

М. В. Руденко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

С целью выбора инструмента для создания эффективного средства сопровождения учебного процесса по дисциплинам, включающим разделы «информационные процессы», проводится анализ доступных программных средств. Для этого введены оригинальные шкалы, позволяющие сопоставить различные прикладные системы. Сделано аргументированное заключение о целесообразности использования для сформулированной цели системы Matlab фирмы The Mathworks Inc.

Введение

В современном динамичном мире достаточно быстро происходят качественные изменения, как вследствие появления новых идей, методов, технологий, оборудования, так и вследствие появления новых теорий, открытий. Такие изменения затрагивают жизни многих людей. Одной из самых динамичных и перспективных областей деятельности людей является информатика. Необходимо создавать условия для полноценного усвоения нового в этой области растущим поколением — школьниками и студентами.

Государство сделало в данном направлении несколько существенных шагов: в частности, разработаны и утверждены новые государственные образовательные стандарты (ГОСы), начата реализация программы компьютеризации сельских школ, формируется инфраструктура дистанционного образования, неоднократно объявлялись конкурсы на создание современных компьютерных электронных учебников и т. п. Содержание многих специальностей в 2000 году было обновлено в соответствии с прогрессивными изменениями в науке и технике.

Дополнения в стандартах в основном коснулись специальных дисциплин, больше внимания уделено освоению компьютерных технологий во всех специальностях. Но время, отведенное на освоение специальностей, овладение знаниями и умениями, осталось прежним несмотря на возросший объем материала.

Рассмотрим пример. Сравним старые и новые требования к дисциплине СД.05 «Передача данных в информационно-управляющих системах» специальности УИТС (Управление и информатика в технических системах — 210100) направления АиУ (Автоматизация и Управление — 651900). Во-первых, в новом стандарте [ГОС 651900..., 2000, с. 21] сменилось название этой дисциплины — на «Информационные сети и коммуникации». Во-вторых, объем материала по старому (от 1994 г.) образовательному стандарту [ГОС 210100..., 1995, с. 22] составляет лишь половину от объема материала по новому стандарту. Времени же в обоих случаях предусмотрено одинаковое количество — 150 часов. В такой ситуации основное внимание будет сосредоточено на глобальных, общих вопросах, а некоторые частные детали теории и практики окажутся недостаточно проработаны или вообще не освоены. Например, если ранее на усвоение работы модема отводилось достаточно времени и можно было вникнуть в детали теории, физики и техники процесса, то сейчас студенты получают знания лишь об общих, только функциональных свойствах этого устройства.

Возможны два пути выхода из подобной ситуации: уменьшение объема материала в разделах за счет более поверхностного его изложения (например, специалиста по системотехнике уже не должно интересовать, как движутся биты по физическим линиям связи) или повышение эффективности усвоения материала за счет новых средств и технологий его подачи. С точки зрения автора, необходимо найти резервы для второго подхода. По меньшей мере, надо создать возможность наиболее успевающим учащимся освоить с достаточной глубиной ту или иную дисциплину, так как знание глубинных основ процессов позволит выйти на взрывные решения в техническом прогрессе.

В качестве средства, нивелирующего последствия описанной выше ситуации, предлагается более интенсивно и эффективно использовать электронные средства сопровождения учебного процесса: электронные учебники, виртуальные лабораторные работы, дистанционно доступные лекции, а также видео- и аудиоматериалы. При этом постоянно развивающиеся информационные технологии позволяют создавать и более совершенные прикладные системы, нежели распространяемые в настоящее время. Далее этот вопрос рассматривается в контексте повышения эффективности изучения теоретических основ информационных процессов и систем. Поставлена задача провести сравнительный анализ программных продуктов, применимых в области моделирования информационных процессов, с одной стороны, и создания виртуальной реальности — с другой. При этом имеется в виду, что изучение информационных процессов требует привлечения достаточно широкого спектра математических методов, физических интерпретаций и технических приемов.

Выбор сопоставляемых средств

Выбор средств, участвующих в анализе, осуществлен исходя из следующих предпосылок.

Первое — направленность создаваемых инструментом моделей на изучение информационных процессов.

Направленность на обучение накладывает на выбираемые продукты, кроме специфических для информационных процессов требований (необходим обширный математический аппарат и специальные функции), еще и дидактические требования, которым должны отвечать создаваемые модели, программные приложения:

1. Информационные процессы должны быть строго систематизированы.
2. Модели информационных процессов должны обладать наглядностью.
3. Необходимо позаботиться о наличии ассоциативных связей между реализуемыми моделями, об уровне иерархии моделей.
4. Обучение подразумевает не только выдачу материала, но и его закрепление. Закрепление можно организовать по-разному: например, процесс моделирования можно остановить, пока не будет введен правильный параметр. Причем во время обдумывания ввода можно давать необходимые для правильного ввода сведения.

Таким образом, создаваемая модель должна познаваться в соответствии с некоторой заранее определяемой стратегией. Необходимо использовать основное преимущество электронных средств обучения: стратегию обучения можно менять в зависимости от категории обучаемого.

Модели, создаваемые в средствах моделирования, могут использоваться в исследованиях, что требует от инструмента дополнительных возможностей, в том числе дидактических. Создание моделей, ориентированных на исследование, явится следующим шагом.

Второе — делаем анализ инструмента с точки зрения пользователя. Под пользователем здесь и далее понимается человек, интенсивно взаимодействующий с системой с целью создания и изучения поведения модели в разных условиях.

Третье — пользователь, решивший построить модель, должен прекрасно представлять цель моделирования и структуру модели. Это преподаватель, формирующий конкретную среду изучения предмета или его раздела. Выполнение этого требования означает, что пользователю для построения модели останется только ознакомиться с языком и некоторыми правилами, характерными для выбранного средства моделирования.

Характеристика отобранных продуктов

Выбранные для описанного выше анализа программные продукты образуют две группы: универсальные и специализированные. К специализированным средствам относятся такие системы моделирования, как Electronics Workbench (версия 5.12) и Commsim 2001(Power Pro Edition) — оба от фирмы Interactive Image Technologies. Универсальные программные продукты представлены такими общепризнанными продуктами, как: Matlab (версия 6.1 с пакетами расширения Simulink, Communicational и Signal Processing Toolboxes), Maple (версия 7 с дополнительным пакетом Maplelets), Mathcad 2001, Mathematica (4.1 с пакетами расширения Signals and Systems, Electrical Engineering Examples), также менее распространенным, но разработанным в России: MVS — Model Vision Studium (версия 3.0.32 — создана исследовательской группой «Экспериментальные объектные технологии» при кафедре распределенных вычислений и компьютерных сетей факультета технической кибернетики Санкт-Петербургского государственного технического университета).

Кратко охарактеризуем выбранные продукты.

1. Достаточно распространенным является средство моделирования Electronics Workbench. Оно предназначено для проектирования и моделирования электрических схем и процессов, однако возможно моделирование и на уровне простейших функциональных блоков. Продукт позволяет создавать схемы любой сложности из библиотек элементов и проводить их полное тестирование при помощи стандартных инструментов. Программа удобна тем, что пользователь может снять различные характеристики в любой точке схемы, а также получить их представление в цифровой и аналоговой форме, в виде графиков. Более продвинутым среди специализированных программных продуктов является средство Commsim 2001. Этот продукт развивает идеи, реализованные в Electronics Workbench. Commsim применяется для разработки и имитации коммуникационных систем. Он позволяет моделировать как аналоговые, так и цифровые коммуникационные системы на уровне функциональных блок-диаграмм. Данный инструмент существенно сокращает время на конструирование и разработку новых систем или сетей. Достаточно сказать, что типичное приложение, выполненное в этом средстве моделирования, — ретранслятор, мобильный телефон, радиочастотный модем. В распоряжении пользователя — очень большая индустриальная библиотека, содержащая на данный момент 200 с лишним блоков. Имеются средства создания отчетов. Доступно наблюдение результатов моделирования во времени, в частотном диапазоне, на координатной плоскости (фаза, разброс и т. д.), в логарифмическом масштабе. Можно также получать энергетические спектры. Для удобства реализовано полное управление построением графиков, отчетов.

2. Пакет Matlab (MATrix LABoratory) разрабатывался как диалоговая среда для матричных вычислений

[Говорухин, Цибулин, 2001, с. 286; Потемкин, 1998, с. 5]. Операционная среда позволяет формулировать проблемы и получать решения в привычной математической форме, не прибегая к рутинному программированию. Пакет оснащен хорошей графической системой и усилен различными пакетами расширений (Toolboxes) для эффективной работы со специальными классами задач. Среди пакетов расширений можно выделить пакеты для обработки сигналов: Communicational и Signal Processing Toolboxes. Работающие вкуче эти пакеты предназначены для расчетов, связанных с моделированием телекоммуникационных систем. В первую очередь их функции ориентированы на системы цифровой связи, но имеются и функции аналоговой модуляции и демодуляции. Кроме того, к возможным областям применения описываемых пакетов относится моделирование передачи данных по телефонным сетям (модемные протоколы, VDSL, HDSL, ADSL), радиоканалам (радиотелефоны DECT, сотовые сети GSM) и разнообразным физическим средам компьютерных сетей. Особое место среди расширений занимает SIMULINK — пакет для моделирования и анализа динамических систем. SIMULINK позволяет эффективно изучать различные системы (технические, физические и др.), рассматривать нелинейные задачи с непрерывным и дискретным временем. Чтобы упростить подготовку модели, применяются функциональные блоки. После сборки схемы из готовых или созданных пользователем блок-схем можно проводить симуляцию и наблюдать отчеты в графическом и цифровом виде.

3. Система Maple воплощает современные технологии, такие как символьные вычисления, бесконечная точность чисел, подключаемость к Интернету и мощный язык для решения широкого спектра математических задач, возникающих в моделировании и имитации. Благодаря представлению формул в полиграфическом формате, великолепной двух- и трехмерной графике и анимации Maple является одновременно мощным научным графическим редактором. Maple позволяет выполнять как численные, так и аналитические расчеты в интерактивном режиме, с возможностью редактирования как текста, так и команд на рабочем листе (worksheet). Мощным инструментом стал Maplelets — уникальный дополнительный пакет для Maple, появившийся в последнее время и дающий возможность пользователям создавать и настраивать собственный графический интерфейс. Maplelets может быть использован для создания специализированных калькуляторов, интерфейсов к пакетам, написанным в среде Maple, создания запросов и сообщений. С помощью Maplelets пользователи могут оформить приложение к Maple окнами прокрутки, кнопками, текстовыми окнами, нисходящими меню и другими элементами графического пользовательского интерфейса тех пользователей, которые могут применять эти приложения, даже если никогда не видели программу Maple. Достигнутое способствует развитию многих ключевых технических областей, таких как обработка сигналов и изображений, динамическое и математическое моделирование. Рабочие документы Maple с «живыми», автоматически преобразуемыми формулами могут быть представлены в формате электронного документа HTML и в других компьютерных форматах. Все это обеспечивает уникальную технологию работы, когда все этапы исследования можно отразить в одном документе, а итоговый документ становится статьей, разделом в учебнике, отчетом [Говорухин, Цибулин, 2001, с. 22].

4. Уже более 10 лет фирма MathSoft — производитель Mathcad вносит вклад в технические новации в широком спектре рынков и индустрий, включая военную и аэрокосмическую отрасли, телекоммуникации, электронное и электрическое оборудование, гражданскую инженерию и конструирование, технические услуги и высшее и специальное образование. Mathcad является наиболее широко используемым программным обеспечением прикладной математики и поддерживает среду технических вычислений, оптимизированную по технической эффективности и новациям. Mathcad включает множество операторов, встроенных функций и алгоритмов решения разнообразных математических задач. Программа обладает повышенной точностью и быстродействием вычислений. Вывод формул в естественном виде, интерактивный режим работы, рациональная организация рабочего пространства (запросы, графики, данные отображаются на одном рабочем листе), поддержка символьной математики — все это делает систему Mathcad достойным продуктом [Каганов, 2001, с. 10].

5. Mathematica — система, основанная на технологии интерактивного документа (notebook). При использовании этой технологии все вводимые и получаемые данные, в том числе графические, отображаются в одном документе и при изменении какого-либо параметра в начале документа элементы документа, зависящие от этого параметра, тут же изменяются. Набор математических функций в этом инструменте один из самых обширных и эффективных среди рассматриваемых программ. Mathematica поддерживает различные форматы отчетов, среди которых HTML, TeX, RTF и др. Существенно расширяют возможности программы Mathematica пакеты расширений: Signals and Systems, Electrical Engineering Examples. С использованием этих расширений можно достаточно эффективно решать задачи, содержащие линейные преобразования, стандартные представления сигналов, визуализацию. Использование пакетов поможет произвести алгебраические преобразования над сигналами и системами, улучшить, разработать и внедрить новые алгоритмы. Работая с Signals and Systems, можно представить студентам интерактивные уроки, содержащие задачи и решения в рабочем документе системы Mathematica, предложить студентам вывести, объяснить и представить свои решения в этом же рабочем документе.

6. Model Vision Studium (MVS) — это компьютерная лаборатория для моделирования и исследования сложных динамических систем, интегрированная графическая оболочка для быстрого создания интерактивных визуальных моделей сложных динамических систем и проведения вычислительных экспериментов с ними.

Пакет MVS позволяет описать модель на специальном графическом языке, а затем автоматически построить программу для воспроизведения ее поведения, использующую для этого современные численные методы. Пакет предназначен для исследования гибридных, обладающих одновременно «непрерывными» и «дискретными» свойствами систем. К языку моделирования разработчики MVS предъявляют следующие требования:

- быть наглядным;
- быть выразительным;
- предоставлять присущие современным языкам программирования средства отладки;
- автоматически находить достоверные численные решения построенных моделей;
- автоматически проводить наиболее распространенные на практике типы вычислительных экспериментов.

Требование быть наглядным в основном реализуется за счет использования разнообразных графических редакторов — редактора уравнений, структуры, поведения и управляющих различными этапами моделирования и исследования — управляющего проектом, классом, вычислительным экспериментом. Выразительность обеспечивается возможностью поддерживать разнообразные математические конструкции, необходимые для описания модели, решать различные типы уравнений и использовать технологию объектно-ориентированного моделирования. Достоверное численное решение и проведение вычислительных экспериментов невозможно получить, не используя современные численные библиотеки и не создавая специальных алгоритмов, обеспечивающих анализ численных свойств задачи, выбор и настройку параметров метода решения.

Критерии сравнения

Как известно, фундаментальным свойством модели является ее упрощенность относительно оригинала [Перегудов, Тарасенко, 1989, с. 55]. Необходимо, чтобы это упрощение (без потери адекватности) сохранилось и при переносе модели в какое-либо средство компьютерного моделирования. Т. е. средство моделирования не должно быть препятствием для реализации и адекватного представления модели. Поэтому критерии сравнения прежде всего должны характеризовать эффективность в указанном смысле взаимодействия пользователя со средством моделирования.

Методы сравнения программных продуктов опираются в основном на сравнение численных значений некоторых параметров. Среди этих параметров — время выполнения операций или программ, загрузка процессора или число элементарных сложений, обращений к памяти и пр. Эти методы пригодны в случае реализации одной и той же модели в сравниваемых средствах моделирования. Только так мы можем сравнить временные характеристики и через них — эффективность реализации модели и процесса моделирования. При этом получаемые данные не будут отражать взаимодействие пользователя с системой на этапе построения модели.

В связи с этим для формирования критериев, характеризующих процесс описания, создания модели, следует уточнить количественные параметры такого процесса, с одной стороны, и ввести дополнительно качественные характеристики программных продуктов — с другой.

Рассмотрим количественные характеристики. Целесообразно различать время, затраченное на описание модели средствами компьютерного моделирования (T_1); время, затраченное непосредственно на прогонку модели и получение данных — вычислительный эксперимент (T_2), и время, необходимое на интерпретацию результатов моделирования, оформление отчетов, формулирование выводов (T_3). Время T_2 , по сути, не характеризует взаимодействие пользователя с системой, оно дает понятие об эффективности базовых алгоритмов средства моделирования (о быстродействии алгоритмов). В этой статье не ставится целью исследовать эффективность базовых алгоритмов, из которых состоят программные продукты, и для простоты можно считать, что время T_2 является постоянным для всех моделей, реализованных в разных средствах моделирования, но на одной платформе. При реализации на другой платформе время T_2 будет меняться, но, будем считать, останется одинаковым для разных средств моделирования. Под платформой здесь понимается комплекс программно-аппаратных средств (компьютер и операционная система).

Время, затрачиваемое на создание модели и отчета ($T_1 + T_3$), будет являться более показательным, так как оно значительно варьируется для разных продуктов, даже запущенных на одной платформе. Вариабельность этой характеристики связана со многими факторами, среди которых: подготовленность пользователя, понятность и возможности средства моделирования, наличие современных средств составления отчетов, эффективность работы пользователя с системой. Исходя из этого предлагается сформировать следующие основные критерии сравнения:

- 1) время описания модели в понятиях средства моделирования;
- 2) наличие достаточного количества вариантов такого описания;

3) наличие достаточного количества средств формирования отчетов.

Среди количественных критериев целесообразно ввести критерий точности воспроизведения модели в компьютере. Однако на данном этапе исследований эта задача не может быть решена ввиду своей самостоятельной значимости и большой трудоемкости. В связи с этим принимаем как аксиому, что все сравниваемые продукты по этому критерию равноценны.

Критерии сравнения, основанные на количественных оценках, упускают некоторые важные параметры. К этим параметрам относятся характеристики, отвечающие за соответствие требованиям дидактики и требованиям удобства, комфортности оболочки среды моделирования. Требования дидактики необходимо учитывать для формирования адекватного интерфейса пользователя. Удобство оболочки среды моделирования может выступать как самостоятельный, интегрированный критерий. Его компонентами можно считать прежде всего: 1) информативность меню интерфейса; 2) наличие разветвленной справочной системы; 3) реактивность (быстрота реакции, производительность) платформы.

Исходя из дидактических требований к качественным показателям следует добавить: 4) наглядность компьютерной модели; 5) степень адекватности реальному процессу экспериментирования; 6) достаточную глубину иерархии компонентов модели; 7) степень систематизации материала, требуемого для обучения, и т. п. Подмножество перечисленных показателей можно представить в виде критерия — степень удовлетворения дидактическим требованиям.

Таким образом, сформировано два подмножества качественных критериев. Одно из них касается удобства программирования, описания модели и тем самым дополняет количественные критерии, другое больше относится к созданной модели и отвечает требованиям организации процесса обучения.

Методика сравнения

Сравнение подразумевает прежде всего измерение [Перегудов, Тарасенко, 1989, с. 171]. Для проведения измерения требуется выбрать измерительную шкалу. Большая часть перечисленных выше характеристик может быть оценена только по порядковым шкалам и с помощью экспертного анализа. В качестве шкалы можно взять либо порядковый (ранговый) ее тип, либо, более сильный, интервальный тип. Характер выбранных критериев не позволяет говорить об интервальной шкале, а значит, и о других, более сильных шкалах. Это объясняется тем, что выбор интервальной шкалы предполагает нахождение в процессе измерения конкретных числовых значений и, что существенней, наличие вычислимого расстояния между классами эквивалентности. Можно измерить время описания модели секундомером, но тем самым мы введем в процесс измерения элемент субъективности, выраженный в том, что даже один человек не сможет произвести действия в одной и той же последовательности за одинаковое время. Измеряя количество вариантов описания модели, мы получаем конкретное число, однако, насколько один вариант лучше другого, также остается вопросом. Поэтому приписывание получаемых чисел к интервальной шкале будет ошибочным.

Чтобы корректно оценить время, а значит, эффективность моделирования, будем использовать ранговую шкалу. В качестве различных состояний (классов эквивалентности) возьмем состояния, косвенно дающие представление о затратах времени на описание модели.

Шкала 1:

1. Статическое моделирование с применением стандартного языка программирования.
2. Статическое моделирование с помощью оригинального языка программирования.
3. Динамическое моделирование с применением оригинального языка программирования.
4. Динамическое моделирование на основе графических блоков, созданных при помощи стандартного языка программирования.
5. Динамическое моделирование на основе графических блоков, созданных при помощи оригинального языка программирования.
6. Динамическое моделирование на основе графических блоков, созданных из стандартных блоков.
7. Динамическое моделирование на основе графических блоков стандартных, входящих в поставку.

Необходимы пояснения. Оригинальные языки — это нестандартные языки, существующие только в рассматриваемых программах. Стандартный язык — распространенный язык программирования, например C++, Pascal, Basic, Fortran. Моделирование с применением стандартного языка программирования имеет низкий ранг по сравнению с моделированием на оригинальном языке, так как, чтобы код был понятен среде моделирования, необходимо произвести достаточно нетривиальные действия (компиляция). Статическое моделирование — такое, при котором один раз рассчитываются состояния всех входов и выходов. При динамическом моделировании расчет происходит постоянно, непрерывно.

Таким образом, мы получили ранговую шкалу, которая косвенно дает понятие о количестве времени, необходимом для описания модели (T_1), а также о том, каким образом будет происходить непосредственно само моделирование. Так, средства моделирования, отвечающие условиям самого большого ранга — седьмого, создают меньше препятствий для описания модели (модели в них быстрее создать) и

осуществляют более предпочтительный вид моделирования (динамическое моделирование). Результаты измерения по шкале 1 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение программных продуктов по первой шкале

Средство моделирования	Класс эквивалентности по шкале 1						
	1	2	3	4	5	6	7
Electronics Workbench	–	–	–	–	–	+	–
Commsim 2001	–	–	–	+	–	+	+
Matlab	–	+	–	+	+	+	+
Maple	–	+	+	–	–	–	–
Mathcad 2001	+	+	–	–	–	–	–
Mathematica	+	+	+	–	–	–	–
MVS	–	–	–	+	+	–	–

Примечания. В программном продукте (наименование строки табл.) данное различимое состояние, класс эквивалентности (наименование столбца табл.): «+» — реализовано; «–» — не реализовано. Звездочка означает, что динамическое моделирование возможно с помощью программирования циклов.

Для учета времени T_3 , времени оформления отчетов результатов моделирования, необходимо ввести еще одну шкалу (шкала 2). Шкала будет номинальной, так как невозможно определить предпочтительность одного класса эквивалентности по сравнению с другим. Предлагаются следующие различимые состояния (в шкалу не введена возможность сохранения данных в формате программы, так как все программы это обеспечивают).

Шкала 2:

1. Вывод формул в естественном виде (т. е. не в строчку, а многострочно).
2. Генерация LaTeX документа.
3. Генерация документа, открываемого в Microsoft Word (не HTML).
4. Генерация статического HTML документа.
5. Организация интерфейса пользователя, помимо основного окна программы.
6. Построение самостоятельного графического windows-приложения, работающего без основной программы.

Полученная шкала, конечно же, связана со временем T_3 косвенно. При составлении отчета следует перевести полученные результаты или весь документ из формата, принятого в среде моделирования. Для этого необходимы дополнительные действия. Если среда моделирования может генерировать документы тех или иных популярных форматов, то это позволит минимизировать затраты времени на составление отчета. Результаты измерения по шкале 2 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение программных продуктов по второй шкале

Средство моделирования	Класс эквивалентности по шкале 2					
	1	2	3	4	5	6
Electronics Workbench	–	–	+(1)	–	–	–
Commsim 2001	–	–	+(2)	–	–	–
Matlab	–	–	+(3)	+	+	+
Maple	+	+	+	+	+(4)	–
Mathcad 2001	+	–	+	+	–	–
Mathematica	+	+	+	+	–	–
MVS	–	+	–	–	+	–

Примечания. В программном продукте (наименование строки табл.) класс эквивалентности (наименование столбца табл.): «+» — поддерживается стандартно; «–» — вообще не поддерживается. Если с «+» указана цифра в скобках, то класс эквивалентности поддерживается через дополнительные преобразования. При этом цифры означают экспорт в Word: 1 — посредством буфера обмена как рисунок; 2 — как рисунок; 3 — посредством технологии notebook; 4 — с помощью программы maplets.

Анализ результатов

Согласно табл. 1, наибольшим рангом обладают два продукта (Matlab, Commsim 2001). Это значит, что модель описать в них проще, процесс описания занимает меньше времени, нет необходимости знакомиться с языком программирования. Однако блоки далеко не всех информационных процессов представлены в стандартной поставке продукта. В этом случае высшим рангом можно считать 6 (динамическое моделирование на основе графических блоков, созданных из стандартных блоков), тогда опять же высшим рангом будут обладать продукты Matlab, Commsim 2001 и Electronics Workbench. По числу возможных

реализаций одной и той же модели разными средствами наиболее предпочтительным продуктом следует считать программу Matlab (возможно пять видов реализаций). Общим недостатком продуктов Maple, Mathematica, Mathcad 2001 является несколько затрудненная реализация динамического режима моделирования. Для его реализации в этих программах необходимо программировать циклы, что несколько отвлекает от основной цели моделирования. Программы, обеспечивающие динамическое моделирование, могут обеспечивать и статическое моделирование путем пошаговой обработки событий.

Что касается составления отчетов (табл. 2), то наибольшее разнообразие видов отчетов обеспечивает средство моделирования Maple. Наиболее сильной чертой программы Matlab является генерация самостоятельного графического приложения, работающего без основной программы.

Таким образом, для динамического моделирования доминирующим продуктом является Matlab. Для статического режима явного предпочтения нет и можно выбирать одно из средств: Matlab, Mathematica, Mathcad 2001, Maple.

Вывод

В статье описана постановка задачи сравнения программных инструментов, адекватных использованию в изучении вузовских дисциплин, связанных с информационными процессами. Обсуждены различные критерии качества, которые следует применять при таком сравнении. Обоснован выбор множества сравниваемых продуктов. Приведены результаты сравнения их по критерию наименьшего времени, затраченного пользователем на формализацию модели в некоторой инструментальной среде. Время оценивалось косвенно с помощью введенной ранговой шкалы. Продуктом, обеспечивающим относительно меньшее время формализации модели, признан Matlab. Эта система обеспечивает также большее разнообразие типов отчетов.

Основной итог проведенной работы — осознание как необходимости, так и сложности поставленной задачи. Ее решение во всяком случае имеет субъективный оттенок.

Для повышения объективности сравнения требуется дополнительное исследование с привлечением достаточно широкого круга экспертов. Целью такого исследования должно стать выяснение предпочтений относительно эффективности формализации, прогонки моделей и интерпретации результатов моделирования в разнообразных средах моделирования.

Данную работу можно рассматривать как задел в составлении перечня количественных и качественных характеристик, которые могут быть предложены экспертам для сравнительной оценки программных систем.

По результатам работы представляется, что «идеальное» средство моделирования должно отвечать, по крайней мере, следующим требованиям:

1. Наличие обширной библиотеки (архива) моделей-прецедентов.
2. Наличие элементарных базовых средств моделирования (математические функции, программные модули) для создания моделей оригинальных процессов.
3. Поддержка динамического моделирования с анимацией визуального представления процессов.
4. Наличие или возможность организации интерфейса пользователя с режимом on-line взаимодействия с моделью.
5. Наличие эффективных средств создания отчетов.
6. Наличие хорошо структурированной справочной системы, расширяемой пользователем для учебных целей.

Литература

1. *Говорухин В., Цибулин В.* Компьютер в математическом исследовании. Учеб. курс. СПб: Питер, 2001. 624 с.
2. *ГОС 210100.* Требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности Управление и информатика в технических системах: Дата утверждения и ввода в действие 27 апреля 1995 года.
3. *ГОС 651900.* Направление подготовки дипломированного специалиста — Автоматизация и управление: Дата утверждения и ввода в действие 10 марта 2000 года.
4. *Каганов В. И.* Радиотехника + Компьютер + Mathcad. М.: Горячая линия — Телеком, 2001. 416 с.
5. *Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.* Введение в системный анализ: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1989. 367 с.
6. *Потемкин В. Г.* Система MATLAB. Справочное пособие. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1998. 350 с.