

УДК 004.94:53+37.011.33

*Научная проблема
и ее обоснование***Оспенников Н.А.,
Оспенникова Е.В.****ФОРМИРОВАНИЕ
У УЧАЩИХСЯ
ОБОБЩЕННЫХ
ПОДХОДОВ К РАБОТЕ
С КОМПЬЮТЕРНЫМИ
МОДЕЛЯМИ**

Ключевые слова: интерактивная компьютерная модель, уровни интерактивности, обобщенные умения, обучение физике.

Учебная компьютерная модель является на сегодня неременной составляющей практически всех цифровых образовательных ресурсов по физике, ориентированных на активные формы работы учащихся в виртуальной среде. По мере освоения виртуальной среды как нового источника учебной информации и средства обучения медиатека виртуальных моделей обогащается. Растет число, совершенствуется качество КМ. Вместе с тем в педагогической науке пока недостаточно работ, посвященных общим вопросам методики проектирования учебных компьютерных моделей (Д.В. Баяндин, Е.В. Оспенникова, М.И. Старовиков, Н.К. Ханнанов и некоторые другие). Как правило, авторы публикаций исследуют вопросы методики использования в обучении уже «готовых» КМ, представленных в отечественных и зарубежных цифровых учебных ресурсах (Е.С. Кошечева, А.В. Сорокин, Н.Г. Торгашина, Е.А. Ходос, А.С. Чиганов и др.). Следует отметить, что качество целого ряда учебных КМ оставляет желать лучшего. Главным недостатком большинства из них является нечеткость их дидактического назначения, ограниченность учебных задач, которые можно сформулировать для учащихся по работе с данными моделями.

В связи с этим является актуальным целый комплекс проблем, связанных с проектированием учебных компьютерных моделей. Это методологические, психолого-дидактические и методические проблемы, включающие целый ряд аспектов исследования (функции КМ в обучении; видовое разнообразие учебных КМ, включая специфику видов по областям знаний; требования к разработке КМ отдель-

ных видов, включая особенности разработки интерфейса КМ; организация самостоятельной работы учащихся с КМ, уровни самостоятельности; состав и содержание учебных умений для работы с КМ, подходы к формированию данных умений и др.). Решение этого комплекса проблем позволит сделать учебную компьютерную модель поистине высокоэффективным средством обучения.

Обзор литературы по теме исследования

Компьютерная учебная модель – новое средство обучения. В связи с этим толкованию понятия «виртуальная модель» («компьютерная модель») в педагогических публикациях уделяется достаточное внимание (С.А. Бешенков, Е.А. Ракитина, А.И. Ходанович и др.). Компьютерная модель (КМ) – это модель, реализация и исследование которой осуществляется с помощью компьютера (т.е. средствами виртуальной информационной среды). Учебная компьютерная модель – это компьютерная модель, предназначенная для предъявления учащимся предмета учения (элементов «готового» научного знания – концептуального, процессуального) и формирования у них соответствующих познавательных умений, в том числе умений в выполнении компьютерного эксперимента как метода познания явлений природы [3].

Компьютерные модели в обучении физике обсуждаются в методической литературе, как правило, в связи с организацией компьютерного физического эксперимента [5]. Этому направлению в изучении компьютерных моделей посвящено большое число научно-методических работ (Т.Я. Асадуллина, Д.В. Баяндин, Г.Ю. Даутов, А.Ф. Кавтрев, А.С. Кондратьев, В.В. Лаптев, О.А. Медведева, Г.Г. Никифоров, Н.А. Оспен-

ников, Е.В. Оспенникова, С.Б. Писаренко, А.В. Семаков, М.В. Старовиков, Б.А. Тимеркаев, Н.К. Ханнанов, А.И. Ходанович, В.Г. Чекалин и др.). В ряде работ (Д.В. Баяндин, Е.В. Оспенникова, Н.К. Ханнанов и др.) КМ рассматриваются как средства предъявления знаний и отработки учебных умений [2; 4]. Анализ функций моделей в обучении (методологический и дидактический аспекты) и стремительно развивающееся разнообразие компьютерных моделей позволяют сформулировать проблему организации учебной деятельности с применением компьютерных моделей. Одним из аспектов этой проблемы является исследование особенностей взаимодействия учащихся с данным объектом виртуальной среды и определение уровней активности этого взаимодействия.

Цель, задачи и методы исследования

Целью исследования на настоящем этапе является разработка и обоснование методики организации работы учащихся с учебными компьютерными моделями и формирования у учащихся обобщенных умений в выполнении данного вида деятельности.

Задачи работы: 1) уточнить формы взаимодействия учащихся с компонентами виртуальной среды и компьютерными моделями в частности; 2) соотнести формы взаимодействия с КМ и уровни самостоятельности учащихся; 3) выделить уровни интерактивности компьютерных моделей; 4) разработать обобщенный план работы с интерактивной компьютерной моделью и оценить эффективность его применения в обучении.

Для достижения поставленной цели и решения указанных задач использовались различные методы педагогического исследования: эмпирические

(наблюдение и педагогический эксперимент, систематизация и обобщение педагогических фактов) и теоретические (анализ методологических и психологических основ познавательной деятельности, теоретических моделей обучения, моделирование и проектирование учебной деятельности).

Результаты исследования

Различают демонстрационные и интерактивные компьютерные модели. Под *интерактивной моделью* понимается модель, в которой для пользователя оказываются возможными операции с ее различными элементами. Эти операции обеспечены управляющими кнопками или осуществляются с использованием процедуры «drag'n'drop» непосредственно в активном поле интерфейса модели.

Каждая компьютерная модель характеризуется тем или иным уровнем интерактивности, определяющим специфику взаимодействия пользователя с моделью. Рассмотрим известные на сегодня формы взаимодействия пользователя с интерактивной моделью и соответствующие этим формам уровни интерактивности учебных моделей. Выделяют следующие формы взаимодействия: *условно пассивные, активные, деятельностьные и исследовательские* (см. «Унифицированные требования к электронным учебным модулям открытых образовательных модульных мультимедиа систем: информация для авторов ИУМК и ИИСС, НФПК» (2005)). Данная классификация с точки зрения психологической структуры деятельности человека не является достаточно строгой и нуждается в уточнении. Напомним, что существуют *активные* и *пассивные* информационные среды. Активные информационные среды самостоятельно воздействуют на субъект и определя-

ют обязательное исполнение им тех или иных действий информационного потребления. Пассивная среда лишь предъявляет субъекту информацию, но при этом никоим образом не инициирует ее восприятие и переработку. На современном этапе (этапе зарождения научно-гуманистической образовательной системы) складывается промежуточная тенденция в идеологии конструирования обучающих информационных сред. Ведется речь о разработке «потенциально активных сред обучения». *Потенциально активная среда* – это среда, которая лишь стимулирует потребление информации [1]. Соответственно данной классификации информационных сред можно определить и формы взаимодействия пользователя с их объектами, а именно: *пассивные* и *активные*. Активные формы взаимодействия могут различаться, на наш взгляд, степенью самостоятельности учащихся. Это может быть: операционная самостоятельность, самостоятельность действий и самостоятельность деятельности [4]. Соответственно, можно выделить *активно-операционные, активно-действенные* и *активно-деятельностные* формы взаимодействия пользователя с виртуальной информационной средой. Уточним особенности каждой формы в соответствии с приведенной классификацией.

1. *Условно пассивные формы взаимодействия (первый уровень интерактивности)*. Этот уровень характеризуются минимальным взаимодействием пользователя с моделью. Пассивными данные формы названы с некоторой долей условности потому, что от пользователя все-таки требуются некоторые управляющие воздействия (работа с клавишами «пуск», «стоп», «пауза» и т.п.). Цель и требуемый результат работы заранее определены:

восприятие и усвоение «готовой» информации.

К условно пассивным формам взаимодействия относятся: а) чтение текста, сопровождающего модель, в том числе с управлением его движением в окне представления («листание» страниц, или скроллинг); б) просмотр графики: графиков и диаграмм; схем и графов; символьных последовательностей и таблиц; в) прослушивание звука: речи; музыки; комбинированного аудиоряда; г) просмотр изображений, входящих в состав модели: статических; динамических (анимации); д) восприятие аудиовизуальной композиции: звук и текст; звук и статическое изображение (рисунки); звук и последовательность статических изображений; звук и динамическое изображение (анимация).

Аудиовизуальная композиция может иметь варианты: созерцательный (наблюдение рисунка, анимации в целом); акцентированный (с выделением существенных деталей визуального ряда или фрагментов звукоряда).

2. Активно-операционные формы взаимодействия (второй уровень интерактивности). Этот уровень характеризуются простым взаимодействием пользователя с составляющими интерфейса модели (уровень выбора элементарных операций из некоторого множества и их исполнения). Цель и требуемый результат работы, как и на предыдущем уровне, заранее определены: восприятие и усвоение «готовой» информации, но число возможных операций с информационным контентом заметно увеличено.

К активно-операционным формам относятся: а) навигация по элементам текстографического контента модели (операции в гипертексте, переходы по визуальным объектам); б) копирование элементов текстографического контента и визуального ряда модели в

буфер (например, для формирования отчета о работе с моделью); в) множественный выбор действий из некоторого перечня; г) масштабирование изображения для детального изучения; д) изменение пространственной ориентации объектов (чаще всего – поворот объемных тел вокруг осей); е) изменение азимута и угла зрения («поворот и наезд камеры» в виртуальных панорамах); ж) управление модельной композицией.

3. Активно-действенные формы взаимодействия (третий уровень интерактивности). Этот уровень характеризуются конструктивным взаимодействием пользователя с элементами модели. В этом случае пользователь обращается к клавишам и опциям модели для достижения самостоятельно (или с помощью учителя) сформулированной цели. Интерфейс модели за счет многообразия возможных комбинаций управляющих клавиш и выбора опций позволяет пользователю сформулировать разные учебные цели (изучение явления на его модели, учебное исследование модели) и выполнить некоторое множество учебных действий. Состав и последовательность операций, которые производит пользователь для достижения поставленной цели, для него заранее не определены, поэтому работа пользователя с такой моделью не всегда может быть успешной. Модель данного уровня интерактивности отличается большим числом степеней свободы, а работа с этой моделью – возможностью выбора пользователем последовательности операций и действий, ведущих к достижению цели, необходимостью анализа на каждом шаге и принятия решений в заданном пространстве параметров и определенном множестве вариантов.

Отметим в качестве существенного момента, что при всем разнообразии

указанных форм взаимодействия модель этого уровня интерактивности реализует ряд заранее определенных событий, которые легко «просматриваются» при тестировании модели.

К активно-действенным формам относятся: а) удаление/введение объекта в активное окно модели; б) перемещение элементов модели для установления их соотношений, иерархий; в) совмещение объектов для изменения их свойств или получения новых объектов; г) составление определенных композиций объектов; д) объединение объектов связями с целью организации определенной системы; е) изменение параметров/характеристик объектов и процессов; ж) декомпозиция и/или перемещение по уровням вложенности объекта, представляющего собой сложную систему.

4. *Активно-деятельностные формы взаимодействия (четвертый уровень интерактивности).* Модель такого уровня интерактивности ориентирована не на изучение предложенных событий, а на производство собственных событий. Работа пользователя с представленными или сгенерированными в процессе взаимодействия с моделью объектами и процессами может быть произвольной. Учебные цели не внедрены в содержание модели. Перечень проблем и сформулированных на их основе задач не известен. Не предлагается и последовательность действий, ведущих к изначально заданному результату. Инициатива в постановке и решении проблем принадлежит пользователю. Он же выбирает способы их решения. При этом не исключен вариант, что задачи решить не удастся и цель достигнута не будет. Совокупность сказанного определяет фактически исследовательские формы взаимодействия пользователя с моделью.

Для реализации исследовательских форм взаимодействия используются сложные учебные модели, которые по сути представляют собой интерактивные среды, состоящие из некоторой совокупности взаимосвязанных моделей. Работа с такими моделями обеспечивает эффект «виртуальной реальности» (VR), поскольку в этом случае максимально используются ключевые функции виртуальной среды: интерактив, мультимедиа, моделинг, производительность, интеллектуальность.

Допустимые упрощения, определяющие степень близости электронного образовательного ресурса к «виртуальной реальности», заключаются в неполной адекватности мультимедиа представлений реальных объектов (замена 3D на 2D, «стерео» на «моно», реалистических изображений синтезированными) и ограниченном (хотя и достаточно большом) количестве включенных в сложную модель более простых моделей объектов и процессов.

Формы взаимодействия пользователя с такой моделью не определены (недетерминированы), и поэтому перечислить их почти невозможно. При этом можно указать на изменения, которые при исследовательском подходе претерпевают некоторые формы взаимодействия третьего уровня: а) совмещение объектов модели для изменения их свойств или получения новых объектов; б) составление произвольных композиций объектов; в) объединение объектов связями с целью организации их новой системы; г) изменение параметров/характеристик процессов в неограниченных пределах; д) введение структурных/конструктивных изменений в исследуемую систему.

Эти и другие формы взаимодействия пользователя с моделью при-

ближают эту модель к фрагменту реального мира.

Очевидно, что с повышением качества учебных моделей, и в особенности с ростом уровня интерактивности, возрастает и педагогическая эффективность их использования в обучении. При этом по понятным причинам растут творческие и технологические затраты на разработку.

Независимо от рода деятельности (усвоение «готового знания» или учебное исследование), наличие заданий для самостоятельной работы учащихся с модельными объектами виртуальной среды является ключевым условием успешности обучения. Разработка таких заданий так же необходима, как ранее была необходима и осуществлялась подготовка заданий для самостоятельной работы учащихся с объектами учебной книги – текстом, рисунками, таблицами, графикам и т.д.

К сожалению, не все интерактивные компьютерные модели, уже реализованные в виртуальной образовательной среде, позволяют сформулировать перед учащимися целесообразные задания. Это серьезная проблема области педагогического проектирования. При создании компьютерных моделей для учебной среды разработчик должен ясно представлять себе: в какие виды деятельности будет включена данная компьютерная модель и на достижение каких целей эта деятельность может быть направлена.

Работа с компьютерными моделями как формой представления содержания предмета учения и самостоятельное моделирование физических явлений в виртуальной среде относятся к новым познавательным умениям, которые необходимо освоить учащимся в процессе их обучения в средней школе. В связи с этим должна быть поставлена задача целенаправленного

формирования у школьников умения работать с КМ различных типов и самостоятельно извлекать в процессе работы с каждой моделью заложенную в нее информацию. Данное умение по мере обучения должно приобрести *обобщенный характер*.

Цифровые учебные пособия обычно содержат рекомендации по работе с имеющимися в них компьютерными моделями. Такие рекомендации, как правило, носят частный характер и предназначены для выполнения конкретных учебных заданий.

Является актуальной проблема разработки общих рекомендаций к работе с виртуальными моделями. Это позволит учителю освободиться от разработки множества частных инструкций по организации учебной деятельности школьников с данными учебными объектами, а работу учащихся сделает более рациональной и творческой.

Рассмотрим общий план деятельности, ориентированный на работу с любой интерактивной компьютерной моделью (*метауровень планирования познавательной деятельности*). Отметим, что первые попытки построить обобщенные планы учебной деятельности школьников в работе с КМ относятся к 2006 г. [3]. Ниже приведена его версия в уточненной редакции.

Обобщенный план работы с компьютерной моделью

1. Рассмотрите составляющие интерфейса модели. Обратите внимание на активные «окна» и «клавиши» интерфейса. В случае необходимости обратитесь к разделу «Помощь» или «Справка». Уточните в итоге уровни доступа к работе с моделью: блок ввода данных, блок их обработки, блок вывода результата на экран.

2. Обратите внимание в блоке ввода данных на те элементы модели, а

также те ее параметры, которые могут быть изменены пользователем (выбор и/или перемещение элементов, ввод начальных и граничных условий, изменение временных и/или пространственных масштабов и пр.).

3. Проанализируйте возможности управления моделью через блок обработки данных (изменение или модификация математической задачи, лежащей в основе моделирования, использование математического пакета обработки данных – работа с графиками, статистический анализ данных и пр.).

4. Уточните возможности управления моделью через блок вывода результатов виртуального эксперимента на экран монитора (см. имеющийся выбор способов представления данных на экране монитора – протокол, таблицы, графики функций, рисунок, динамическая модель).

5. Запустите модель. Произвольно изменяя состав элементов модели и значения ее параметров в блоке ввода данных, обратите внимание на возможные состояния модели, особенно ее поведения в разных условиях.

6. Сформулируйте цели изучения материала на основе работы с данной моделью или цели учебного исследования явления на основе его модели:

- просмотр различных вариантов работы модели и фиксация полученных результатов в качестве иллюстраций к изучаемому материалу;
- тестирование модели (оценка уровня достоверности результатов моделирования на основе сравнения с известными результатами натурального эксперимента);
- исследование поведения модели в новых условиях (выдвижение модельных гипотез) с последующей проверкой в натурном эксперименте.

7. Составьте план работы с моделью:

- определите, какой параметр модели необходимо изменять для выявления интересующих особенностей ее поведения;
- выясните, какие результаты и в какой форме следует зафиксировать в ходе исследования;
- при наличии некоторого числа изменяемых параметров модели следует определить этапы работы, на каждом из которых следует изменять лишь один из параметров, оставляя другие параметры модели постоянными;
- при достаточной ясности поведения модели в различных условиях возможно одновременное изменение нескольких параметров;
- при проведении количественных экспериментов следует уточнить (назначить) пределы и шаг изменения параметров модели.

8. Определите способы записи результатов работы модели (традиционные или электронные: протоколы, таблицы, диаграммы, схемы, графики и пр.).

9. Изучите (исследуйте) работу модели в соответствии с намеченным планом. Зафиксируйте результаты работы рациональным способом.

10. Выполните при необходимости математическую обработку полученных данных. Используйте соответствующие задачам обработки инструментальные программы для ЭВМ.

11. Проанализируйте полученные данные, сформулируйте выводы:

- при формулировке вывода обратите внимание на поставленные ранее цели работы с моделью; отметьте, удалось ли достичь поставленных целей и в какой степени;
- при изучении поведения модели при различных значениях ее па-

раметров обязательно обратите внимание на те ситуации, в которых происходила смена режимов ее поведения.

Если работа с моделью носила исследовательский характер, то определите цели дальнейшего исследования:

- цели последующего натурального эксперимента;
- цели дополнительного виртуального эксперимента;
- цели модификации компьютерной программы, реализующей модель.

13. Подготовьте отчет (устный рассказ, письменный отчет, компьютерную презентацию) о выполненной работе. Для письменных отчетов может быть использован MS Word и табличный процессор MS Excel, а также встроенные в виртуальную среду моделирования специальные инструменты учебной деятельности. Письменный отчет может включать распечатки фрагментов документа (или весь документ) отчета MS Excel, а также иллюстрации работы модели, выполненные с помощью клавиши «Prn Sc».

Уровни самостоятельности учащихся в работе с «готовой» учебной моделью могут быть различными. Это зависит от сложности учебной модели и уровня подготовки учащихся к работе с данным учебным объектом. Более успешные в обучении школьники, как правило, сразу начинают работать с обобщенными планами учебной деятельности (разработанными самостоятельно или составленными учителем). Их деятельность не следует регламентировать детализированной инструкцией. В случае затруднений таким учащимся можно предложить в качестве помощи творческий план для работы (систему проблемных вопросов и задач, на которые при работе с моделью им следует найти ответы). Учащимся с более низким уровнем самостоятель-

ности следует предъявить конкретизированный план работы (фактически инструкцию по выполнению действий и операций).

Новизна исследования заключается в определении уровней интерактивности учебных моделей, уточнении в соответствии с каждым уровнем интерактивности форм взаимодействия учащегося с КМ, разработке обобщенного плана работы с интерактивной моделью. Практическая значимость определяется предложенной технологией подготовки учебных инструкций к работе с интерактивными моделями. Работа учащихся с такими инструкциями обеспечивает более высокие результаты обучения.

В педагогическом эксперименте выявлена эффективность использования обобщенного подхода к планированию работы учащихся с компьютерными моделями. Методически грамотно подготовленные инструкции (т.е. инструкции, в основу разработки которых положен обобщенный план работы с КМ) обеспечивают: 1) формирование у учащихся необходимого комплекса учебных умений в работе с «готовыми» компьютерными моделями; 2) содержательную базу для самостоятельного обобщения учащимися опыта работы с конкретными моделями; 3) рациональную подготовку школьников к этапу обучения, на котором они совместно с учителем будут обсуждать возможность реализации обобщенного подхода к исследованию «готовых» моделей и содержание соответствующего этому подходу обобщенного плана деятельности; 4) «мягкий» переход учащихся от работы по конкретным инструкциям к работе по обобщенным учебным планам (формирование обобщенных учебных умений); 5) становление познавательной активности и самостоятельности школьников в

работе с таким объектом новой информационной среды, как компьютерная модель, развитие инициативы и творчества учащихся; 6) эффективную подготовку к деятельности по самостоятельному моделированию явлений природы.

Знание уровней интерактивности КМ, особенностей взаимодействия учащихся с компьютерными моделями на каждом из уровней, понимание логики работы с интерактивными моделями позволяют авторам-разработчикам создавать качественные модели, а учителям осуществлять подготовку дидактических материалов, обеспечивающих эффективное обучение.

Литература

1. Башмаков, М.И. Классификация обучающих сред / М.И. Башмаков, С.Н. Поздняков, Н.А. Резник // Школьные технологии. 2000. № 3.
2. Баяндин, Д.В. Моделирующие системы как средство развития информационно-образовательной среды / Д.В. Баяндин. Пермь: Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2007.
3. Оспенников, Н.А. Школьный физический эксперимент в условиях развития компьютерных технологий обучения / Н.А. Оспенников // Вестник ПГПУ. Сер. ИКТ в образовании. 2006. Вып. 2. С. 47–76.
4. Оспенникова, Е.В. Развитие самостоятельности школьников в учении в условиях обновления информационной культуры общества: в 2 ч. Ч. 2. Основы технологии развития самостоятельности школьников в изучении физики / Е.В. Оспенникова; Перм. гос. пед. ун-т. Пермь, 2003.
5. Старовиков, М.И. Становление исследовательской деятельности школьников в курсе физики в условиях информатизации обучения / М.И. Старовиков. Барнаул: Барнаульск. гос. пед. ун-т, 2006.