

А. Л. Королев,

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОДДЕРЖКИ ИЗУЧЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ШКОЛЕ

Аннотация

В статье рассмотрены особенности изучения моделирования в школьном курсе информатики. Представлены основные теоретические вопросы этой темы: роль моделирования в науке, технике, образовании и практической деятельности, роль компьютерных моделей, актуальность и множественность моделей. Описаны программные комплексы для создания компьютерных моделей, которые применимы в школьном образовании, в частности в проектной деятельности учащихся.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, инструментальные программные комплексы моделирования, проектная деятельность учащихся.

DOI: 10.32517/2221-1993-2018-17-7-58-63

Контактная информация

Королев Александр Леонидович, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, г. Челябинск; адрес: 454080, г. Челябинск, пр-т Ленина, д. 69; телефон: (351) 216-63-09; e-mail: koroleval@cspu.ru

A. L. Korolev,
South Ural State University of Humanities
and Education, Chelyabinsk

COMPUTER MODELING AND SOFTWARE SYSTEMS TO SUPPORT THE STUDY OF MODELING AT SCHOOL

Abstract

In the article features of studying simulation in a school course of informatics are considered. The main theoretical issues of this theme are presented: the role of simulation in science, engineering, education and practical activities, the role of computer models, the relevance and multiplicity of models. Software complexes for creating computer models that are applicable in school education, in particular, in project activities of students, are described.

Keywords: computer simulation, instrumental program complexes for modeling, project activity of students.

Понятие «модель» всем знакомо на бытовом уровне. Поэтому при изучении темы «Моделирование» необходимо дать четкое **определение модели:**

«Под моделью мы будем понимать самостоятельный объект произвольной природы, отражающий свойства и связи моделируемого объекта (объекта-оригинала), которые считаются существенными для решения поставленной задачи» [5].

При этом отсутствие в модели несущественных элементов не менее важно, чем присутствие в ней существенных. Именно поэтому модель проще объекта моделирования и доступнее для изучения.

Выделим главные моменты в определении:

- модель — это тоже объект;
- модель может быть как материальной, так и информационной или мысленной;
- модель замещает моделируемый объект, используется вместо него;
- модель отражает только некоторые черты моделируемого объекта, важные для данного исследования.

Модель всегда связана с изучаемым объектом и решаемой задачей (рис. 1).

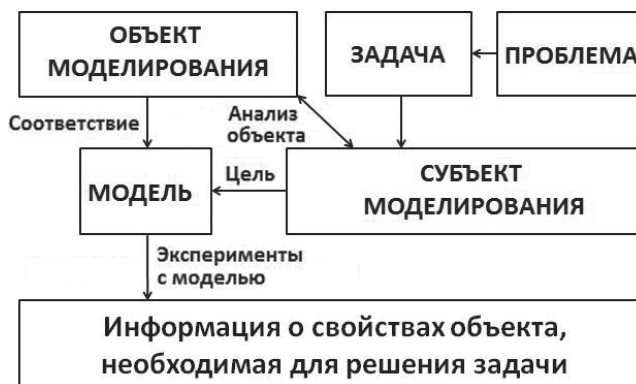


Рис. 1. Построение модели

В одном из многочисленных опубликованных тестовых материалов есть вопрос: «Какой программный комплекс выбрать для построения модели рациона?» В качестве вариантов ответа следовало перечисление компьютерных офисных программ. Так как цель моделирования не указана, то нужно считать вопрос некорректно поставленным. Для достижения разных целей, решения разных задач могут потребоваться различные программы.

Процесс построения модели включает следующие этапы (см. рис. 1):

- 1) выявление проблемы;
- 2) постановка задачи (или нескольких задач) для решения проблемы;
- 3) системный анализ объекта моделирования;
- 4) выбор метода моделирования;
- 5) построение модели;
- 6) эксперименты с моделью;
- 7) перенос результатов моделирования на реальный объект.

Модель как самостоятельный объект может иметь свойства, которыми объект моделирования совсем не обладает. Например, такие эффекты могут иметь место при численной реализации математических моделей. Для корректного переноса результатов моделирования на реальный объект создана целая теория — теория подобия [1]. Например, еще в начале

XX века на основе этой теории получена достоверная информация о прочности ферм железнодорожных мостов Транссибирской магистрали на основе испытаний их моделей. По сей день сопротивление движению морских судов исследуется в бассейне на моделях.

Для повышения мотивации учащихся важным моментом при изучении темы «Моделирование» является рассмотрение ее актуальности.

С нашей точки зрения, **моделирование особо актуально в следующих случаях:**

- объект либо еще, либо уже не существует, однако необходимо изучить его свойства;
- масштаб времени реальных процессов или геометрические размеры объекта несоизмеримы с возможностями нашего восприятия;
- реальный объект недоступен для прямого изучения;
- эксперименты с реальным объектом дороги или слишком опасны.

Таким образом, во многих случаях моделирование — это единственно возможный путь изучения объектов и процессов.

Каждому объекту может соответствовать множество моделей, связанных с разными задачами или с разными группами свойств объекта. Кроме того, для одного и того же объекта для отображения одних и тех же свойств можно построить множество моделей разными способами в зависимости от целей моделирования и доступных средств. В зависимости от решаемой задачи для одного и того же объекта одним и тем же способом для отображения одних и тех же свойств можно построить множество моделей с разной степенью детализации описания объекта.

Типичный вопрос при изучении темы «Моделирование» — **классификация моделей**. Классификаций существует достаточно много. Мы предлагаем простую схему, которая опирается на определение модели.

Можно различать модели по следующим признакам:

- принадлежность к конкретному объекту моделирования;
- отражение определенной группы свойств;
- способ создания самой модели;
- принадлежность к определенному классу задач.

В наименовании модели содержатся именно эти признаки. Например: математическая модель, структурная модель, экономико-математическая модель, геометрическая модель, графическая модель и т. п. В этом отношении термин «информационная модель» может трактоваться как модель, которая отражает протекание информационных процессов (прием-передача, сохранение и обработка информации) [6], или как модель, построенная информационными средствами [2].

Основные функции моделей в современной науке и практической деятельности связаны с изучением свойств объектов и процессов, управлением, проектированием, прогнозированием, имитацией. Особую роль играют концептуальные модели, которые являются первичной системой моделей, представляющих интерес для данной науки. Например, «материальная точка», «идеальный газ», «абсолютно черное тело» и т. д. В свою очередь, научные законы формулируются как описание связей и взаимодействий между концептуальными моделями. Примером могут служить законы Ньютона, законы термодинамики и т. п. Таким образом, научные законы также являются в некотором смысле моделями.

На основе соответствующих законов строятся модели целых классов явлений — научные теории. Например, квантовая теория, гидроаэродинамика, термодинамика и т. п.

Особое место принадлежит **математическим моделям**, которые позволяют использовать научные знания для решения конкретных практических задач и проводить сравнение выводов теории с результатами наблюдений или экспериментов. Таким образом, теоретические выводы имеют практически значимый характер, если они выражены в виде количественных математических соотношений, которые позволяют получить численный результат.

Проектирование и эксплуатация современных сложных технических систем требуют «поддержки» со стороны моделирования. Современное проектирование подразумевает применение математических и имитационных моделей, методов оптимизации, систем автоматизированного проектирования (САПР), которые включают в себя 3D-моделирование [8]. Все это позволяет создать проект технической системы в кратчайшие сроки и с высоким качеством. Однако полностью исключить испытания и натурные эксперименты не удастся в силу сложности современных технических систем и протекающих в них процессов. Например, профессия летчика-испытателя в обозримом будущем останется крайне необходимой.

В ходе эксплуатации технических объектов возможны неисправности. Для обеспечения высокой надежности важно распознать приближение аварийной ситуации. Такая задача решается методами диагностики состояния объекта. Для подобных задач необходимо на основе моделирования аварийных ситуаций получить картину развития аварии. В случае распознавания предаварийного состояния технический объект может быть своевременно выведен из эксплуатации.

Рассмотренные выше примеры применения моделей показывают громадную роль моделирования в современной науке и технике. Пройденный путь, который начат с применения макетов и материальных моделей, на сегодня продолжен сложнейшими математическими и имитационными моделями.

Компьютерное моделирование состоит в построении модели, которая в итоге представляет собой некоторый программный комплекс. Компьютерное моделирование привело к существенному увеличению возможностей математического моделирования, численных методов и сокращению времени решения сложных задач, что позволило проводить анализ влияния множества факторов, определять оптимальные параметры. Появились новые направления как в самом моделировании (имитационное моделирование, моделирование знаний, компьютерный эксперимент), так и в различных прикладных науках (вычислительная физика, автоматизированное проектирование и т. д.). Результаты моделирования стало возможно представлять в форме виртуальной реальности. Сам компьютер стал инструментом автоматизированного создания моделей.

Препятствием для широкого использования моделирования в образовательных целях была необходимость создания компьютерных моделей средствами программирования, как, например, делается в работе [7]. Требуется также определенный багаж знаний в области численных методов. В этом случае собственно моделирование отодвигается на второй план.

Решением проблемы является **применение инструментальных программных комплексов визуального моделирования**. Такие программные комплексы предоставляют возможность быстрой разработки компьютерных моделей и проведения модельного эксперимента. Причем программирования (написания кода) при разработке моделей не требуется. Основой изучения процессов и явлений становится компьютерный эксперимент. Это актуально и для информатики, и для дисциплин естественно-научного и технологического циклов, причем от исследователя (учащегося) требуется минимальная подготовка в области информационных технологий, а численные методы выбираются самой системой моделирования. Таким образом, на уроках информатики можно реализовать межпредметные связи с другими дисциплинами.

Какие возможности применения комплексов визуального моделирования существуют в настоящее время?

Идея программного комплекса моделирования **Simulink**, который входит в состав математического пакета MATLAB [11], состоит в том, что модель визуально конструируется из стандартных библиотечных блоков. Так создается функциональная блок-схема объекта, устанавливаются (рисуются) связи между блоками и задаются параметры элементов системы. Комплекс моделирования Simulink реализует *технологии модельно-ориентированного проектирования*. Возможность применения данного пакета в старших классах средней школы (даже на профильном уровне) не просматривается, так как он рассчитан на серьезную проектную деятельность и высокий уровень инженерного образования.

Современный программный комплекс «**КОМПАС**» [8] позволяет построить трехмерные твердотельные модели объектов и проводить расчеты их массовых характеристик, полей напряжений или температурных полей под действием заданных пользователем внешних воздействий. При этом пользователь строит только трехмерную модель объекта и определяет внешние воздействия. Построенная 3D-модель далее может быть воссоздана на 3D-принтере.

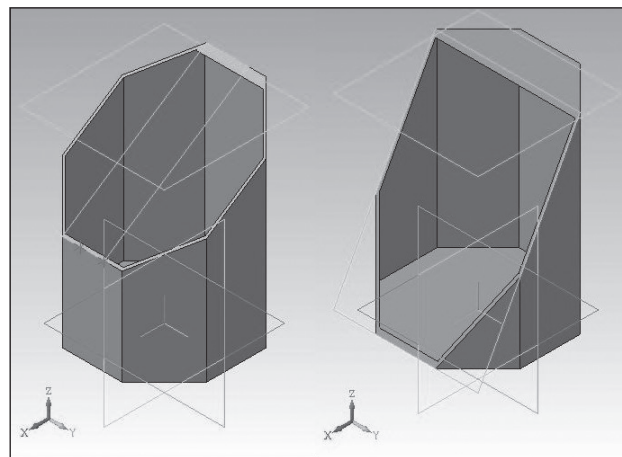


Рис. 2. Сечения призмы плоскостью

Сегодня стоит задача эффективного применения информационно-коммуникационных технологий в педагогической практике. Как применить эту программу в учебном процессе?

Используя учебную версию пакета — «КОМПАС_3D_LT 12», учитель *математики* может создать наглядные трехмерные модели-иллюстрации для курса геометрии и демонстрировать их на уроках. Тогда задачи, требующие трехмерных построений, получают эффективную и наглядную поддержку. Рассмотрение, например, конуса, призмы или пирамиды с разных сторон, различных сечений подобных тел позволяет достаточно легко найти решение задачи (рис. 2). Проведенные уроки информатики с использованием данного пакета при решении задач стереометрии подтвердили это предположение.

Учитель *технологии* имеет возможность создать электронные чертежи и наглядные трехмерные модели-пособия для изучения различных устройств (рис. 3). При этом можно отразить последовательность выполнения определенной детали (рис. 4–7). Кроме того, знакомство учащихся с пакетом «КОМПАС» (элемент САПР) актуально в классах технологического (инженерного) профиля.

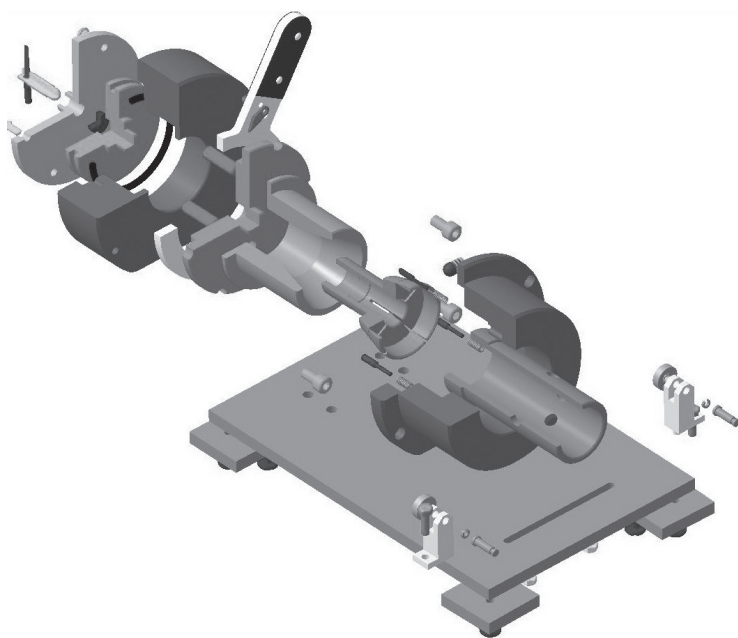


Рис. 3. Пример сборки

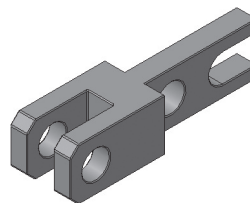


Рис. 4. Готовая деталь

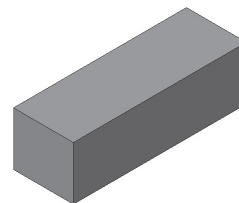


Рис. 5. Заготовка

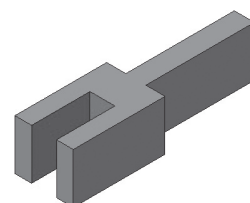


Рис. 6. Промежуточная операция — фрезерование паза

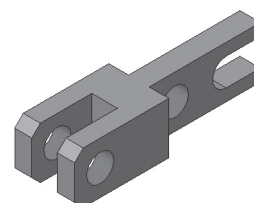


Рис. 7. Операция сверления отверстий

Одной из современных универсальных систем моделирования является система **MVS (Model Vision Studium)** или новая версия этой системы **RMD (Rand Model Designer)** [12]. MVS (RMD) — это интегрированная система для быстрого создания интерактивных визуальных моделей сложных динамических систем и проведения с ними вычислительных экспериментов. Ее главные возможности: моделирование дискретно-непрерывных систем; обеспечение численного решения; обеспечение визуализации результатов моделирования без какого-либо программирования.

В общем случае MVS (RMD)-модель системы строится в виде блок-схемы (рис. 8).

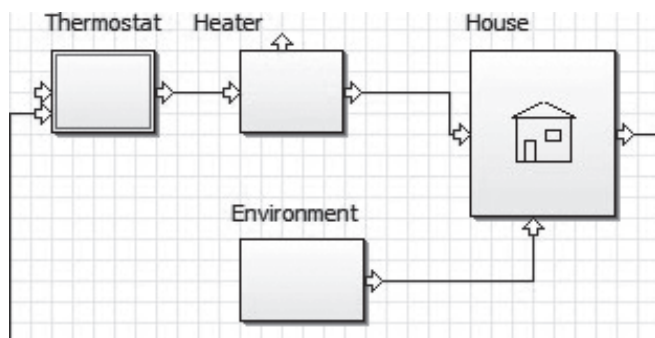


Рис. 8. RMD-модель системы термостатирования, построенная в виде блок-схемы

Любая модель, создаваемая в MVS (RMD), представляет собой «проект», содержащий стандартные компоненты. Система имеет наглядное представление поведения — карту поведения объекта, позволяющую описать логику его поведения (рис. 9).

Освоение пакета MVS (RMD) требует от учителя минимальной начальной подготовки в области информационных технологий и вполне доступно учащимся старших классов, что проверено на практике. В среде данного программного комплекса учитель имеет возможность разработать виртуальные лабораторные стенды

и использовать их в учебном процессе. Пример подобного стенда представлен на рисунке 10. Таким образом, учителя информатики, физики и других предметов могут создать великолепные наглядные модели изучаемых процессов и демонстрировать их на занятиях.

В 1999 году фирмой XJ Technologies (Санкт-Петербург) [10] разработана **система имитационного моделирования AnyLogic**, получившая признание по всему миру. В учебнике [3] построение моделей опирается на этот пакет (его школьную версию), который предоставляет возможность создавать дискретно-событийные модели, агентные модели, модели системной динамики, модели систем массового обслуживания.

Имитационное моделирование позволяет:

- изучать поведение системы, не имея детальных математических зависимостей для закономерностей протекающих процессов;
- проследить поведение системы в динамике;
- исследовать поведение систем, в которых наблюдается действие случайных факторов.

Типичные задачи, решаемые в системе AnyLogic:

- планирование и оптимизация перевозок;
- моделирование социальных и демографических процессов;
- моделирование рынка и поведения потребителей;
- моделирование дорожного движения и движения пассажиров (рис. 11) и т. д.

Учебник информатики для X класса И. А. Калинина, Н. Н. Самылкиной [3] предназначен для углубленного изучения информатики в естественно-научном, технологическом и социально-экономическом профилях. Изучение моделирования с использованием этого учебника и программного комплекса AnyLogic несомненно даст учащимся современный уровень знаний. Собственно, для изучения темы «Имитационное моделирование» пакет AnyLogic (школьная версия), по нашему мнению, является оптимальным средством.

Следует отметить, что выше нами рассмотрены только инструментальные системы моделирования

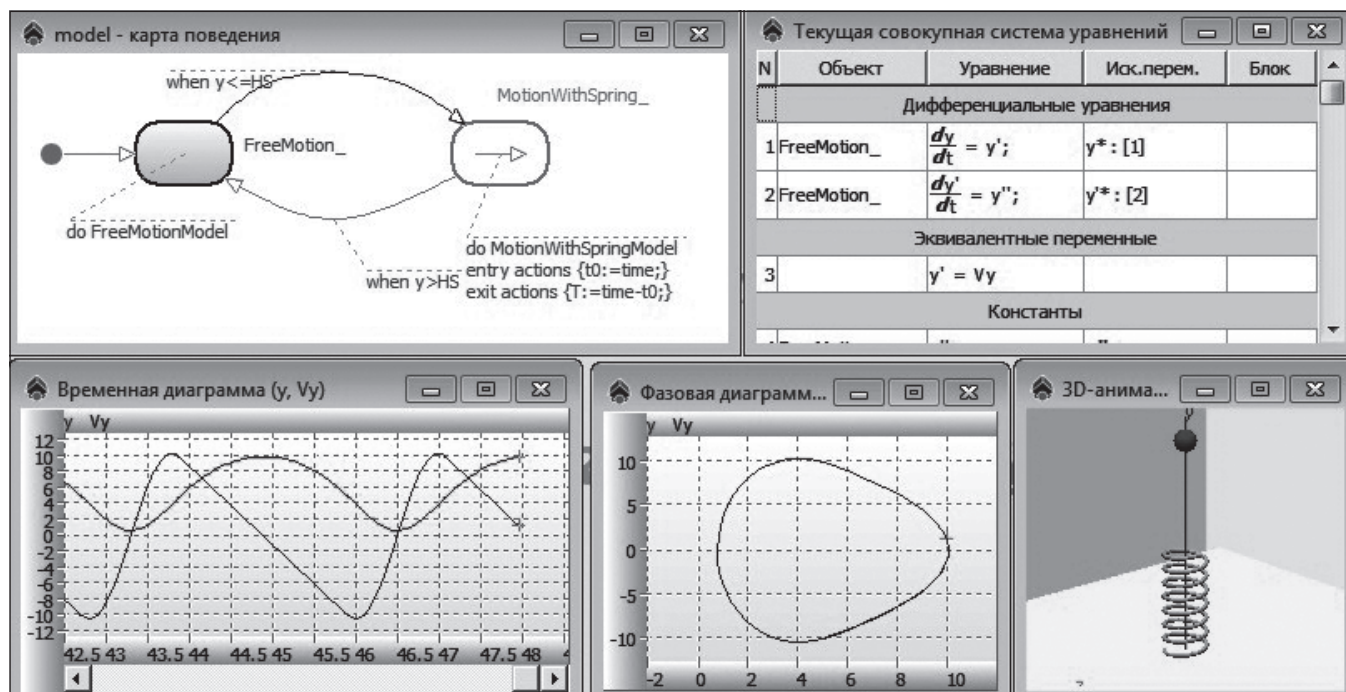


Рис. 9. Карта поведения RMD-модели, система уравнений и отображение результатов моделирования в виде диаграмм и 3D-анимации

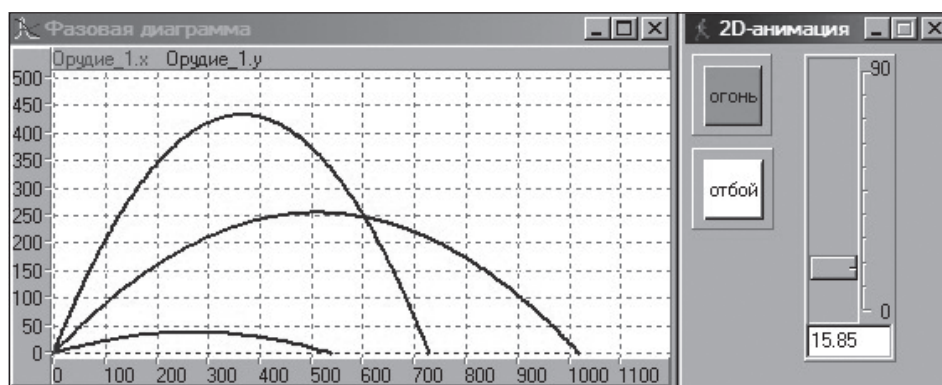


Рис. 10. Виртуальный лабораторный стенд «Орудие» с элементами управления

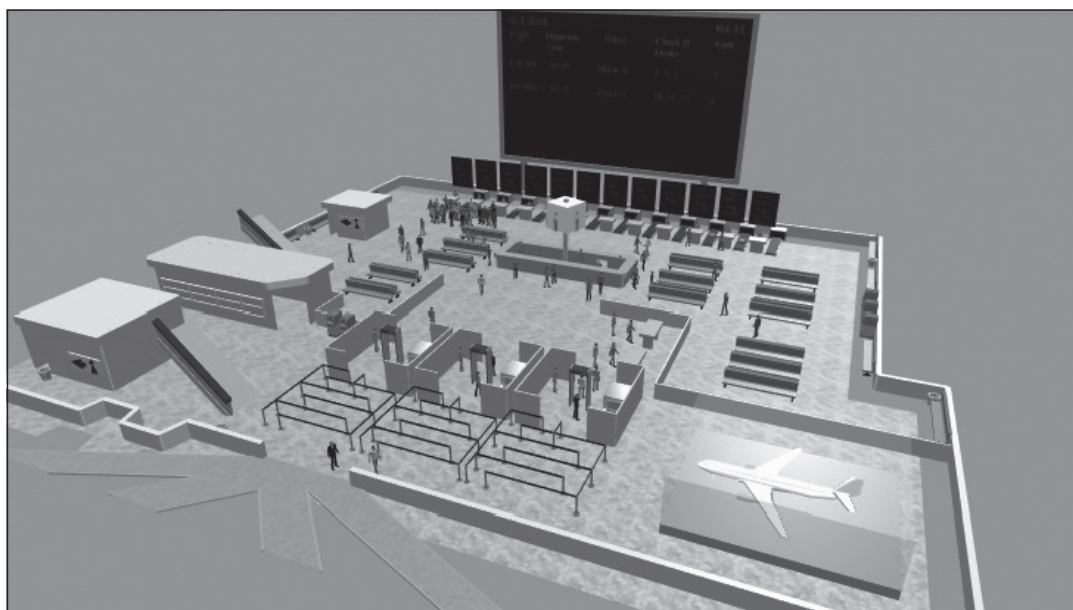


Рис. 11. AnyLogic-модель движения пассажиров в аэропорте Кольцово (Екатеринбург) [10]

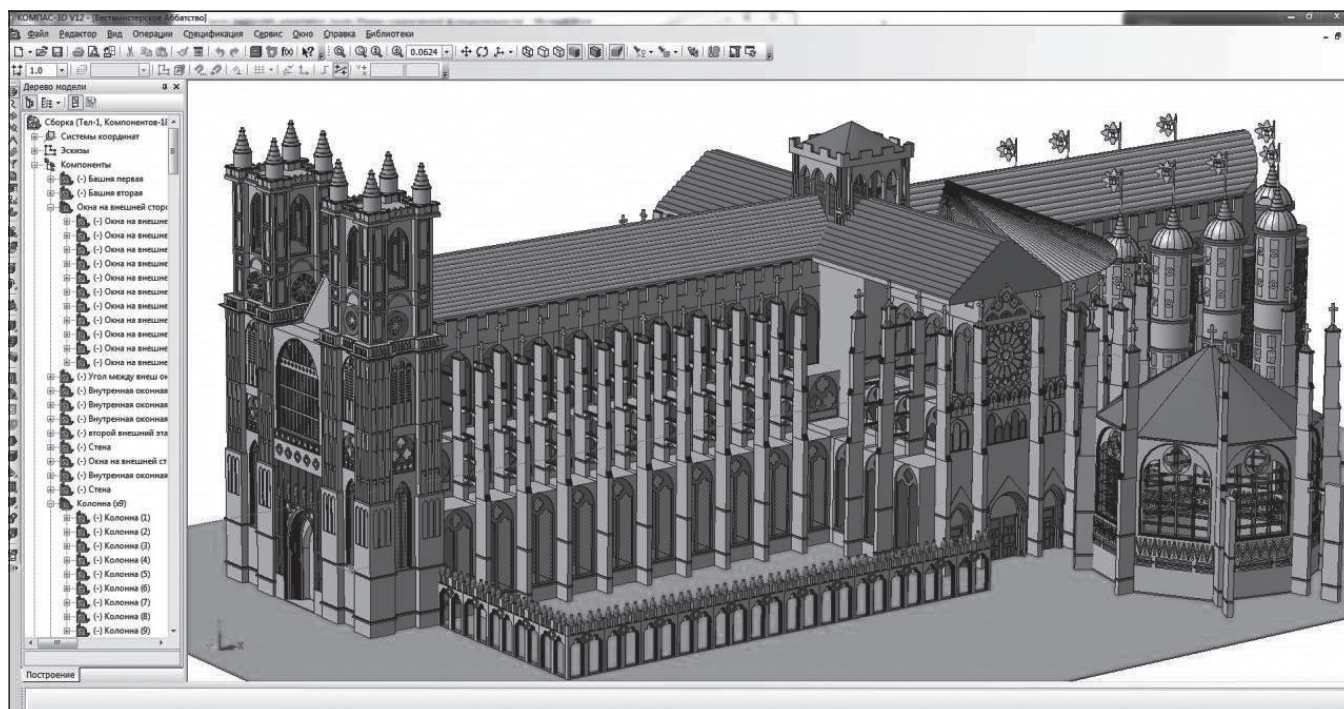


Рис. 12. Собор Парижской богородицы.

Проект выполнен школьником в среде «КОМПАС» и представлен на конкурс «Асы 3D-моделирования» [8]

общего назначения. Кроме них существует множество специализированных учебных пакетов моделирования, которые применяются для решения задач конкретной учебной дисциплины. Примером могут служить пакеты для проведения компьютерных экспериментов при изучении физики: «Живая физика» (Interactive Physics, Knowledge Revolution, США) [9], «Физический конструктор» (фирма «1С») [4], «Интерактивная физика» (Институт инновационных технологий) [13]. Сюда же добавим пакеты «Интерактивная химия», «Интерактивная информатика» [13] и множество аналогичных продуктов по другим предметам тех же разработчиков.

Все программные комплексы моделирования («КОМПАС», MVS (RMD), AnyLogic — школьная версия) могут использоваться учащимися как дома, так и в школе при различных формах проведения занятий. Они не требуют особых параметров компьютеров, созданы под операционную систему Windows, однако, позволяют на современном уровне освоить школьные курсы за счет внедрения элементов эксперимента и исследования в учебный процесс. Естественно, залогом успешного применения программных комплексов моделирования является изучение предметной области, т. е. учебной дисциплины.

Представленные программные комплексы демонстрируют эффективное использование современных технологий для моделирования и визуализации объектов и процессов, следовательно, повышают мотивацию учащихся на занятиях.

Эти программные комплексы моделирования являются прекрасной основой для организации разработки учебных проектов и решения творческих задач (рис. 12).

Список использованных источников

1. Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирование. М.: Высшая школа, 1984.
2. Информатика. Задачник-практикум. В 2 т. / под ред. И. Г. Семакина, Е. К. Хеннера. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
3. Калинин И. А., Самылкина Н. Н. Информатика. Углубленный уровень: учебник для 10 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
4. Каталог продуктов. Образовательные программы 1С // Компьютерные программы для образования фирмы 1С. <http://obr.1c.ru/educational/>
5. Королев А. Л. Компьютерное моделирование. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
6. Математический энциклопедический словарь / под ред. Ю. В. Прохорова. М.: Сов. энциклопедия, 1988.
7. Никитин А. В., Слободянюк А. И., Шишаков М. Л. Компьютерное моделирование физических процессов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
8. Образовательный сайт компании ASCON. <http://edu.ascon.ru/main/news/>
9. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» // Издательский дом «Первое сентября». <http://открытыйурок.рф/>
10. AnyLogic: имитационное моделирование для бизнеса: сайт компании AnyLogic. <https://www.anylogic.ru>
11. MathWorks — Makers of MATLAB and Simulink: сайт компании MathWorks. <http://www.mathworks.com>
12. Rand Model Designer — имитационное моделирование сложных динамических систем: сайт компании MvStadium Group. <http://www.mvstadium.com>
13. Stratum: Инновационные разработки в сфере образования и промышленности: сайт ООО «Институт инновационных технологий». <http://stratum.ac.ru>

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Уважаемые коллеги!

Статьи для публикации в журналах «Информатика и образование» и «Информатика в школе» должны отправляться в редакцию **только через электронную форму на сайте ИНФО (раздел «Авторам → Отправка статьи»):**

<http://infojournal.ru/authors/send-article/>

Обращаем ваше внимание, что для отправки статьи необходимо предварительно зарегистрироваться на сайте ИНФО (или авторизоваться — для зарегистрированных пользователей).

С требованиями к оформлению представляемых для публикации материалов можно ознакомиться на сайте ИНФО в разделе **«Авторам»:**

<http://infojournal.ru/authors/>

Дополнительную информацию можно получить в разделе **«Авторам → Часто задаваемые вопросы»:**

<http://infojournal.ru/authors/faq/>

а также в редакции ИНФО:

e-mail: readinfo@infojournal.ru

телефон: (495) 140-19-86