

интероперабельности, а также дружественным интерфейсом. Для обеспечения надежности, отказоустойчивости и высокой производительности и для хранения больших объемов данных система создается как сеть объединенных между собой скоростными линиями связи серверов. Часть данных дублируется — хранится более чем на одном сервере. Часть серверов — интерфейсные, их основная задача — взаимодействие с пользователями системы. Для реализации свойства интероперабельности с другими системами в ней реализуются наиболее распространенные протоколы обмена информацией с удаленными базами данных и иными сетевыми информационными сервисами, языки запросов к ним. Для поддержки расширяемости и масштабируемости построение системы выполняется в соответствии с такими структурными принципами, как модульность, иерархичность, реконфигурируемость (возможность изменения состава модулей и связей между ними). Система делится на ядро и внешние модули, организованные в подсистемы. В ядре реализованы транспортные сетевые протоколы, поддержка внешних модулей и функции безопасности. Все остальные возможности (протоколы, поддержка языков запросов, режимы отображения информации и т. п.) реализованы во внешних модулях.

В статье предлагается информационная технология взаимодействия научного потенциала и службы безопасности промышленной сферы. Реализующая ее система может стать важным инструментом, встраиваемым в научно-организационные и административные механизмы промышленной инфраструктуры Мурманской области.

Литература

1. Фридман А. Я., Яковлев С. Ю. Оценка вариантов структуры сложной промышленно-природной системы по критериям надежности и безопасности функционирования // Информационные технологии в региональном развитии. Апатиты, 2003. Вып. III. С. 104–110.

Инструментальные средства интерактивного формирования имитационных моделей деятельности региональной системы профессионального образования

А. Г. Олейник, А. Н. Лексиков

Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН, Апатиты

Введение

Управление региональной системой профессионального образования относится к категории задач управления динамическими макросистемами. В качестве критериев эффективности деятельности региональной системы профобразования следует рассматривать показатели, характеризующие то, насколько полно эта система удовлетворяет кадровые потребности регионального развития. Основными механизмами повышения эффективности является согласование деятельности системы профобразования с текущими и перспективными кадровыми потребностями региона, формирование гибких образовательных структур, позволяющих наиболее полно использовать существующие образовательные ресурсы и оперативно реагировать на изменение кадровых потребностей региональной социально-экономической системы.

Создание и внедрение в повседневную практику средств информационной и аналитической поддержки управления в данной области должно не только повысить обоснованность принимаемых решений, но и обеспечить их оперативность, а также более полный учет разнородных факторов, влияющих на результаты. При этом, в силу специфики предметной области, создаваемые модели должны быть легко адаптируемы к изменяющимся условиям, а инструментальные средства информационной поддержки

ориентированы на конечных пользователей, давая им возможность самостоятельно настраивать модели и управлять процессом моделирования.

Реализуемая информационная технология

Указанным выше требованиям удовлетворяет метод системной динамики и основанные на нем инструментальные средства организации и проведения имитационного моделирования. Они достаточно широко используются при исследовании систем, динамическая сложность которых в основном определяется множественными обратными связями. Важная роль обратных связей характерна как региональным социально-экономическим системам в целом, так и многим их подсистемам [1]. В работах [2, 3] представлено обоснование целесообразности и некоторые результаты использования системно-динамического моделирования для анализа возможностей региональной системы профессионального образования, поиска путей и механизмов повышения эффективности ее деятельности.

В настоящей работе рассматриваются особенности реализации инструментальной среды поддержки принятия решений, основанной на использовании системно-динамического моделирования процессов, подлежащих управлению. Предлагаемые решения разработаны для реализации имитационного моделирования процессов профессионального образования, но могут использоваться и для создания систем моделирования процессов иных предметных областей, в которых возможно формирование моделей сложных процессов на основе ограниченного набора системно-динамических шаблонов, т. е. применима технология «паттернов» (от англ. pattern) [4, 5].

Реализуемая технология моделирования состоит из следующих этапов:

- анализ предметной области с целью выделения ограниченного набора типовых процессов, определяющих динамику развития рассматриваемой системы;
- создание базовых системно-динамических шаблонов для каждого типового процесса;
- синтез на основе системно-динамических шаблонов «мобильных» шаблонов, формирующих библиотеку шаблонов прикладной среды моделирования;
- конструирование имитационной модели анализируемого сложного процесса путем связывания имеющихся в библиотеке шаблонов образующих его «типовых» процессов;

- ввод в модель исходных данных, настройка параметров и проведение серии имитационных экспериментов по исследованию вариантов развития анализируемого процесса;
- анализ результатов моделирования и принятие решения.

Формализовать первый этап рассматриваемой технологии достаточно сложно. Обычно он реализуется в ходе итерационного диалога специалистов предметной области и разработчиков модели. В качестве инструментальных средств, обеспечивающих поддержку этого этапа можно указать средства построения формализованных концептуальных моделей [1] или онтологий [6]. Например, для решения задач анализа и прогнозирования деятельности региональной системы профессионального образования была разработана формализованная концептуальная модель [2]. Средства системно-динамического моделирования позволяют имитировать динамику исследуемой системы, но не предусматривают автоматизированное вычисление значений параметров, которые обеспечат оптимальное или, по крайней мере, приемлемое развитие системы. Поэтому анализ сформированных в результате имитационного эксперимента значений, характеризующих траектории развития моделируемой системы, также находится за пределами функциональных возможностей рассматриваемых ниже инструментальных средств.

Инструментальные средства реализации технологии моделирования

Практическая реализация этапов 2–5 представленной технологии осуществляется с использованием интегрированной среды системно-динамического моделирования Powersim Studio компании Powersim Software AS [7] и двух специализированных приложений — редактора шаблонов и системы прикладного имитационного моделирования. Для организации взаимодействия разработанных приложений с моделями, создаваемыми в среде Powersim, используются компоненты ActivX пакета Powersim Studio Software Development Kit (PS SDK) [8]. В результате инструментальная среда для разработки и гибкого использования имитационных моделей включает три модуля, каждый из которых ориентирован на пользователей определенной категории.

Первой категорией пользователей являются разработчики базовых системно-динамических шаблонов. Для каждого определенного на этапе 1 типового процесса предметной области непосредственно в среде Powersim разработчики создают системно-динамическую модель в виде шаблона. Основная задача на данном этапе — формирование структуры модели,

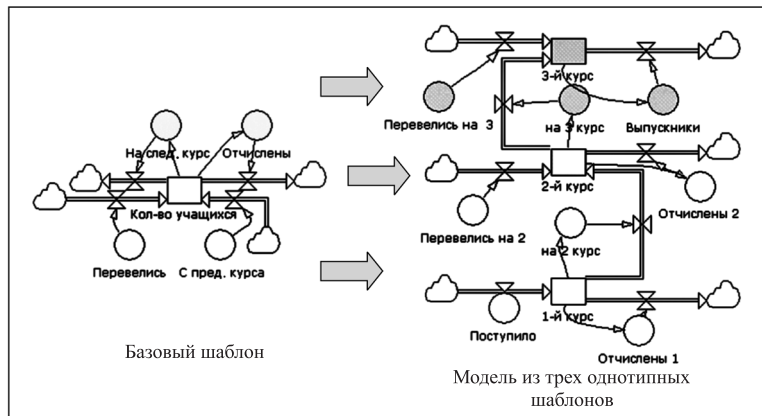


Рис. 1

адекватно представляющей соответствующий процесс. Конкретные значения параметров сформированной модели на данном этапе не задаются. Комплекс сформированных системно-динамических шаблонов сохраняется в формате среды Powersim (*.sip). Технология, предусматривающая использование ограниченного набора базовых шаблонов — «паттернов» в качестве «строительных блоков», облегчающих формирование сложных системно-динамических моделей, применяется уже длительное время [4, 5]. На рис. 1 представлен упрощенный пример, в котором модель трехлетнего курса обучения сформирована путем последовательного соединения трех одинаковых шаблонов, описывающих структуру обучения в течение одного года.

Однако непосредственная реализация данной технологии требует постоянного использования среды системно-динамического моделирования, что ограничивает возможности тиражирования прикладных имитационных моделей. Избежать указанной проблемы и обеспечить возможность тиражирования и практического использования системно-динамических моделей без непосредственного взаимодействия конечного пользователя со средой системно-динамического моделирования позволяют созданные специализированные приложения.

Редактор мобильных шаблонов ориентирован на «продвинутого» пользователя. Основная функция этого приложения — формирование на основе базового шаблона, созданного в среде системно-динамического моделирования и сохраненного в ее формате, спецификации фрагмента системно-динамической модели, задаваемой этим шаблоном, на языке XML. На вход редактора подается базовый системно-динамический шаб-

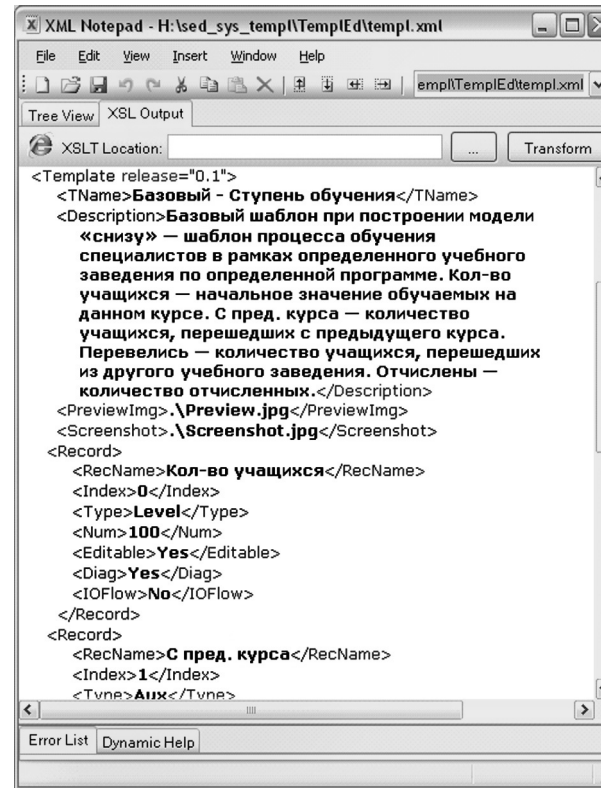


Рис. 2

лон в формате среды Powersim (*.sim). Для каждого элемента шаблона в автоматическом режиме редактором синтезируется соответствующий тег описания на языке XML (рис. 2).

Кроме этого редактор предоставляет диалоговые средства, которые дают возможность пользователю установить для любого элемента шаблона (кроме констант) атрибуты, определяющие доступность элемента для присвоения значения в прикладной системе моделирования и его использования для установления связей с другими шаблонами при формировании имитационной модели сложного процесса. Диалоговая форма редактора мобильных шаблонов показана на рис. 3. На ней отображен шаблон, XML-спецификация которого представлена на рис. 2. На форму выводится название шаблона, его описание, а также список редактируемых переменных. Установка флага рядом с именем элемента шаблона

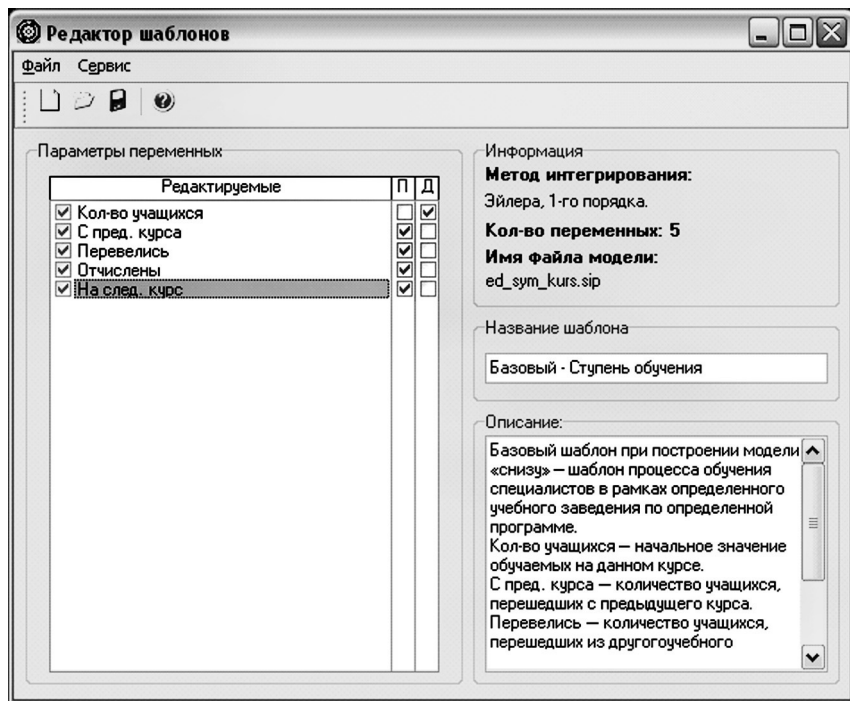


Рис. 3

определяет возможность доступа к элементу для задания ему исходных значений при настройке сеанса моделирования. Флагом в колонке, обозначенной на форме буквой «П», может быть установлен только для потоков шаблона. Наличие флага в данной позиции означает, что поток может быть использован для связи данного шаблона с другими шаблонами при формировании модели сложного процесса. Кроме этого в спецификацию могут быть внесены описания различных диаграмм и графиков, которые будут необходимы для визуализации динамики процесса при имитационном моделировании. Указанная функция реализуется при установке флага в колонке «Д». В результате работы редактора шаблонов формируется структура, которая объединяет описание базового шаблона в формате среды Powersim, спецификацию этого шаблона в XML-формате с заданными опциями доступа к элементам и их отображения, а также изображение (схему) системно-динамического шаблона в графическом формате. Данная структура получила название «мобильный шаблон» потому, что

в дальнейшем она может быть использована для организации и проведения имитационного моделирования автономно, без непосредственного использования интегрированной среды системно-динамического моделирования Powersim. Для формирования имитационных моделей процессов некоторой предметной области создается относительно небольшое множество мобильных шаблонов, которое образуют библиотеку шаблонов прикладной системы имитационного моделирования.

Пользователь, реализующий формирование мобильного шаблона с помощью редактора, должен не только являться специалистом предметной области, но и иметь определенную подготовку в области использования средств системно-динамического моделирования и организации имитационных экспериментов. В связи с этим он отнесен к категории «продвинутых» пользователей.

Система прикладного имитационного моделирования [2] включает: исполнительное ядро Powersim; библиотеку мобильных шаблонов и, возможно, сформированных на их основе имитационных моделей; базу данных, используемых для проведения моделирования. Взаимодействие между компонентами системы, а также между системой и пользователем обеспечивается блоками внутреннего и пользовательского интерфейсов, соответственно. С системой прикладного имитационного моделирования может работать конечный пользователь, являющийся специалистом предметной области. Приложение предоставляет пользователю достаточно простые и удобные в применении средства организации имитационного моделирования (рис. 4).

Если в библиотеке уже существует готовая модель, обеспечивающая имитацию исследуемого процесса, то выбрав ее, пользователю достаточно только настроить параметры сеанса моделирования. Данная процедура реализуется путем задания исходных значений переменным и уровням модели, представленным в разделе формы «Настройка шаблона» (рис. 4). В случае, когда готовой модели в библиотеке нет, пользователь должен определить, каким образом исследуемый процесс может быть реализован некоторой совокупностью типовых процессов, шаблоны которых представлены в библиотеке. Затем необходимые шаблоны выбираются из библиотеки и между ними устанавливаются необходимые связи. Связь определяется путем назначения соответствия выходных элементов одного шаблона входным элементам других, входящих в выбранное для формирования модели множество, шаблонов. Доступность элементов шаблона для установки связей определяется системой моделирования автоматически на основе хранимых в XML-спецификации шаблона значений соответствующих атрибутов и настроенных соединений. Элементы, которые можно использовать для установления связей, отображаются

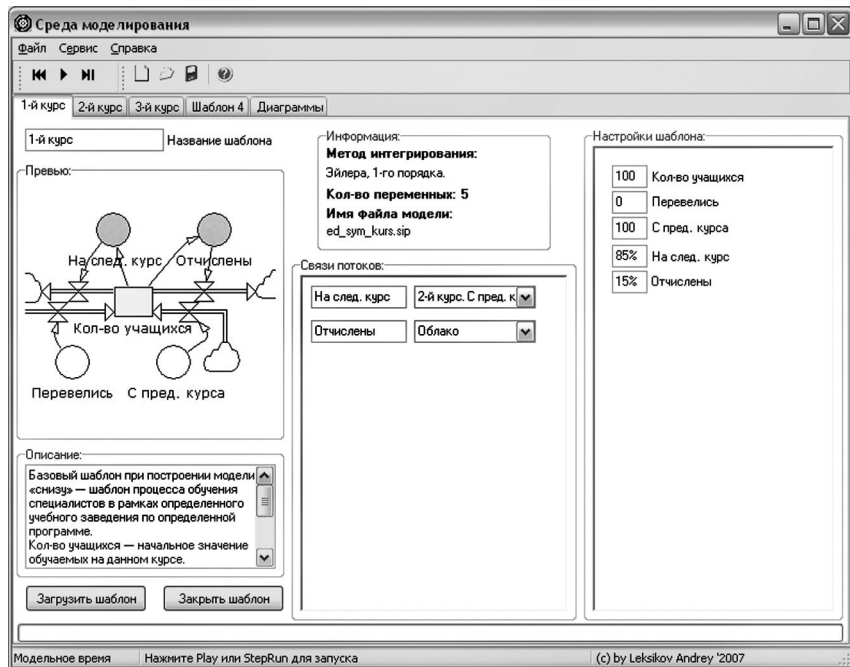


Рис. 4. Основная форма пользовательского интерфейса системы имитационного моделирования

в разделе формы «Связи потоков» (рис. 4). Из XML-спецификации система извлекает также указания о том, вывод каких графиков и диаграмм динамики изменения значений элементов включенных в модель шаблонов возможен в процессе имитационного эксперимента. Пользователь имеет возможность выбора переменных для построения графиков и последующего сохранения результатов имитационного эксперимента в выходной файл. В системе моделирования предусматривается сохранение как всего модельного проекта, так и результатов отдельных имитационных экспериментов (в виде диаграмм, xml или текстового файла).

Каждый мобильный шаблон имеет атрибут Timestep, определяющий значение шага модельного времени данного шаблона. При соединении некоторого множества шаблонов в единую модель необходимо решить задачу синхронизации их модельного времени. Данную задачу решает специальная процедура, которая на основе атрибутов Timestep вычисляет нормирующие коэффициенты, обеспечивающие приведение модельного

времени каждого шаблона к единому значению. В качестве основного шага модели, интегрирующей несколько шаблонов, используется минимальное значение атрибута Timestep из рассматриваемого множества: $t_m = \min(\{Timestep_i\})$. В результате, в интегрированной модели значения элементов шаблонов, имеющих временной шаг отличный от основного, пересчитываются только через $Timestep_i/t_m$ тактов модельного времени.

Заключение

Разработанные инструментальные средства обеспечивают создание ориентированной на конечного пользователя интегрированной среды имитационного моделирования для поддержки принятия решений в сфере управления деятельностью региональной системы профессионального образования. Необходимо отметить, что представленные программно-алгоритмические решения являются предметно-независимыми и могут быть использованы и для создания систем имитационного моделирования других предметных областей, допускающих применение технологии системно-динамических шаблонов (технологии «паттернов»).

Достоинством предлагаемого решения является гибкость и открытость прикладной системы имитационного моделирования. Созданные инструментальные средства обеспечивают конечному пользователю возможность на базе ограниченного набора мобильных шаблонов формировать различные прикладные имитационные модели для исследования некоторой предметной области. При этом у пользователя нет необходимости осваивать и использовать интегрированную среду системно-динамического моделирования. Без обращения к этой среде, средствами редактора мобильных шаблонов можно осуществить перенастройку существующего шаблонов или создание нового на основе существующих базовых системно-динамических шаблонов. Таким образом, разработанные приложения, реализующие этапы 3–6 рассматриваемой технологии, могут тиражироваться независимо от коммерческого продукта Powersim Studio.

Обращение к среде системно-динамического моделирования Powersim требуется только в том случае, когда в ходе исследований возникают задачи, для которых имитационная модель не может быть сформирована на основе уже созданного множества базовых шаблонов. Новые системно-динамические шаблоны легко интегрируются в существующую библиотеку. Расширение библиотеки не требует внесения каких либо изменений в уже существующие шаблоны или сформированные на их основе прикладные модели.

Литература

1. Емельянов С. В., Попков Ю. С., Олейник А. Г., Путилов В. А. Информационные технологии регионального управления. М.: URSS, 2004. 400 с.
2. Олейник А. Г., Лексиков А. Н., Федоров А. М. Создание компьютерной модели и инструментальной среды для анализа функционирования и потенциальных возможностей региональной системы подготовки кадров // Научное обеспечение развития техносферы Заполярья: база знаний и пакет инновационных предложений (мультимедийный информационный диск) / Отв. ред. А. Н. Виноградов. Апатиты: КНЦ РАН, 2007.
3. Лексиков А. Н., Олейник А. Г. Моделирование региональной системы профессионального образования. Вторая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2007 (10–14 сентября 2007 г., Обнинск, Россия): Труды конференции. В 2 т. Т. 1. М.: ЛКИ, 2007. С. 274–276.
4. Forrester J. W. System Dynamics and the Lessons of 35 Years. [Электронный ресурс] <http://sysdyn.clexchange.org/papers/D-4224-4.pdf>
5. Шебеко Ю. А. Имитационное моделирование и ситуационный анализ бизнес-процессов принятия управленческих решений (учебное и практическое пособие). М.: Диаграмма, 1999.
6. Sowa, John F. (2005) Building, Sharing, and Merging Ontologies (available from [Электронный ресурс] <http://www.jfsowa.com/ontology/ontoshar.htm>)
7. Сайт компании Powersim Software AS. [Электронный ресурс] <http://www.powersim.com>
8. Лексиков А. Н., Олейник А. Г. Обзор возможностей и примеры использования пакета Powersim Studio SDK/ Информационные технологии в региональном развитии. Апатиты, 2005. Вып. V. С. 46–49.

Автоматизация взаимодействия участников бизнес сети на основе технологии управления компетенциями*

А. В. Смирнов, Н. Г. Шилов, А. М. Кашевник

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

В работе описывается концептуальная модель контекстно-ориентированной системы управления знаниями для автоматизации взаимодействия участников бизнес сети. Модель основана на управлении профилями компетенций участников бизнес сети, что делает возможным использовать этих участников в качестве источников знаний.

Введение

В настоящее время бизнес сообщество проявляет большой интерес к развитию инноваций, что обуславливается следующими причинами.

Во-первых, мировое экономическое пространство изменило свою организацию и стало сетевым, когда роль основного структурообразующего звена постепенно переходит от промышленных отраслей к сетевым кластерам, построенным на межрегиональной кооперации представителей разных отраслей. В центре таких кластеров не головные компании, а виртуальные площадки, где происходит обмен знаниями и генерирование инноваций.

Во-вторых, изменился сам способ производства: индустриальная парадигма развития уступила место «экономике знаний», когда определяющим производственным фактором стало знание, фактором конкурентоспособности — непрерывность инновационного процесса, основой

* Исследование было частично выполнено в рамках проектов РФФИ № 08–07–00264, № 07–01–00334 и № 06–07–89242, проекта № 14.2.35 Президиума РАН, проекта № 1.9 программы «Фундаментальные основы информационных технологий и компьютерных систем» ОНИТ РАН.