетических предприятий информационно-аналитического комплекса.

Необходимая мультимедийная среда сформирована на основе таких программ, как Autocad, VBA, Diglent Power Factory и Matlab. За исключением последнего программного продукта остальные широко используются в ЭЭС Украины. Технология обучения обеспечивает активное участие студента в учебном процессе.

## **СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В. (МИФИ, ИАО «ЮрИнфор-МГУ», Москва, Россия)**  
Тел.: 8(499)971-73-96, E-mail: [info@jurinform.ru](mailto:info@jurinform.ru)

***Abstract.** The paper deals with a conceptual method for learning system design. The proposed method is based on the applicative approach, which provides the means for problem domain (PD) modeling. The main benefit of the proposed method is the semantic scalability, i.e. the possibility to change semantics of a PD model during the evaluation. This benefit allows, among all, to give a model description of PD agents acting in conceptually parallel mode. Practical systems for learning of applicative computing are also represented.*

***Key words:** Applicative computing, semantic scalability, conceptual agents, learning systems.*

Автоматизация разработки и сопровождения обучающих систем предполагает рассмотрение как области, в которой разрабатывается система, так и самого процесса разработки на основе ясных лаконичных принципов. В настоящей работе в качестве основы принят аппликативный компьютеринг, предполагающий рассмотрение взаимодействия объектов в среде [6]. Основной операцией взаимодействия при этом становится аппликация, т.е. применение функции к аргументу. Опыт практического создания обучающих систем (ОбуС) [7, 9, 12] позволяет представить аппликативные методы и средства разработки обучающих систем в рамках общей технологически обоснованной методики концептуального моделирования (КМ) [3].

Выбор аппликативного компьютеринга как основы разработки обучающих систем приводит к принятию концептуально ясного аппарата аппликативных вычислительных систем (АВС) в качестве основы для формализованных средств создания модели предметной области (ПО) и соответствующих средств проведения вычислений [9, 11]. К преимуществам формализованных моделей относится возможность их формального анализа и изучения свойств, а также возможность автоматизации создания

инструментальных средств поддержки проектирования и методик их использования. Реализация системы при использовании разработанной авторами [8] специализации концептуального подхода представляет собой погружение модели системы в поддерживающую вычислительную среду. Критически важной задачей оказывается выражение семантики моделей как таких систем в целом, так и отдельных компонент.

Семантика в предлагаемом подходе понимается в соответствии с соглашениями математической логики, принятыми, например, в [4, 10]. В соответствии с ними строится язык  $L$  описания элементов модели, а также класс выражений  $D$ , одновременно имеющих корректно определённую математическую структуру и осмысленных для человека, использующего систему. Построенный класс выражений рассматривается как область возможных значений при описании системы (в том числе взаимодействия пользователя с системой). Затем строится оценивающее отображение  $Val : L \rightarrow D$ , сопоставляющее значения конструкциям языка.

Важной особенностью предлагаемого подхода является возможность настройки семантики. Настраиваемая семантика может быть описана как параметризация оценивающего отображения. Семантически корректное управление макрогенерацией компонент Обус и их последующее сопровождение в отсутствие общей теории понятий представляет собой по-прежнему актуальную задачу.

На начальных уровнях проектирования Обус возможности управления семантикой до некоторой степени покрываются подходом к описанию ПО на основе онтологий. На завершающих уровнях проектирования определённые возможности по управлению семантикой предоставляют функциональные языки (Unicorn, ML, Haskell, Lisp, F#) и объектно-ориентированные языки (Smalltalk, Delphi, C++) программирования. Хотя названные подходы и включают отдельные механизмы, которые могут быть отнесены к области управления семантиками, однако ни один из них не обеспечивает методики проектирования, поддерживающей управление семантиками от начального до конечного уровня проектирования и последующих сопровождения и реинжиниринга. Такая методика сквозной поддержки должна быть основана на формализованной модели Обус, обеспечивающей единую трактовку информационных объектов на всех уровнях.

В этой связи предлагается модель на основе выразительных средств АВС. При этом рассмотрение функций как абстрактных математических объектов является ключевым для построения формализмов, ориентированных на отображение семантики. Фактически оно позволяет рассматривать как объекты ПО, так и объекты моделирующей среды как процессы в математическом смысле.

Семантическое описание вычислений с использованием аппликативных средств требует принятия определённых предпосылок. Основная предпосылка связана с погружением вычислений в аппликативную структуру, т.е. описание вычислений как применения (аппликации) одних объектов к другим [6, 10]. Другое допущение состоит в формализации работы с идентификаторами – строится множество сущностей, считающихся идентификаторами, а затем относительно среды строится то, что будет считаться значением идентификатора. Таким образом, определение значений идентификатора производится на основе использования понятия среды.

Принципиальным свойством проведения вычислений прикладных систем некоторых типов, в первую очередь Обус, оказывается необходимость включения в ВМ действий пользователя. Повышение привлекательности систем для пользователя связано с моделированием поведения ряда объектов ПО системы, рассматриваемых как активные. Пользователь в этом случае достигает цели работы с системой в процессе кооперации или конкуренции с другими активными объектами. В различных системах для описания таких активных объектов используют термины «актор» или «агент».

Наиболее интересны практически системы, моделирующие параллельное поведение активных объектов.

Аппликативные вычислительные системы (АВС), положенные в основу методики проектирования ОбуС, дают концептуально ясный инструментарий для семейства языков, включающих концептуально параллельные вычисления. Практическое создание СПМ, в том числе средств поддержки ОбуС, предполагает выделение в предметной области агентов, действующих концептуально параллельно, и последующее означивание конструкций модели для обеспечения моделирования пользователем действий агентов различных классов. Приведённые выше методы аппликативного моделирования концептуально ориентированных параллельных процессов позволяют предложить архитектуру поддерживающей АС, включающую расширяемый язык аппликативного типа и средства его поддержки.

Для апробации концепций, положенных в основу средств конструирования семантик аппликативного типа, был разработан ряд обучающих систем в различных ПО, от достаточно формализованных, предполагающих изучение конкретных практических АВС, до трудно формализуемых ПО в сфере гражданского и уголовного права. Разнообразие изучавшихся ПО позволило подтвердить широкую применимость предлагаемых аппликативных методов.

Рассмотрим несколько практических обучающих систем, нацеленных на овладение основами АВС. ОбуС «Система изучения категориальной абстрактной машины» (версия 1.0) интегрирует в единую информационную систему электронный вариант учебного пособия [2] по категориальной абстрактной машине (КАМ) и вычислитель, основанный на КАМ и оснащенный визуализацией шагов вычислений.

Система рассчитана как на самостоятельное изучение предмета учащимися, так и на проведение аудиторных занятий по тематике категориальной абстрактной машины:

- компиляция выражений аппликативного языка и кодогенерация;
- вычисление на КАМ простейших арифметических выражений;
- вычисление на КАМ арифметических выражений с абстракциями;
- вычисление на КАМ рекурсивных функций;
- вычислений на КАМ функций, основанных на применении списков.

ОбуС «Система изучения комбинаторной логики и лямбда-исчисления» (версия 1.0) предназначена для изучения разделов теории вычислений и функционального программирования. Система может применяться студентами и преподавателями, как учебное пособие для соответствующих курсов.

Система визуализирует процессы трансформации термов лямбда-исчисления и комбинаторной логики. Используя расширяемую библиотеку комбинаторов, следуя аппликативному (функциональному) подходу, система может служить средой прототипирования программ и языков программирования. Система визуализирует процесс редукции к нормальной форме. Система визуализирует трансформацию термов лямбда-исчисления в термы комбинаторной логики. Система позволяет задавать и расширять библиотеку доступных комбинаторов.

ОбуС «Активная система изучения конструкций языков программирования (Active PLC)» (версия 1.0) предназначена для изучения технологий семантического моделирования для конструкций языков программирования и включает в себя электронный вариант книги [1]. Предложенные автором конструкции снабжены активным кодом, который отражает работу этих конструкций, т.е. является компилятором для них.

ОбуС «Активная система изучения комбинаторной логики в программировании (Active CloP)» (версия 1.0) предназначена для изучения базовых возможностей аппликативных вычислительных технологий и включает в себя электронный вариант

книги [5]. Предложенные автором задания снабжены активным кодом, что позволяет в реальном времени запускать примеры книги при заданных условиях, а также изменять их. Кроме того, активный код позволяет проверять степень освоения материала.

Активные системы предназначены для студентов старших курсов и аспирантов, изучающих математические основы объектно-ориентированных вычислений, начинающих и профессионально работающих над продвинутыми проектами программистов. Могут быть использованы в курсах дискретной математики, информатики, теории программирования.

Все представленные Обус прошли государственную регистрацию. Представленные Обус могут применяться в учебных заведениях в рамках курсов по аппликативным вычислительным системам, а также при изучении и преподавании основ функционального программирования. Системы с успехом используются рядом ведущих вузов страны, в частности МФТИ в курсе «Функциональное программирование», а также МИФИ в курсе «Дискретная математика».

#### Выводы

Предложенные в работе модели и методы, основанные на концепции аппликативного компьютеринга, обеспечивают построение Обус для широкого класса ПО. Особенно перспективным представляется использование аппликативных моделей для описания ПО, включающих активные объекты, выполняющие параллельные действия. Получающиеся модели могут, в частности, обеспечивать:

- описание взаимодействующих параллельных агентов, в том числе элементов процесса обучения, в виде обобщённой концептуальной структуры, которая может подвергаться детализации в зависимости от аспекта рассмотрения;
- описание динамики взаимодействия агентов на основе учёта различных концептуальных ролей агента, обеспечивающих параллельную обработку нескольких ролей и выбор соответствующей обрабатываемой функции;
- интенциональное описание с учётом возможностей достижения однородного описания агентов и реализуемых ими действий, обеспечивающего возможность формирования действий агентов в ходе решения задачи с использованием механизма интроспекции на основе формализма неподвижных точек.

Апробация предложенных моделей и методов выполнялась путём построения ряда специализированных деловых игр, включающих модели взаимодействующих агентов различной сложности. В целом предложенный подход представляется перспективным для развития как теоретических методов семантического описания параллельных агентов, так и средств поддержки реализации систем на основе использования таких агентов.

**Список литературы:** 1. Вольфенгаген В.Э. Конструкции языков программирования. Приёмы описания. – М.: АО «Центр ЮрИнфоР», 2001. 2. Вольфенгаген В.Э. Категориальная абстрактная машина. Конспект лекций: введение в вычисления. 2-е изд. – М.: АО «Центр ЮрИнфоР», 2002. 3. Вольфенгаген В.Э. Методы и средства вычислений с объектами. Аппликативные вычислительные системы. - М.: АО «Центр ЮрИнфоР», 2004. 4. Вольфенгаген В.Э. Логика. Конспект лекций: техника рассуждений. – М.: АО «Центр ЮрИнфоР», 2004. 5. Вольфенгаген В.Э. Комбинаторная логика в программировании. Вычисления с объектами в примерах и задачах. 3-е изд., дополн. и перераб. – М.: Институт «ЮрИнфоР-МГУ», 2008. 6. Вольфенгаген В.Э. Аппликативные вычислительные технологии. Готовые решения для инженера, преподавателя, аспиранта, студента. – М.: ЗАО «ЮрИнфоР», 2009. 7. Зайцев А.Е., Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В. Аппликативные модели вычислений на основе параметризованных семантик в юридических деловых играх. — М.: МИФИ,

2009. **8.** Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В. Информационное моделирование динамических рассуждений на примере юридической деятельности. - Технологии информационного общества - Интернет и современное общество: Материалы Всероссийской объединенной конференции. С-Пб., 20–23 ноября 2001 г. - СПб.: Изд-во С.-Пб. ун-та, 2001. - с.36–43. **9.** Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В. Глава 2. Модели управляемой редукации как основа построения систем с динамической семантикой. Категорный подход. В коллективной монографии «Информационные системы и технологии», Красноярск, 2011. – с. 27-45. **10.** Curry H.B., Hindley R., Seldin J.P. Combinatory Logic. – Vol. II. Studies in Logic 65, North-Holland Co., Amsterdam, 1972. **11.** Ismailova L.Y., Kosikov S.V., Zaytsev A.E. Applicative computational technologies for generating the families of simulating business games. — Proceedings of the 11th international workshop on computer science and information technologies CSIT'2009. — Crete, Greece, 2009. **12.** Ismailova L.Y., Kosikov S.V. Applicative models, semantic scalability and specialized calculations for business games in jurisprudence // Proceedings. International workshop «Innovation technologies – Theory and Practice», Dresden, September 06-10, 2010 Germany, p. 33-35, FDZ, Dresden-Rossendorf, 2010.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ТЕПЛОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ ПОПАДАНИЯ ИНОРОДНОГО ТЕЛА В УПОРНЫЙ ПОДШИПНИК ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ СУДНА**

**Капанадзе Г.А., Рак А.Н.**

*(ДонНТУ, Донецк, Украина)*

Тел. моб. : +38 095 510 52 82, Раб. : +38 062 301 03 80, e-mail: [kapkan21@gmail.com](mailto:kapkan21@gmail.com)

***Резюме:** В статье рассматриваются вопросы, связанные с применением теории тепловых процессов к расчету нормального эксплуатационного и аварийного режимов работы упорных подшипников главных двигателей морских судов. Приведен пример расчета.*

***Ключевые слова:** Упорный подшипник, главный двигатель, вода, масло, инородное тело, кинематическая вязкость.*

Выход из строя упорно-опорного подшипника может привести к невозможности работы главного двигателя, потере судном мореходности, авариям, которые могут привести к пожарам, взрывам, и, в конечном счете, гибели судов, людей, груза. Недавние события, произошедшие с т/х «Новочеркасск» Азовского морского пароходства являются тому подтверждением. Перейдем к краткому изложению аварийной ситуации (АС).

На переходе судна в центральном посту управления (ЦПУ) вышел сигнал по максимальной температуре масла на выходе из упорно-опорного подшипника главного двигателя (ГД). Из-за невозможности немедленной остановки ввиду сложной навигационной обстановки продолжили движение на пониженных оборотах. Примерно через 1 час ГД был остановлен. После вскрытия смотровых лючков упорного подшипника для осмотра, обнаружили заклинивание сегментов переднего хода (ПХ) – глубокие задиры. От предпринятой попытки продолжить рейс на пониженных оборотах ГД, вынуждены были отказаться из-за аварийного состояния упорного подшипника.

Экспертной комиссией конторы Капитана порта Мариуполь, расследовавшей причины АС, как возможные выставлены причины: плохое качество циркуляционного масла главного двигателя (содержание воды в масле 4% вместо допустимых 2%),