

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ИССЛЕДОВАНИИ: РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Маркович О.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», Волгоград, Россия (400066, Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, 27), e-mail: omarkovich@yandex.ru

---

В статье рассматриваются вопросы организации учебных исследований с применением методов компьютерного моделирования. Анализируются общие характеристики учебного исследования как метода обучения, адекватного в целом информатизации образования. Описываются особенности компьютерного моделирования как метода научного исследования. Конструируется обобщенная структура учебного исследования с применением методов компьютерного моделирования, основанная на этапах учебного исследования и общей схеме построения модели. Конкретизируются особенности постановки цели, формулирования гипотезы, разработки системы задач, проведения эксперимента. Общая логика учебного исследования с применением методов компьютерного моделирования раскрывается в виде этапов формирования теоретических представлений об объекте исследования и определения существенных свойств, определения списка параметров для формального описания модели, выбора инструментального средства компьютерного моделирования, построения модели и проведения эксперимента. В заключение статьи приводятся примеры постановки учебных исследований, реализуемых с применением методов компьютерного моделирования.

---

Ключевые слова: модель, компьютерное моделирование, учебное исследование, учебный проект

## **COMPUTER MODELING IN EDUCATIONAL RESEARCH: DEVELOPMENT OF NEW METHODS OF TRAINING WITH USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**Markovich O.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Volgograd State Social and Pedagogical University, Volgograd, Russia (400066, Volgograd, Lenin Avenue, 27), e-mail: omarkovich@yandex.ru

---

The article considers the issues of educational research using methods of computer modelling. There are analyzed the general characteristics of educational research as a method of teaching an adequate overall education informatization. There are described the features of computer modeling as a research method. There is constructed a generalized structure of educational research using methods of computer modeling based on the stages of educational research and the general scheme of constructing the model. There are specified features of setting goals, formulating hypotheses, development of the system of tasks, conducting experiment. The general logic of educational research using methods of computer modeling disclosed in the form of stages the formation of theoretical representation about the object of study and definition of significant properties, definition the list of parameters for the formal description of the model, selection tool of computer modeling, build the model and conducting experiment. In conclusion, the article provides examples of educational research implemented with the use methods of computer modelling.

---

Keywords: model, computer modeling, educational research, educational project

Информационные технологии широко применяются в учебном процессе. В 1985 г. в структуру школьного и вузовского образования был включен учебный курс информатики, в рамках которого большое внимание уделялось формированию алгоритмического мышления и программированию для ЭВМ. Одновременно с этим велась разработка и программных средств образовательного назначения по целому спектру учебных дисциплин. Компьютер и обучающие программы рассматривались как новое средство обучения, обеспечивающее формирование знаний и умений обучающихся с учетом возможностей индивидуализации и дифференциации, осуществление контроля, отработку устойчивых навыков выполнения

определенных операций [4]. В дальнейшем представления о возможностях и путях использования в образовании информационных технологий расширились и несколько изменились. Компьютер стал пониматься как элемент более широкой, целостной дидактической компьютерной среды [2, 6], а ведущей идеей информатизации образования стало понимание того, что новые информационные технологии должны обеспечивать прежде всего разработку и реализацию новых *педагогических* технологий, адекватных запросам сегодняшнего дня [5].

Таким образом, в настоящее время мы можем говорить, что достижение целей информатизации образования невозможно лишь посредством использования средств информатизации, применения компьютера как средства работы с информацией в ранее сложившихся моделях обучения. Вместе с появлением технических средств должны меняться и методы обучения, адекватные социальному запросу на изменение образования. Во многом эти методы связаны с технологиями проектного обучения, предполагающими активную позицию ученика.

Как указывается в трудах Е.С. Полат, проектная деятельность обучающихся представляет собой совместную учебно-познавательную, творческую или игровую деятельность, имеет общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направлена на достижение общего результата деятельности. Непременным условием проектной деятельности является наличие заранее выработанных представлений о конечном продукте деятельности, этапов проектирования и реализации [3]. Е.С. Полат отмечает, что проект всегда начинается с постановки значимой в исследовательском, творческом плане проблемы (задачи), требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для ее решения [5].

Учебный проект, таким образом, становится методом организации учебного исследования, мотивационной основой для его проведения. Исследование естественным образом становится составной частью учебного проекта, так как для достижения целей проекта требует получения новых знаний, что понятно и очевидно для обучающихся [8].

Анализируя особенности исследовательской деятельности учащихся, А.В. Леонтович указывает на то, что целью учебного исследования является приобретение учащимся функционального навыка исследовательской деятельности как универсального способа освоения действительности, развитие способности к исследовательскому типу мышления, активизации личностной позиции учащегося в образовательном процессе на основе приобретения субъективно новых знаний. При этом эффективная организация и реализация учебного исследования напрямую зависит от проектирования исследования. Учебное исследование предполагает наличие основных этапов, характерных для исследования в

научной сфере: 1) постановка проблемы; 2) изучение теории, связанной с выбранной темой; 3) выдвижение гипотез; 4) подбор методик исследования и практическое овладение ими; 5) сбор собственного материала, его анализ и обобщение; 6) формулирование выводов [3].

Принимая описанные А.В. Леонтовичем этапы проведения исследований, мы считаем необходимым обратить внимание на то, что все современные исследования (как в учебном процессе, так и в «большой» науке) реализуются с применением информационных технологий. Как минимум это относится к этапам изучения информационных источников, сбора, хранения и обработки собственных данных, оформления результатов исследования. При этом есть основания утверждать, что в наибольшей степени возможности информационных технологий реализуются в ситуациях, когда исследовательская деятельность предполагает использование методов, основанных на моделировании изучаемых предметов и явлений в компьютерной среде.

В чем особенность исследовательской работы, проводимой с применением методов компьютерного моделирования? Моделирование как построение и изучение моделей реально существующих предметов и явлений является важнейшим методом исследования. Главная особенность таких исследований заключается в том, что моделирование – метод опосредованного познания, при котором изучаемый объект-оригинал находится в некотором соответствии с другим объектом-моделью, причем модель способна в том или ином отношении замещать оригинал на некоторых стадиях познавательного процесса. Процесс моделирования предполагает наличие: 1) объекта исследования; 2) исследователя, перед которым поставлена конкретная задача; 3) модели, создаваемой для получения информации об объекте и необходимой для решения поставленной задачи [9].

А. Л. Королёв в общей схеме построения модели выделяет следующие основные этапы.

1. На основе существующей проблемы формулируется задача исследования, включающая в себя описание объекта моделирования.

2. Выполняется анализ объекта моделирования: устанавливается, из каких элементов состоит объект, как они взаимодействуют между собой. Устанавливаются свойства объекта, актуальные для решения поставленной задачи. Выявляются факторы, определяющие эти свойства.

3. Выполняется собственно создание модели, при этом производится выбор вида модели и способа ее построения.

4. Решается вопрос об интерпретации результатов моделирования (если это необходимо), т.е. о том, как результаты эксперимента с моделью будут перенесены на реальный объект.

5. Проводятся эксперименты с моделью, осуществляется проверка ее адекватности (степени соответствия по моделируемым свойствам между моделью и объектом).

6. Выполняется корректировка или переработка модели (в случае ее недостаточной адекватности).

7. Модель применяется для решения поставленной задачи [1].

С появлением компьютерной техники моделирование получило новый и очень мощный ресурс своей реализации, так как традиционные аналитические способы построения моделей дополнились возможностями проведения компьютерных вычислений. При этом вычисления производятся автоматически, в соответствии с заданным алгоритмом и не требуют вмешательства человека.

А.А. Самарским было предложено разбить процесс компьютерного моделирования на три этапа: «модель – алгоритм – программа». Данная методология получила развитие в виде технологии вычислительного эксперимента для проведения теоретических исследований. Основой вычислительного эксперимента является математическое моделирование и использование компьютерных технологий [7].

Развитие идей А.А. Самарского видится и в аспекте применения программных средств для подготовки моделей – алгоритмы могут разрабатываться не только в виде компьютерных программ для известных систем программирования, но и пошаговых указаний для различных математических пакетов, а также специализированных средств компьютерного моделирования. Применение специальных пакетов компьютерного моделирования позволяет быстро строить модели, проводить с ними эксперименты, анализировать и визуализировать результаты моделирования. Реализация моделей не требует применения какой-либо системы программирования, что позволяет значительно снизить трудоемкость разработки моделей и временных затрат на разработку.

Проведение учебного исследования с использованием методов компьютерного моделирования предполагает, таким образом, построение и исследование модели изучаемого объекта. Опираясь на общую структуру учебного исследования, описанную А.В. Леонтович, а также на схему построения модели, предложенную А.Л. Королёвым, мы можем описать обобщенную структуру учебного исследования, реализуемого с применением методов компьютерного моделирования.

Реализация учебного исследования с применением методов компьютерного моделирования начинается с определения проблемы (темы) исследования. На основе анализа проблемы проводится описание объекта исследования, формулируются цель, гипотеза и задачи.

Цель учебного исследования, проводимого с применением методов компьютерного моделирования, может определяться как изучение объекта исследования в аспекте его понимания (понять, как устроен конкретный объект или процесс, каковы его структура, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром), управления (научиться управлять объектом или процессом, определить наилучшие способы управления при заданных целях и критериях) или прогнозирования (предсказать прямые и косвенные последствия воздействия на объект или процесс заданными способами).

Гипотеза формулируется как предположение об объекте исследования, проверка которого может быть проведена в ходе эксперимента с компьютерной моделью.

Задачи учебного исследования с применением методов компьютерного моделирования будут включать в себя:

1) формирование теоретических представлений об объекте исследования (структуре и свойствах объекта), определение существенных свойств для изучения объекта согласно целям моделирования;

2) определение списка параметров, позволяющих описать модель на формальном языке математики (список величин, от которых зависят поведение или структура моделируемого объекта и параметры, которые необходимо получить в результате моделирования согласно поставленным целям);

3) выбор инструментального средства компьютерного моделирования (системы программирования, табличных процессоров, пакетов компьютерной математики, специальных пакетов для моделирования процессов различного типа) согласно методу решения математической модели (численное, статистическое или имитационное моделирование);

4) построение модели и проведение эксперимента для проверки или опровержения гипотезы.

В ходе проведения эксперимента осуществляются проверка адекватности модели реальному объекту, сбор и анализ экспериментальных данных, изучаются свойства объекта, находятся его оптимальные параметры и режимы работы, при необходимости уточняется модель. По итогам проведенного эксперимента формулируются выводы о правомерности выдвинутой гипотезы, условиях и границах применимости полученных результатов.

Для иллюстрации описанной выше структуры учебного исследования, реализуемого с применением методов компьютерного моделирования, приведем примеры постановки учебных исследований, реализованных при нашем руководстве студентами факультета математики, информатики и физики Волгоградского государственного социально-педагогического университета.

1. Тема: «Движение тела, брошенного под углом к горизонту». Проблемная ситуация: известно, что без учета сопротивления окружающей среды тело, брошенное под углом к горизонту, движется по траектории параболы. Очевидно, что при наличии сопротивления будет меняться дальность полета тела. Но будет ли при этом меняться и характер *траектории* движения тела?

Объект исследования – траектория движения материального тела, брошенного под углом к горизонту. Цель исследования: выявить характер влияния сопротивления среды на траекторию движения материального тела. В качестве гипотезы исследования может быть выдвинуто предположение о том, что траектория движения зависит от сопротивления среды.

Задачи исследования: выявление параметров, определяющих траекторию движения материального тела; построение математической модели; осуществление численного моделирования путем составления программы для системы программирования Turbo Delphi; визуализация результатов моделирования (построение траектории движения в прямоугольной системе координат); проведение численного эксперимента для ряда значений коэффициентов сопротивления; анализ полученных результатов и формулирование выводов.

В результате проведения исследования было выявлено, что дальность и траектория движения тела, брошенного под углом к горизонту, зависят от его массы, начальной скорости, угла бросания, сопротивления среды. Изменение значений коэффициентов сопротивления среды влияет на вид траектории движения: без учета сопротивления среды траектория описывается параболой, а с учетом сопротивления среды – кривой, которая от параболы отличается. Указанные результаты позволили сделать заключение о том, что выдвинутая гипотеза является правомерной, от сопротивления среды зависит не только дальность полета тела, но и траектория его движения.

2. Тема: «Динамика развития популяций». Проблема: в некоторой экологической системе существуют популяции двух видов особей, потребляющих общий ресурс и находящихся в конкурентной борьбе за его использование. Возможно ли устойчивое совместное сосуществование популяций, или одна из популяций обязательно вытеснит другую?

В качестве объекта исследования рассматривается динамика развития популяций. Цель исследования: на основе логистической модели межвидовой конкуренции изучить влияние межвидовой конкуренции на развитие популяций. Гипотеза – совместное существование двух популяций возможно, если межвидовая конкуренция популяций слабее, чем внутривидовая конкуренция.

В процессе проведения исследования решаются следующие задачи: реализация логистической модели межвидовой конкуренции двух популяций с непрерывным

размножением с помощью универсальной системы моделирования MVS (Model Vision Studium); обеспечение визуализации результатов моделирования (в виде графиков искомых функций); проведение эксперимента с целью определения возможных вариантов развития двух конкурирующих популяций.

В результате экспериментов было установлено, что если межвидовая конкуренция слабее, чем внутривидовая, то возможно совместное существование двух популяций; полное вытеснение одной из них возникает в случае, если влияние одной из популяций оказывается сильнее, чем конкуренция внутри другой популяции. Полученные результаты позволили сделать заключение о подтверждении выдвинутой гипотезы.

Таким образом, методология проведения исследований с использованием методов компьютерного моделирования позволяет по-новому подойти к организации и проведению учебного исследования, описать проектно-исследовательский метод обучения на уровне педагогической технологии. Построение компьютерных моделей и проведение вычислительных экспериментов дают возможность обучающимся выступить в роли исследователя, получив опыт анализа проблем, поставки целей исследования, формулирования гипотез и задач. Само исследование предстает как процесс подтверждения или опровержения гипотезы при помощи обоснованных методов, применяемых в «большой» науке. Подобный характер учебной деятельности обучающихся способствует не только освоению новых знаний и умений в области информатики и других дисциплин, но также приобретению опыта планирования и реализации собственных исследований, обоснования полученных в ходе исследования результатов.

### **Список литературы**

1. Королёв А.Л. Компьютерное моделирование. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 230 с.
2. Коротков А.М. Теоретико-методическая система подготовки учащихся к обучению в компьютерной среде: дис.... д-ра пед. наук. — Волгоград, 2004. — 341 с.
3. Леонтович А.В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. — 2003. — № 4. — С. 18–24.
4. Лецко В.А. Дидактические условия использования компьютера как средства обучения будущих учителей решению поисковых задач: дис.... канд. пед. наук. — Волгоград, 1995. — 158 с.

5. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров / Под ред. Е.С. Полат. — М.: Издательский центр «Академия», 1999 . — 224 с.
6. Петров А.В. Методологические и методические основы личностно-развивающего компьютерного образования: Монография. Волгоград: Перемена, 2001. 266 с.
7. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — Изд. 2-е, испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с.
8. Сергеев А.Н. Компьютерные технологии как средство личностного развития в процессе обучения: новые возможности // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. Серия «педагогические науки»: научный журнал. — 2005. — №1(10). — С. 80–85.
9. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов — Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.

**Рецензенты:**

Гермашев И.В., д.т.н., профессор кафедры информатики и информатизации образования ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград;

Сергеев А.Н., д.п.н., профессор кафедры информатики и информатизации образования ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград.