

УДК 519.876

**И.В.ЦЕХМИСТРО**, аспирант, ХНУРЭ**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

В статті розглядаються сучасні методи та засоби імітаційного моделювання бізнес-процесів. Проводиться аналіз існуючих проблем імітаційного моделювання. На основі проведеного аналізу пропонується новий підхід який може вирішити розглянуті проблеми. Цей підхід базується на конструюванні імітаційних моделей з використанням аналізу «Вузол-Функція-Об'єкт» (ВФО-аналіз) і використанні логіки антонімів для аналізу результатів моделювання.

This article reviews modern methods and tools for simulation modeling of business processes. The analysis of existing problems of imitating modeling is carried out. As result it is proposed new approach which can resolve considered problems. This approach is based on designing of imitating models with use of the analysis "Unit-Function-Object" and on using of antonyms logic for the analysis of results of modeling.

**1 Введение**

Имитационное моделирование (ИМ) - это инструментарий для управленческих изменений. Профессионалы в области управления бизнес-процессами знают критическую важность аккуратного перехода организаций и людей от старых методов ведения бизнеса к новым, и имитационное моделирование это способ ускорить изменения. Эти возможности выходят из способности моделирования вносить ясность в причины изменений. Моделирование обеспечивает больше чем просто ответ: оно показывает, как был получен ответ; позволяет пройти путь от причины к следствию; и позволяет создать разъяснения к выводам.

В современных условиях развития предприятия все большую роль играет оперативность управления, оптимальность производственных процессов, распределения ресурсов и средств. В этой связи использование современных методов сбора, обработки, хранения, анализа и представления информации для подготовки управленческих решений является одним из важнейших рычагов развития бизнеса.

Каждая компания представляет собой сложный механизм, изменяющийся во времени. Представление сотрудников об иерархии властных полномочий часто ограничивается границами своего подразделения. Наглядность модели организационной структуры (отвечающей на вопрос: "кто и чем занимается") повышает прозрачность границ ответственности сотрудников [1].

Создание бизнес-модели предприятия в графическом, текстовом или каком-либо еще виде, позволяет выявить причинно-следственные связи предметной области (отразить организационную, функциональную или

информационную структуры предприятия). Модель бизнеса проявляет функции компании во внешнем мире. Она показывает, что является окружающей средой компании, и как компания взаимодействует с этой средой. Модель должна отображать архитектуру, т. е. статические структуры компании, а кроме того, различные потоки событий, т.е. динамическое поведение элементов архитектуры [2]. Модель бизнеса - важнейшая исходная информация при разработке информационных систем, поддерживающих бизнес-процессы компании.

При построении модели бизнеса необходимо четко понимать, для чего она создается. Иначе масса времени будет потрачена впустую.

Путем "опроса": кто занимается? на основе чего? когда? зачем? где? и т.д. можно построить концептуальную модель предприятия. В настоящее время существует множество подходов к построению бизнес-моделей (инфраструктура Захмана, модель 3D-предприятия Зиндера, архитектура здания Шеера и т.д.), некоторые из них широко поддержаны инструментальными средствами (например, здание Шеера -- программный продукт ARIS Toolset) [2].

Многие из подходов к моделированию бизнес-процессов были разработаны для моделирования информационных систем, и уже только потом стали применяться при моделировании предприятий. Поэтому при моделировании следует помнить об особенностях моделирования бизнеса (например, в подходах к описанию могут отсутствовать фиксация цели функционирования предприятия, описание организационной структуры т.д.).

Таким образом, все известные подходы к моделированию бизнеса принадлежат к одному семейству методов моделирования информационных сложных систем. Приведем наиболее известные подходы [1]:

- 1) Структурный анализ и структурное проектирование (Structured Analysis and Structured Design - SA/SD).
- 2) Методика IDEF (Integrated computer manufacturing DEFinition).
- 3) Методика SADT (Structured Analysis and Design Technique).

Все эти методики, основаны на моделировании информационных систем, которые разбиваются на составные части, каждая из которых рассматривается отдельно от других. Главный недостаток подобного метода - последовательное выполнение этапов, что приводит к большим потерям времени и не согласуется с итеративным характером разработки программной системы.

4) Объектно-ориентированный подход (ООП). Главная его особенность заключается в том, что нет строгой последовательности выполнения отдельных этапов. Эффективность методик анализа и проектирования при ОПП имеет решающее значение для судьбы проектов. Но при всех достоинствах ООП следует подчеркнуть, что он ориентирован на программистов, а не на менеджеров. Эту проблему можно решить с использованием интеграции современных технологий.

5) Интегрированные подходы к разработке моделей: интеграция инженерии знаний ООП, CASE-технологии, имитационное моделирование процессов и “активная” графика.

В настоящее время только ООП позволяет описывать как данные о сущностях, так и их поведение. Однако модели, создаваемые в соответствии с этой методологией, достаточно сложны, и мало вероятно, что менеджеры компаний смогут работать с ними так же естественно и легко, как профессионалы в области ИТ.

CASE-технологии ориентированы на разработчиков ИС и это приводит в настоящее время к тому, что их начинают объединять с другими современными технологиями, в первую очередь с объектно-ориентированными.

Майкл Хаммер и Джеймс Чампи, признанные специалисты в области реинжиниринга бизнес-процессов (Business Process Reengineering - BPR), отмечают в своей книге «Реинжиниринг корпорации», что только около 30% изученных ими проектов реорганизации предприятия завершились успешно. Одна из главных причин столь низкого уровня результативности заключается в том, что анализ, на основе которого строятся оценки эффективности, часто проводится с помощью потоковых диаграмм и электронных таблиц[3].

Хотя потоковые диаграммы и таблицы адекватно отвечают на вопрос «что», они не могут ответить на вопросы «как», «когда» и «где». Бизнес-процессы слишком сложны и динамичны. Их невозможно понять и проанализировать, используя одни лишь потоковые диаграммы и электронные таблицы.

В то же время, у организаций есть возможность закрепить за имитационным моделированием статус стандартного инструментария для поддержки проведения BPR. Имитационное моделирование является единственным методом, который обеспечивает как точный анализ, так и визуальное представление альтернативных вариантов.

Когда руководитель достигает подлинного понимания проблемы и начинает свободно управлять своей моделью, он обретает способность видеть содержание своей работы с иных точек зрения. Он захочет проверить на модели множество альтернативных вариантов, чтобы оценить открывавшиеся ему новые возможности [4]. По сути, он использует модель для повышения своего мастерства управления, позволяющие ему на новом уровне четко установить все существенные последствия вносимых в систему изменений. Вот почему он обращается к модели как к средству оценки своих новых интуитивных предположений и умозаключений.

Имитационное моделирование обеспечивает наиболее глубокое представление моделей для непрограммирующего пользователя, а также наиболее полные средства анализа таких моделей. Однако существующие недостатки имитационного моделирования: трудоемкость процесса, и сложность оценки адекватности модели, - значительно затрудняют

построение реальных имитационных моделей и требуют от пользователя специальной подготовки.

## 2 Постановка задачи

Проблемы имитационного моделирования бизнес-систем преодолеваются с помощью применения методов инженерии знаний. Благодаря им, можно непосредственно представлять в моделях плохо формализуемые знания менеджеров о бизнес-процессах, в частности рабочих процедурах. Кроме того, применение системного анализа при построении моделей значительно увеличивает степень адекватности модели реальной системе; а применение визуальных графоаналитических моделей решает проблему создания интеллектуального интерфейса конечного пользователя со сложными средствами анализа моделей. Графическое конструирование имитационных моделей – это инновация, которая значительно продвигает моделирование.

В случаях, когда для моделирования сложных объектов применение точных методов невозможно или связано с огромными затратами времени и ресурсов применяют приближенные методы моделирования, основывающиеся на нечетких (неоднозначных) логиках [1]. Они наиболее часто применяются в системах поддержки принятия решений, а также в экспертных системах для оценки параметров сложных объектов.

В такой ситуации на первый план выступает не установление аналитических связей между параметрами, а учет причинно-следственных зависимостей между отдельными параметрами и их совокупностями. Задачи, указанные выше, относятся к задачам, плохо формализуемым, поскольку являются чрезвычайно сложными, содержащими большое количество параметров. Такого рода задачи принято называть задачами с нечеткой исходной информацией. Для выявления причинно-следственных зависимостей между параметрами применяются логические методы. Очевидно, что дискретные логики, предполагающие полную определенность в информации не могут быть использованы в полной мере.

В настоящее время среди формализмов, построенных различными авторами, единственным аппаратом, отвечающим указанным требованиям, является логика противоположностей - логика антонимов, автором которой является Я.Я. Голота. На основе логики антонимов разработана методика получения комплексных оценок, для характеристики сложных систем.

Этот метод решения задач позволяет проводить диагностику исследуемого объекта, решать задачи управления. Немаловажным является тот факт, что модели создаваемые на основе логики антонимов отличаются хорошей наглядностью и отражают ход рассуждений эксперта, формализуют его знания [1].

### 3. Технологии и средства имитационного моделирования бизнес-процессов

Успех конкретного проекта по реинжинирингу во многом предопределяется используемым инструментальным средством (ИС).

За последние несколько лет был разработан целый ряд новых программных инструментов, непосредственно предназначенных для моделирования бизнес-процессов. В большинстве этих продуктов бизнес-процессы описываются с использованием графических символов или объектов. Отдельные функции процесса изображаются в виде последовательности прямоугольников и стрелок. Специальные характеристики каждого процесса или функции могут быть затем отображены как атрибуты процесса.

Многие из таких программных инструментов позволяют также проводить некоторый анализ, глубина которого зависит от степени сложности методологии, лежащей в основе программы. Современные инструментальные средства, используемые для моделирования бизнес-процессов при реинжиниринге бизнеса, можно разделить на 5 категорий [1,12]:

1) Средства создания диаграмм и инструментарии низкого уровня. (Micrografx:ABC Flowcharter; Scitor; Process Charter; Optima).

2) Средства описания потоков работ (Action Technologies: ActionWorkflow Analyzer; Viewstar:Process Architect).

3) Объектно-ориентированные инструментарии и средства быстрой разработки приложений (Ptech:Framework, Oracle:Designer2000; Popkin:SystemArchitect).

4) Средства имитационного моделирования/анимации (CASI:Modsim; System Modeling:Arena; ProModel:ProModel, ARIS).

5) Интегрированные многофункциональные средства, автоматизирующие основные этапы проведения БПР (Coopers&Lybrand: SPARKS;Meta Software:Workflow Analyzer;Protosoft Inc.:Paradigm; Interfasing Technologies:FirstStep; Texas Instruments Inc.: BDF; Gensym:ReThink+G2).

Рассмотрим наиболее популярные из них:

#### Rethink

Система ReThink построена на базе инструментального комплекса G2, таким образом, она является проблемно-ориентированным приложением комплекса G2, которое позволяет разработчикам использовать не только специализированные средства моделирования бизнес-процессов, но и универсальные средства комплекса по созданию интеллектуальных объектно-ориентированных систем управления реальным временем[2].

Объектная ориентация системы ReThink позволяет создавать понятные и наглядные модели бизнес-процессов, что существенно упрощает освоение и

использование системы непрограммирующими пользователями. Объекты, построенные в результате моделирования бизнес-процессов, являются естественной основой для проектирования информационных систем поддержки этих процессов. В этом смысле средства системы ReThink могут рассматриваться как развитие CASE -средств. ReThink поддерживает анимацию потоков работ в ходе моделирования деятельности компании. Благодаря этому менеджер имеет возможность непосредственно наблюдать функционирование моделей, что повышает степень его доверия к результатам моделирования [10,11].

ReThink позволяет формировать стоимостные и временные характеристики различных проектов для объективного их сравнения, а также проверять гипотезы “Что, если”. Особый интерес представляет создание проблемно-ориентированных баз знаний о типовых бизнес-процессах.

К недостаткам следует отнести, прежде всего то, что система Rethink построена на базе инструментального комплекса G2 и в начале каждого сеанса разработки моделей необходимо загрузить G2 (т.е. дополнительные затраты на покупку G2). Кроме того, в явном виде не отслеживается изменение модели организационной структуры предприятия, что является недостатком с точки зрения моделирования бизнеса.

## ARIS Toolset

Инструментальная среда ARIS Toolset также имеет хорошую методологическую поддержку - в виде концепции архитектуры здания Шеера. Кроме основной среды разработки ARIS Toolset имеется семейство модулей для всестороннего анализа бизнес-процессов (ARIS Simulation, ARIS ABC и т.д.), а также модули сопряжения с некоторыми CASE-системами (ERwin, Designer/2000). Для пользователя ARIS Toolset доступны базы данных моделей отдельных видов производств, таких как машиностроительное производство, производство бумаги и т.д. Богатство доступных методов моделирования (более 100) порождает проблемы выбора адекватного метода, как показывает практика, большинство методов остаются не востребованными[2,13].

Справедливости ради следует отметить, что указанные продукты в полной комплектации стоят несколько десятков тысяч долларов каждый, а обучение специалистов и последующее финансирование отдельной группы моделирования тоже обходится в копейку. Поэтому, как правило, эти продукты используются на относительно крупных предприятиях (численностью в несколько тысяч сотрудников), имеющих множество разнообразных бизнес-процессов. Малые и средние предприятия при этом обычно ограничиваются использованием инструментальных средств создания диаграмм, инструментария низкого уровня; CASE, структурного и объектно-ориентированного инструментария [2].

## РДО-имитатор

Емельянов В.В., Ясиновский С.И. в своей работе предлагают интеллектуальную среду имитационного моделирования на основе разработанного оригинального метода, названного авторами РДО-метод (РДО – ресурсы, действия, операции), основанный на системе модифицированных производственных правил. Модель системы в РДО-методе представляет собой динамическую производственную систему. Базой данных этой производственной системы является множество ресурсов, базой знаний – множество операций.

Структура производственного имитатора см. рис. 1. К ее основным элементам относятся динамическая производственная модель и аппарат событий. Система анимации позволяет визуализировать поведение системы во время моделирования.

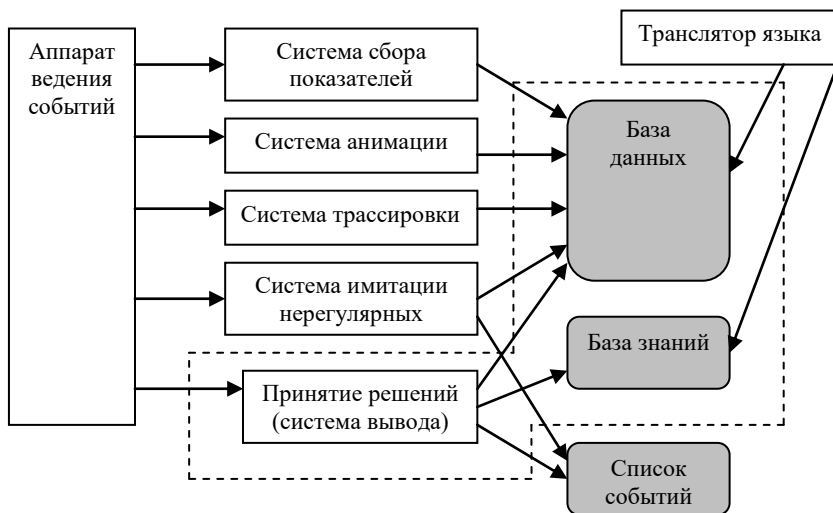


Рис. 1 Структура РДО-имитатора

РДО-имитатор может быть использован для создания имитационных моделей, систем планирования, игр и тренажеров. Традиционные производственные правила также могут быть записаны на языке РДО и использованы в процессе вывода. Это означает, что на РДО-имитаторе реализуются также экспертные системы и гибридные системы, включающие экспертные системы, имитационные модели и алгоритмы оптимизации. [5, с. 85]

РДО-имитатор является CASE-системой для моделирования поведения сложных динамических систем, частным случаем которых могут быть бизнес-процессы.

## BPSIM

К.А. Аксенов, Б.И. Клебанов предлагают систему имитационного моделирования BPSim. Разработанная система описывает бизнес-процессы с помощью «процессов преобразования ресурсов» (ППР) см. рис. 2.

Базой создания математического аппарата ППР являются широко распространенные математические схемы описания динамических процессов (расширенные сети Петри, системы массового обслуживания, модели системной динамики). Предлагается модель, основанная на аппарате динамических экспертных систем. Определены следующие основные объекты ППР: операции (Op), ресурсы (RES), средства (MECH), процессы (PR), источники (Sender) и приемники ресурсов (Receiver), перекрестки (Junction), параметры (P).

Для построения ядра системы имитационного моделирования использован аппарат продукционных систем. Определена структура продукционной системы ППР:

$PS = \langle Rps, Vps, Ips \rangle$ ,

где Rps – текущее состояние ресурсов, средств (рабочая память); Vps – множество правил преобразования (база знаний); Ips – машина вывода [6].

Утверждается, что разработанная проблемно-ориентированная система ИМ, превосходит зарубежные аналоги и позволяет адекватно моделировать экономические, производственные, технические, информационные и бизнес-процессы в рамках концепции ППР.

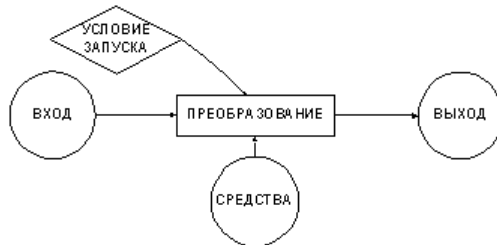


Рис. 2 Процесс преобразования ресурсов

Система имитационного моделирования ППР BPSim обеспечивает выполнение следующих функций [7,13]:

- создание динамической модели ППР;
- ИМ (в том числе анимация процессов и динамическое формирование графиков);
- анализ результатов;
- получение отчетов по моделям и результатам эксперимента;
- экспорт результатов в WORD и EXCEL.



Встроенный математический аппарат используется для описания функций условия запуска, входа, выхода, средств, обработки сообщений ППР.

Синтаксические правила задаются с помощью графико-синтаксических диаграмм (интерфейсов), ориентированных на проблемную область ППР. В качестве операндов используются множества: ресурсов, средств, заявок, сообщений, параметров.

Система BPSim в отличие от РДО-имитатора узко специализированна именно для моделирования бизнес-процессов

#### **4 Новый подход имитационному моделированию на базе концепции UFO**

Фактические возможности инструментария визуального графо-аналитического моделирования бизнеса ограничиваются потенциальными возможностями метода моделирования, положенного в основу данного инструментария.

К недостаткам визуальных проблемно-ориентированных систем имитационного моделирования, таких как iThink, ARIS, Arena, ReThink, можно отнести: сложность описания бизнес-процессов и проведения вычислительных экспериментов, слабые средства моделирования конфликтов, возникающих на общих ресурсах и средствах, отсутствие поддержки русского языка.

Профессионалы в области Business Intelligence говорят о том, что наименьший вред организации принесет инструментарий моделирования, «лишающий разработчика той части «творческих» возможностей, которые ведут к разнообразию представления организационных моделей». При этом степень соответствия этому требованию инструментария, использующего нотацию SADT (IDEF0), оценивается как крайне низкая. Последнее требование непосредственным образом связано с тем, что инструментарий моделирования должен быть средством поддержки принятия решений, а не художественного творчества[8].

В связи с тем, что любая бизнес-система представляет собой сложную динамическую систему целесообразно для ее анализа и моделирования использовать системный подход.

Системологический подход, как вид системного подхода, рассматривает систему не как множество, а как функциональный объект, функция которого обусловлена функцией объекта более высокого яруса (надсистемы). Системологический подход позволяет представить бизнес-систему как функциональный объект, связанный входными и выходными потоками с другими объектами (системами). Детализация этого положения приводит к рассмотрению бизнес-системы с трех сторон. С одной стороны, как перекрестка входных и выходных связей/потоков, т.е. как Узла. С другой

стороны, как процесса преобразования элементов, втекающих по входным потокам, в элементы, вытекающие по выходным потокам, т.е. как Функции. С третьей стороны, как материального явления, реализующего (выполняющего) функцию преобразования входа в выход, т.е. как Объекта. Интеграция этих трех аспектов позволяет представить любую бизнес-систему как элемент Узел–Функция–Объект[9] см. рис. 3.

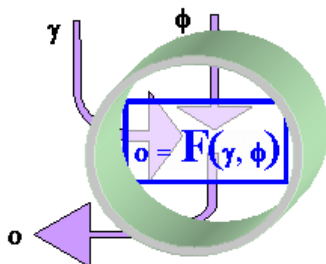


Рис.3. УФО-элемент с узлом (Y) – перекрестком потоков o, g, f; функцией (F) – процессом преобразования потоков g, f в поток o; объектом (O) – материальным образованием, физически выполняющим данный процесс.

УФО-элементы, собранные в различные конфигурации, образуют диаграммы взаимодействия, которые позволяют визуализировать функциональность УФО-элемента более высокого уровня. Таким образом, моделируемая система представляется в виде иерархии УФО-элементов, начиная с контекстной модели. Данное представление позволяет учесть различные аспекты (структурные, функциональные, объектные) этой системы в одной модели.

Метод анализа «Узел-Функция-Объект» (УФО-анализ) дает в руки аналитика формально-семантический аппарат, который резко снижает «разнообразие представления организационных моделей». С другой стороны, он позволяет создавать предметно-ориентированные модели, обеспечивая сохранение и использование знаний об элементах бизнеса, которые могут отобразить любой бизнес с необходимой степенью адекватности, точности и подробности.

УФО-анализ обеспечивает учет в одной модели и структурных, и функциональных, и объектных (субстанциальных) характеристик бизнеса (любой системы вообще). Кроме того, представленный метод впервые в практике системного анализа и объектно-ориентированного проектирования информационных систем решает проблему согласования их процедур и результатов [9].

Краткий обзор УФО-технологии показывает положительные аспекты ее применения для построения системно-объектных моделей организационных

систем: снижение трудоемкости проектирования, повышение объективности анализа и адекватности моделирования.

Задача имитации функционирования системы на ее УФО-модели приводит к необходимости исследования и создания метода функционирования и взаимодействия УФО-элементов, моделирования различных функциональных (аналитических, логических и т.д.) зависимостей, а также разработки методики анализа имитационной УФО-модели, оценки эффективности альтернативных вариантов.

## **5 Заключение**

В свете всего вышесказанного целесообразно создание имитационной системы с применением визуального графоаналитического конструирования на базе УФО-подхода, что позволит эффективно решать проблемы, возникающие при моделировании больших систем, и обеспечит точный анализ, и визуальное представление альтернативных вариантов. Такой подход должен повысить наглядность и ясность имитационных моделей для непрограммирующих пользователей.

Слабым местом существующих инструментариев имитационного моделирования является система анализа и оценки полученных результатов. Задачи моделирования сложных объектов, таких как функционирование организационных структур, являются чрезвычайно сложными, содержащими большое количество параметров. В таких случаях часто невозможно применение точных методов оценки или связано с огромными затратами времени и ресурсов. Такой показатель, как «эффективность работы предприятия» по своему характеру является комплексной величиной, зависящей от множества различных параметров, характеризующих различные составляющие деятельности предприятия. В такой ситуации на первый план выступает не установление аналитических связей между параметрами, а учет причинно-следственных зависимостей между отдельными параметрами и их совокупностями. С этой задачей наилучшим способом справляется такой аппарат как логика антонимов, это показал Голота Я.Я. в своей работе [15]. Области применения логики антонимов очень обширны, сюда входят ранжирование объектов рассмотрения (относительно эталона и без него), контроль, диагностирование, прогнозирование, оценивание возможностей в задачах управления и/или принятия решений в условиях неопределенности [14]. Задачи могут принадлежать любой отрасли человеческой деятельности. Поэтому для количественной оценки эффективности управленческой структуры предприятия, анализируемой на имитационных УФО-моделях, следует применить логику антонимов. Именно такой формализованный подход позволит преодолеть существующие трудности анализа результатов моделирования.

**Список литературы:** 1. Колосова О.В., Сурина А.В., Туккель И.Л., Фальков Д.С. Автоматизация управления современными предприятиями на базе интегрированных многофункциональных средств и нечетких логик // Междунар. конф. Информационные системы и информационные технологии. 2000. С. 11. 2. Филинов Е.Н., Бойченко А.В., Субанова О.Ю. Прежде чем ломать... Моделирование бизнес-процессов при реинжиниринге предприятий. // Сетевой. 2001. №6. С.34. 3. Tumaу Kerim, Business Process Reengineering Using Simulation // Autofact Workshop, 1993. 4. Гултыяев А.К. Имитационное моделирование в среде windows: практическое пособие. // Санкт-Петербург, 1999.- 288. 5. Емельянов В.В., Ясиновский С.И. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных систем и процессов. Язык РДО. // М.: АНВИК, 1998. 6. Аксенов К.А., Клебанов Б.И. Разработка и применение средства имитационного моделирования процессов преобразования ресурсов BPsim. // Московская междунар. конф. молодых ученых и студентов «Молодежь и наука», 2003, Д. №358. 7. Аксенов К.А., Клебанов Б.И. Принципы построения системы имитационного моделирования процессов преобразования ресурсов BPsim. // Материалы первой всероссийской научн.-практ. конф. – Санкт-Петербург, ФГУП ЦНИИ технологии судостроения, 2003. Т.1. – С.36-40. 8. Рубцов С.В. Какой CASE-инструмент нанесет наименьший вред организации? // Директор ИС. 2002, №1. 9. Маторин В.С., Маторин С.И., Полунин Р.А., Попов А.С. Знаниеориентированный CASE-инструментарий автоматизации UFO-анализа // Проблемы программирования. 2002. №1-2. С. 469-476. 10. Ойхман Е.Г., Евсеев О.В., Паронджанов. С.Д. Методологические основы проектирования информационных систем крупных организаций на базе системы развивающихся статических и динамических интеллектуальных моделей. // Материалы технической конференции "Корпоративные базы данных '97". Т. 21. 11. Попов Э.В., Шанот М.Д. Реинжиниринг бизнес-процессов и информационные технологии. // Открытые Системы №1(15)/96 С. 62-69. 12. Репин В.В., Маклаков С.В. ARIS Toolset/VPwin: выбор за аналитиком. // КомпьютерПресс №1. 2002. 13. Аксенов К.А., Клебанов Б.И., Гончаров Н.В. Применение средств имитационного моделирования в системе стратегического управления вузом // Университетское управление: практика и анализ. - 2004. № 2(31). С. 54-57. 14. Халитов Р.Р. Оценка эффективности управленческой структуры предприятия с помощью логики антонимов. // Молодежная научно-техническая. конф. наукоемкие технологии и интеллектуальные системы. 2003. Т. 31. 15. Голота Я.Я., Фальков Д.С. О количественной оценке возможности средствами логики антонимов. // Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям. 2000. С. 4: Нечеткие множества, приближенные выводы и их приложения Д. 3.

*Поступила в редколлегию 05.05.05*