

ванного общества и характеризуется не только сменой образовательной среды, но и изменением объекта и методологии обучения [5].

В подтверждение вышесказанного назовем некоторые направления отечественных исследований в области информатизации образования, проводившиеся в последние годы:

- проблемы и противоречия современной методологии обучения в высшей школе с использованием компьютерных средств обучения;
- тенденции и перспективы развития информационных и коммуникационных технологий обучения;
- методологические основы и пути совершенствования открытого образования на основе дистанционной формы обучения;
- дидактические особенности в процессе организации педагогической деятельности в системе открытого образования;
- вопросы стандартизации открытого образования;
- методологические подходы к разработке электронных учебников;
- проблемы подготовки и переподготовки кадрового потенциала для регионального развития открытого образования;
- проблемы повышения качества контроля

Литература

1. Журавлев В.З. Обращение к читателям журнала // Открытое образование. – 2004. – № 6.
2. Долинер Л.И. Образовательные и компьютерные технологии как основа построения адаптивных методических систем // Сб. научн. тр. «Профессиональная педагогика: категории, понятия, дефиниции». Екатеринбург. – 2004. – С. 132-150.
3. Колин К.К. Будущее информатики в XXI веке: российский ответ на американский вызов // Открытое образование. – 2006. – № 2. – С. 73-77.
4. Солдаткин В.И. Транснациональное образование: императивы и определение приоритетов // Материалы Всеросс. научн.-методич. конф. «Открытое образование и информационные технологии». Пенза, 2005. – С. 23-28.
5. Климов В.Г. Информационные и коммуникационные технологии обучения: проблемы, методика реализации, перспективы: Монография. – Пермь: Пермское книжное издательство, 2004. – 426 с.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

*О. Г. Ревинская, зав. компьютерным классом каф. Теоретической
и экспериментальной физики ТПУ*

Тел.: 8-(3822)-563-437, E-mail: org@tpu.ru

В. А. Стародубцев, д. п. н., проф.,

зав. отделением научно-методического и технологического обеспечения образовательной деятельности ИДО ТПУ, Тел.: 8-(3822)-563-990, E-mail: sva@ido.tpu.edu.ru

Томский политехнический университет

<http://www.tpu.ru>

The principles of pedagogical projecting for the computer simulation studies are discussed in relation with system of common didactical, methodological and practical recommendations.

Введение

Активное развитие программных средств учебного назначения позволяет использовать их на различных уровнях системы образования. Как в рамках дистанционного,



и в рамках очного образования по-прежнему остается актуальной проблема перехода от конкретно-предметного мышления учащихся к абстрактно-логическому. Производственные, обучающиеся заочно и дистанционно, – как правило, взрослые люди со сложившимся практико-ориентированным стилем мышления. Многие из них с большим трудом осваивают учебные дисциплины с высоким уровнем формализации и абстрагирования [1].

Поэтому в открытом образовании между конкретно-предметной деятельностью и абстрактно-логическим мышлением должен быть связывающий, переходный этап от эмпирического познания к теоретическому. Он обусловлен объективными закономерностями развития личности в единстве внешнего и внутреннего планов деятельности и должен сохранять, с одной стороны, конкретность и непосредственную наглядность исследуемых объектов и процессов. С другой стороны, он должен обеспечить возможность перцептивных действий и опосредованную наглядность теоретических понятий.

С такой точки зрения трудно найти альтернативу компьютерным моделирующим лабораторно-практическим работам, если их педагогическое проектирование и реализация в учебном процессе основаны на развитии дидактических принципов с учетом возраста обучаемых и роли информационных процессов.

Компьютерное моделирование, способствующее становлению теоретического понятийного аппарата и формированию концептуальных представлений по учебной дисциплине, должно, по нашему мнению, стать необходимой формой познавательной деятельности на всех уровнях образовательной системы, в особенности – при дистанционном обучении. Возможности, достоинства и методика применения компьютерного моделирования обсуждались на страницах журнала «Открытое образование» в ряде публика-

ций [2-4], основой которых является практический опыт конкретных разработок. В настоящей работе сделана попытка педагогического обоснования системы принципов проектирования и использования компьютерных моделирующих лабораторных работ применительно к специфике физического образования, но многие положения могут быть перенесены и на смежные области открытого дистанционного образования.

Ключевыми методологическими основаниями, по нашему мнению, являются системный подход в целеполагании педагогического проектирования вместе с принципами гуманизации сферы образования и мультимедийности педагогического процесса. Системно-элементный подход ориентирует не только на выделение соответствующих подсистем, но и на учет требований внешней социальной среды к сфере открытого образования. Гуманизация и гуманитаризация всех уровней образования приобретают актуальность в контексте намечающихся изменений в общей социальной политике нашего государства. Мультимедийность педагогического процесса понимается нами не столько как комплексирование форм предъявления учебной информации, сколько в плане использования методов и средств искусства в раскрытии научного содержания учебных дисциплин [5, 6]. Эти основы должны быть «сквозными» (по выражению В.С. Леднева) для выстраиваемой системы педагогического проектирования. Целью проектирования и конечным воплощенным результатом является компьютерная моделирующая работа, имеющая конкретное физическое (или химическое, экономическое и т.д.) содержание, программное и методическое обеспечение. Совокупность таких работ будет представлять собой практикум по эмпирическому изучению теоретических моделей той или иной дисциплины.



Взаимосвязь дидактических принципов при проектировании компьютерных лабораторных работ

Выработка и обоснование дидактических принципов проектирования и эксплуатации программных средств учебного назначения является одними из ведущих направ-

лений методики использования информационных технологий в образовании. Теоретический анализ показывает, что дидактические принципы проектирования и применения компьютерных моделирующих лабораторных работ находятся в тесной взаимосвязи как с общедидактическими принципами, так и с принципами естественнонаучного обучения и эмпирического обучения, в частности.

Иерархию отношений и взаимосвязи принципов различных уровней (от общего к частному и специфичному) можно представить в виде радиально-концентрической схемы (на рис. 1) Внешний контур предлагаемой О.Г. Ревинской системы составляют общедидактические принципы сознательности и активности, связи теории с экспериментом (практикой), научности, систематичности и последовательности, прочности знаний, доступности, наглядности. В соответствии с ними используемые для изучения модели должны быть корректными с точки зрения физической (химической, экономической и т.д.) теории, опирающимися на фактологическую экспериментальную основу, доступными для восприятия на достигнутом уровне знаний и умений, а визуализация моделей должна быть основанной на наглядной сущности изучаемого объекта. Принцип систематичности и последовательности требует описания модели и порядка ее исследования логически выстроенным и завершенным путем. Изучение модели не должно носить одномоментный характер, а должно сопровождаться набором повторяющихся операций, способствующих закреплению наиболее существенных сторон изучаемой модели. В соответствии с принципом сознательности и активности перед началом изучения физической (или иной) модели необходимо дать четкое представление о цели исследования, и все понятия, отражающие содержание модели, должны быть понятны учащимся. Последующее изучение модели осуществляется путем их непосредственной активной деятельности.

Применительно к дисциплинам естественнонаучного цикла общедидактические принципы конкретизируются, приобретая форму принципов естественнонаучного обучения. Они составляют следующий уровень (подсистему). Здесь нами выделены следующие принципы, опора на которые необходи-

ма (но еще не достаточна) для проектирования компьютерных моделирующих работ.

- **Установление причинно-следственных связей.** Структура модели должна быть прозрачной для обучаемых, чтобы изменение каких-либо параметров исследуемой системы с очевидностью приводило к изменениям в ее поведении или в ее характеристиках.

- **Соответствие учебных методов познания научным.** В процессе изучения учащиеся не только знакомятся с особенностями конкретной физической модели, но и приобретают навыки научных исследований, как теоретических, так и экспериментальных.

- **Оптимизация.** Необходимо использовать только такой вариант изучения модели, в котором все сущностные характеристики модели проявляются наиболее выпукло.

- **Возможность перехода от нескольких частных фактов к обобщению.** В результате изучения модели должны быть сделаны все возможные обобщения результатов, что способствует формированию системных представлений об области применимости модели.

- **Активность познавательной деятельности.** Процесс изучения модели должен сопровождаться постоянным анализом и выбором наиболее эффективной для данного учащегося траектории исследования.

Освоение дисциплин естественнонаучного цикла характеризуется как теоретическим, так и эмпирическим направлениями обучения. Здесь принципы естественнонаучного обучения, в свою очередь, конвертируются в подсистему следующих частных методических принципов экспериментально-го обучения:

Принцип *единства методологической и фактуальной компонент* знания. Изучение модели должно сопровождаться получением представления о том, как в настоящее время применяется данная модель в научных исследованиях.

Принцип *непротиворечивости знаний*. Результаты исследования модели не должны противоречить ни положениям теории, ни известным экспериментальным данным, ни практическому опыту обучаемых.

Принцип *актуализации противоречий между имеющимися знаниями и необходимыми (осознания неполноты знания)*. Результатом изучения данной теоретической

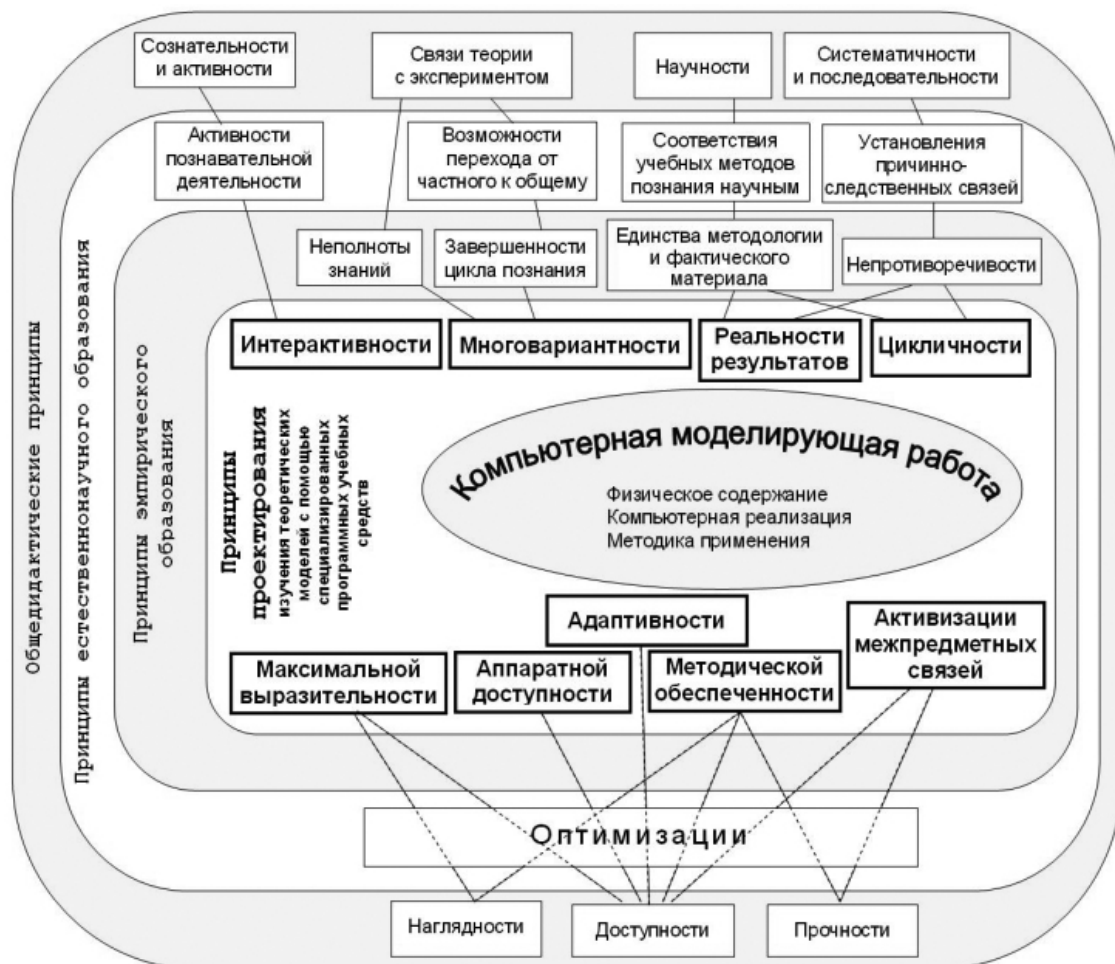


Рис. 1. Система принципов разработки и использования компьютерных моделирующих лабораторных работ

модели должна стать потребностью в изучении моделей (систем) более высокого уровня сложности.

Принцип завершенности знаний. Изучение модели должно содержать полный набор операций исследования, позволяющий полностью понять, запомнить и определить возможности переноса данной модели в другие области.

Для целей проектирования и применения специальных программных средств на базе эмпирических, естественнонаучных и общедидактических принципов необходимо разработать также подсистему методических принципов, которые будут способствовать эффективному применению компьютерных моделирующих лабораторных работ в учебном процессе. Подсистема принципов применения моделирующих лабораторных работ разрабатывалась на основе личного опыта авторов, а также с учетом обсуждения данной проблемы в педагогических изданиях. В результате были сформулированы [7-9] принципы изучения теоретических моделей с помощью специальных программных учебных средств, приведенные в центральной

части рис. 1. Обсудим их содержание подробнее.

Принцип реальности результатов

Все экспериментальные данные, которые получают учащиеся в ходе выполнения лабораторной работы, а также вводимые параметры модели должны иметь реальные физические значения и размерности. Виртуальные приборы, работу которых имитирует программа, должны показывать значения только в тех физических единицах, которые реально применяются в производственной или исследовательской практике. Если «приборы» показывают значения в каких-либо относительных единицах и/или параметры моделирования являются безразмерными, то уровень восприятия такой работы студентами заметно уменьшается. Единицы измерения для всех измеряемых и устанавливаемых величин должны быть четко и явно обозначены на экране в стандартных физических обозначениях. Применение кратных физических единиц на шкалах виртуальных приборов позитивно сказывается на учебном процессе, так как приближает исследования к реальным лабораторным условиям. В необ-

ходимых случаях для моделирования временных интервалов необходимо использовать внутренний таймер компьютера, тогда виртуальный секундомер будет работать в реальном времени и измеренная независимым способом (например, по часам студентов) длительность процесса даст тот же результат. Имеет значение предупреждение и программное блокирование работы модели при таких значениях параметров, при которых протекание явления невозможно. С одной стороны, это будет напоминать об особенностях изучаемой модели, а с другой стороны, защищать программный продукт от неадекватного использования. Однако принцип реальности результатов не требует, чтобы в модели воспроизводились только уже воплощенные экспериментальные установки. Напротив, определенная, заранее заложенная избыточность модели, по сравнению с реальными установками показывает объективную ограниченность существующей в данный момент времени техники, стимулирует поиск новых путей натурной реализации эксперимента, способствует развитию творческих и предпринимательских начал будущих инженеров и ученых.

Принцип интерактивности

Принцип интерактивности позволяет активировать субъективный опыт, помогает каждому освоить свои способы открытия социального опыта, развить такие характеристики, как рефлексивность, креативность, толерантность, самостоятельность и др. Обучение в таком случае приобретает личностно-развивающий характер. Роль студента при выполнении моделирующей лабораторной работы должна быть не просто деятельностью-моторной. Он должен приложить преимущественно умственные усилия для того, чтобы виртуальный эксперимент прошел успешно: выбрать необходимые объекты, окружение, приборы, при необходимости соединить их должным образом, задать управляющие параметры и получить экспериментальные результаты. Все это осуществляется в рамках деятельности в виртуальной среде. Поэтому при разработке моделирующих работ необходимо обеспечить студента необходимым набором программных инструментов, имитирующих реальные и потенциально возможные приборы. Воздействие пользователей на виртуальные приборы должно приводить к видимым изменениям в изучаемой модели (изменению положения отдельных ее частей, показаний других приборов и т.д.), что позволит учащемуся корректировать

свою деятельность. Необходимо, чтобы все акты взаимодействия учащихся с виртуальными приборами были направлены на реализацию основной функции – изучение теоретической модели. Поэтому для каждой модели необходимо подобрать оптимальное количество актов взаимодействия с таким расчетом, чтобы на выявление основных свойств модели приходилось наибольшее количество актов интерактивной деятельности. Каждое новое взаимодействие с моделью должно способствовать более глубокому теоретическому осмыслению модели, проникновению в ее сущность. Таким образом, применение принципа интерактивности через свободное и необходимое управление виртуальными приборами будет способствовать реализации общедидактического принципа сознательности и активности.

Принцип адаптивности

Учитывая, что каждый студент обладает индивидуальным набором психофизических свойств, не следует требовать, чтобы студенты выполняли одну и ту же работу в одной и той же строго заданной последовательности. Ориентируясь на общие указания по выполнению работы, студент не должен быть ограничен в конкретных деталях. Поэтому при разработке моделирующих лабораторных работ необходимо обеспечить возможность выполнения работы в условиях и в последовательности, даже существенно отличающихся от рекомендованных. Допустимыми считаются только те ограничения, которые направлены на сохранение целостности программного продукта и изучаемой физической системы. Это позволит стимулировать развитие творческого мышления учащихся, становление самостоятельности и предпринимательства.

С такой точки зрения программное учебное средство должно предоставлять учащемуся возможность строить свою индивидуальную траекторию исследования модели, что не противоречит необходимости знакомства с рекомендуемой методикой научного исследования. Такой подход способствует расширению представлений учащихся о возможных методах исследования, показывает перспективы реализации их творческих способностей. Чтобы технически реализовать данный принцип, необходимо предусмотреть возможность независимого изменения параметров модели в любой последовательности. Эти изменения не должны нарушать целостности модели и сопровождаются синхронными и адекватными, с физической точки

зрения, изменениями состояния модели. При синхронизованном варианте учащийся сразу же видит, как изменение данного параметра влияет на состояние модели. Это позволяет формировать часть закономерностей на подсознательном, ассоциативном уровне. Когда реализация предусматривает сначала введение всех параметров, а затем их отражение в состоянии модели, дидактическая эффективность программного средства снижается.

Принцип максимальной выразительности

Возможность отражения виртуального мира в зрительных образах, максимально приближенных к образам внешнего мира, с которыми мы сталкиваемся ежедневно, позволяет избежать длительных и подробных словесных описаний большинства физических явлений. Удачные цветовые решения позволяют акцентировать внимание учащихся на определенных деталях. Однако чрезмерное увлечение цветовыми и объемными эффектами может привести к нежелательному выпячиванию второстепенных особенностей модели, негативно влияя на формирование научного мировоззрения в целом. Наряду с особенностями психологического воздействия цветовой гаммы интерфейса программного продукта большое значение имеет пространственная компоновка объектов, создающая ощущение взаимосвязи и целостности. Все визуальные отображения модели необходимо делать максимально крупными, чтобы дать возможность учащемуся подробно разглядеть модель, увидеть все ее ключевые физические особенности, чтобы обеспечить установление ассоциативных связей между образами модели и физическими понятиями. При изучении некоторых моделей может возникнуть потребность более подробного рассмотрения каких-либо фрагментов области эксперимента. Поэтому важно в подобных случаях обеспечить учащихся виртуальными инструментальными средствами изменения масштаба отображения области эксперимента (прием «компьютерной лупы»). При этом увеличение масштаба не должно вызывать размытость изображения, а, напротив, должно способствовать повышению точности получаемых результатов.

Хорошо воспринимаются учащимися инструменты для изменения параметров модели в виде интервальных объектов, которые позволяют сразу же путем визуального восприятия познакомиться с пределами варьирования данного параметра. Такой подход применяется также в программных продук-

тах компании «Физикон».

Методически эффективным является одновременное расположение в одном рабочем пространстве графических образов модели и инструментов для изменения параметров модели. Пространственное размещение виртуальных инструментов на экране должно соответствовать логике модели и методике исследования. Например, если модель содержит несколько объектов, каждый из которых описывается рядом параметров, то следует пространственно сгруппировать параметры, относящиеся к одному объекту. Восприятию группы параметров как единого целого способствует также их единое цветовое решение. Если методика исследования предполагает определенную последовательность варьирования параметров, то их следует располагать на экране либо слева направо, либо сверху вниз, логически завершая объектом (кнопкой), активирующим запуск работы модели. Фиксированные значения каких-либо параметров модели также должны отражаться на экране. Отсутствие инструментов для их изменения подчеркивает их фиксированность, а изображение – роль и физический смысл данного параметра в изучаемой модели.

Одновременно с повышением наглядности восприятия модели и систематизацией представлений о ней принцип максимальной визуализации может решать задачи освоения опосредованной наглядности. Для физических процессов и явлений опосредованная наглядность связана с осознанием и ассоциативным закреплением связей между характеристиками явления или модели, выраженными в виде функциональных и графических зависимостей. Умение читать графики является одним из необходимых компонентов естественнонаучного и технического образования.

Компьютерные моделирующие лабораторные работы способствуют развитию данного умения. При изучении некоторых физических моделей хороший педагогический эффект дает синхронное построение графиков в процессе проведения эксперимента [8]. Когда одновременно с выполнением эксперимента строится физически информативный график, это способствует развитию взаимосвязанного восприятия изучаемой модели и ее графических отображений. Даже если перед студентом не ставилась задача выявить особенности графического описания процесса, он подсознательно связывает различные точки графика с положением тела. Таким об-

разом, может решаться задача более продуктивного обучения студентов умению читать графики.

Неотъемлемой составляющей некоторых физических моделей является звук. Звуковое сопровождение так же, как и цветковое решение компьютерной моделирующей лабораторной работы должно быть не развлекательным, а дидактически обоснованным. Возможны кратковременные звуковые эффекты для привлечения внимания студента к наиболее важным моментам выполняемого исследования. Слишком большое количество звуков, воспроизводимое программным продуктом, раздражает, отвлекает от существа проблемы. Активное использование необходимых звуковых эффектов в рамках очного обучения в компьютерном классе, как правило, не предусматривается. В рамках дистанционного обучения, когда выполнение работы происходит на домашнем персональном компьютере, педагогическое воздействие методически обоснованных звуковых эффектов трудно переоценить. Поэтому при проектировании учебных программных средств необходимо уделять должное внимание и этому компоненту мультимедийности.

Принцип многовариантности

Изучение реального явления или его теоретической модели происходит путем фиксации одних параметров и варьирования других. Можно подобрать несколько наборов фиксированных параметров, не нарушающих физической целостности данной системы. Разделение параметров на фиксированные и варьируемые условно и зависит от цели исследования. При другой постановке компьютерного эксперимента фиксированные и варьируемые параметры могут поменяться местами. Поэтому учебный программный продукт должен быть реализован таким образом, чтобы изменение методики исследования не приводило к необходимости изменения программного кода. В программных продуктах четвертого поколения все параметры являются открытыми.

В условиях реального физического лабораторного эксперимента удастся реализовать ограниченное количество вариантов (начальных условий), выбор которых часто обусловлен техническими и финансовыми возможностями учебного заведения, условиями безопасности хранения и использования отдельных материалов и т.д. Введение в учебный процесс компьютерных моделирующих лабораторных работ может способствовать существенному расширению пред-

ставлений учащихся об области применимости изучаемых в физике моделей, если наборы вариантов будут ограничиваться только соображениями целостности данной физической системы. Они покажут и границы применения данной модели, и условия, при которых подобный эксперимент может быть реализован [8]. Этот принцип дает значительно больше возможностей для обобщения и экстраполяции полученных результатов на реальные физические явления. Многообразие вариантов (наборов фиксированных параметров) для постановки индивидуальных заданий не только сокращает количество несамостоятельно выполняемых работ, но и, главным образом, показывает студентам, в каких еще вариантах может быть выполнена данная работа, какие параметры эксперимента и в каких пределах можно варьировать в данной модели. Такого рода анализ может проводиться как на сознательном уровне под руководством преподавателя при фронтальном выполнении работы, так и на подсознательном уровне, если студенты проявляют интерес к деятельности друг друга.

Принцип цикличности

Комплект используемых в учебном процессе моделирующих лабораторных работ должен содержать определенные циклы экспериментов, в которых какое-либо физическое явление или процесс рассматривается с различных позиций на примере одной и той же модели и требует от студентов объяснения в рамках единой теоретической базы. Это позволит сформировать и закрепить устойчивый образ данного явления, так как студенты будут обращаться к нему неоднократно.

Как показывает педагогическая практика, разработка одной универсальной работы, охватывающей все аспекты данного явления, может оказаться неэффективной. В этом случае возникает неоправданно большое количество параметров, которые не всегда используются одновременно. В результате студент начинает сомневаться, все ли параметры он ввел правильно, отвлекаясь от сути явления. Такой подход часто приводит к сужению области возможных параметров для отдельных частных случаев. Кроме того, достаточно сложное явление, как правило, невозможно рассмотреть за одно занятие. Поэтому циклы работ необходимо разрабатывать по принципу последовательного усложнения модели, постепенно включая все большее количество параметров и взаимосвязей.

Системный подход в проектировании и применении компьютерных лабораторных работ будет способствовать формированию системного мышления учащихся [10]. Тенденция наследования элементов интерфейса отдельных работ, относящихся к одному циклу, играет обобщающую и систематизирующую роль в освоении предлагаемого материала.

Принцип активизации межпредметных связей

Перенос акцента с вербального описания на экспериментальный способ изучения фундаментальных физических моделей значительно сокращает время, необходимое учащимся, чтобы понять суть процесса или явления. Благодаря интерактивному взаимодействию и динамической графике «поведение» модели становится наглядным и предсказуемым.

Это обстоятельство открывает возможности для более глубокого и многоаспектного изучения модели, раскрытия более тонких взаимосвязей. В некоторых случаях реализуется переход от качественного исследования к количественному. Такое углубленное изучение актуализирует внутрипредметные и межпредметные связи. Применительно к физическим моделям наиболее очевидными выглядят связи с математическим анализом и теорией дифференциальных уравнений, так как в построении физической модели всегда присутствует математическая модель. Изучение физических моделей на основе методики натурального эксперимента предполагает статистическую обработку результатов измерений. Сознательное, программно заданное внесение случайной ошибки в показания виртуальных приборов позволяет сохранить этот важный этап исследования в компьютерных вариантах проведения измерений.

С методической точки зрения внесение случайной ошибки в показания виртуальных приборов подчеркивает, что никакой самый точный прибор не может измерить точное значение ни одной физической величины, в показаниях приборов всегда присутствуют погрешности. В то же время использование компьютера значительно упрощает и облегчает процесс статистической обработки экспериментальных результатов, открывает возможность применения более сложных математических методов. Например, выявление методом наименьших квадратов не только линейной, но и квадратичной, и более сложных функциональных зависимостей, вычисление моментов инерции не только сфериче-

ских тел, но и тел более сложной формы. Это показывает востребованность знаний, полученных в рамках других учебных дисциплин.

Межпредметные связи с математикой и статистикой являются общими для всех моделей, так как вытекают из структуры предмета исследования и методики исследования. Специфические особенности каждой модели могут активизировать некоторые частные межпредметные связи с такими дисциплинами, как химия, биология, электротехника, теплотехника, астрономия, ракетостроение и т.д. Раскрытие межпредметных связей обогащает внутренний мир студентов, повышает уровень их общей и профессиональной компетенции.

Принцип методической обеспеченности

Одним из факторов, призванных стимулировать первоначальный интерес студента к изучаемому процессу, является методическое пособие, в котором отражается проблемная сторона будущих экспериментов. Несмотря на то, что в лабораторных работах часто рассматриваются вопросы, еще не изучавшиеся в лекционном курсе, не следует воспринимать методическое пособие по выполнению лабораторных работ как средство повышения общей эрудированности студентов. Если методическое пособие содержит большое количество дополнительной, пусть даже очень интересной, информации, это оказывает негативное влияние на целостность восприятия изучаемого материала и, как следствие, затрудняет выполнение и понимание сути работы. В то же время излишняя краткость и схематичность пособия оставляет ряд вопросов, связанных с изучаемым явлением, открытыми, вследствие чего некоторые моменты эксперимента могут оказаться не понятыми и не прочувствованными студентами.

Как и методическое пособие по выполнению натурной лабораторной работы, методическое пособие по выполнению компьютерной моделирующей работы должно содержать описание цели работы, теоретическое содержание, в котором формулируется проблема, вывод рабочих формул для обработки результатов измерений, описание установки (принципов взаимодействия с учебным программным продуктом), порядок выполнения работы и контрольные вопросы.

Теоретическое содержание методического пособия должно включать в себя определения всех базовых терминов и законов, которые используются в работе, подробное описание принципов построения физической

и математической модели, необходимые случаи решения математической модели и обсуждение результатов моделирования, а также области применения и ограничений данной модели. Вывод рабочих формул может быть приведен полностью, либо должны быть даны указания для самостоятельной работы студентов. Текст, приводимые иллюстрации и используемые обозначения должны соответствовать проектируемому программному продукту, но не воспроизводить результаты его работы. Тогда методическое пособие и компьютерная моделирующая лабораторная работа будут дополнять друг друга, составляя единый учебно-методический комплекс, создавая условия обогащения личного опыта учащегося при работе с фундаментальными физическими моделями.

Принцип аппаратной доступности

С педагогической точки зрения, выбор программных средств разработки компьютерных моделирующих лабораторных работ, как правило, не имеет решающего значения. Он определяет только тот набор технических проблем, с которыми столкнутся разработчики при реализации описанных выше принципов. Технические характеристики компьютера, на котором будет выполняться данная работа, не должны влиять на процесс и результаты изучения модели. Важно создать условия, при которых за моделирующей программой студент увидит физическое явление и перестанет воспринимать выполнение моделирующей лабораторной работы как работу на компьютере.

Для этого необходимо разработать такой интерфейс и способ общения пользователя с программой, чтобы на адаптацию к программному продукту у студента уходило как можно меньше времени. Практика применения работ показала [11], что время адаптации можно свести к 15-20 минутам. Наиболее быстро проходит адаптация при фронтальной форме выполнения первой моделирующей работы, тогда время адаптации сокращается до 7-10 минут. Достичь таких результатов позволяет использование интерфейса наиболее распространенных стандартных Windows-приложений: студенты видят знакомые элементы управления и понимают, как необходимо ими пользоваться. Интерес переключается с изучения структуры программного обеспечения на изучение физического явления или процесса.

Литература

1. Змеев С.И. Основы андрагогики: Учебн. пособие для студентов, аспирантов и преподавателей. –

В своей структуре компьютерные моделирующие лабораторные работы имеют три блока: краткое теоретическое введение, методика выполнения работы и выполнение моделирующего эксперимента. Переключение между разделами – контекстовое. В любой момент работы возможно обращение к любому из разделов, а также к полному методическому описанию, что значительно облегчает освоение новой программы студентами.

Заключение

Представленная взаимосвязь принципов педагогического проектирования компьютерных моделирующих работ является отражением опыта практической работы соавторов и анализа литературы, библиографию которой можно найти в [2, 6]. На основании данной системы принципов на кафедре Теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета разработан и введен в учебный процесс комплекс компьютерных моделирующих лабораторных работ, включающий 17 работ по таким разделам курса общей физики, как «Механика», «Жидкости и газы», «Колебания и волны», «Электричество и магнетизм» [7-11]. Комплекс активно применяется как в очном, так и в дистанционном обучении. Анонимное анкетирование более трехсот студентов, из числа выполнивших компьютерные моделирующие работы показало, что психологически и технически выпускники средних школ готовы к эмпирическому изучению теоретических моделей в виртуальной среде. Около 76 % опрошенных владеют компьютером на уровне пользователя, 12 % – на уровне системного администратора. У большинства учащихся (80 %) выполнение моделирующих лабораторных работ вызвало живой интерес. Желание выполнить еще одну моделирующую работу высказали 73 % респондентов, несмотря на то, что некоторые из них на момент опроса выполнили уже 4-5 компьютерных работ. Более 60 % студентов отметили, что после выполнения моделирующей работы полностью разобрались в изучаемом материале.

На этом основании можно полагать, что представленные взаимосвязь и содержание принципов педагогического проектирования и применения компьютерных лабораторных работ окажутся полезными для создания подобных дидактических средств и по другим учебным дисциплинам.

М., 1999. – 168 с.

2. Тихомиров Ю.В. Универсальный лабораторный практикум по курсу физики на основе компьютерных моделей // Открытое образование. – 2004. – №3. – С. 17-26.
3. Толстик А.М. Учебные компьютерные эксперименты по молекулярной физике в модели твердых шаров // Открытое образование. – 2005. – №3. – С. 19-22.
4. Ларионов В.В., Пичугин Д.В. Академические инновационные университеты в системе открытого образования: дидактические проблемы физического практикума // Открытое образование. – 2005. – №3. – С. 4-10.
5. Стародубцев В.А. Проектирование и реализация комплексов мультимедийных дидактических средств в учебном процессе вуза: Автореф. дисс...д. п. н. – Барнаул: 2004. – 44 с.
6. Стародубцев В.А. Компьютерные и мультимедийные технологии в естественнонаучном образовании: Монография. – Томск: Дельтаплан, 2002. – 224 с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2003/m15.pdf>
7. Богданов О.В., Ревинская О.Г., Филимонов С.С. Компьютерные лабораторные работы как один из способов развития интереса к изучению физики // Материалы X Всерос. Научн.-практич. конф. «Инновационные процессы в высшей школе». Краснодар. 23-26 сентября 2004 г. – Краснодар, 2004. – С. 98-99.
8. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г. Компьютерный лабораторный практикум. Цикл работ по разделу «Колебания» курса Общей физики // Материалы VIII конф. стран Содружества «Современный физический практикум». Москва. 22-24 июня 2004 г. – М., 2004. – С. 104-105.
9. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г. Об опыте разработки, методического сопровождения и применения в учебном процессе компьютерных лабораторных работ по физике // Материалы VIII междунар. конф. «Физика в системе современного образования» (ФССО-05). Санкт-Петербург. Май – июнь 2005 г. – СПб., 2005. – С. 355.
10. Ревинская О.Г., Стародубцев В.А., Федоров А.Ф. Компьютерное конструирование и исследование моделей физических систем как средство формирования системного мышления студентов вузов // Материалы XVI Междунар. конф. «Применение новых технологий в образовании». Троицк. 28-29 июня 2005 г. – Троянт, 2005. – С. 167-168.
11. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г. Роль виртуального лабораторного практикума в углубленном изучении некоторых физических явлений // Материалы XVI Междунар. конф. «Применение новых технологий в образовании». Троицк. 28-29 июня 2005 г. – Троянт, 2005. – С. 353-355.

МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СКОМПИЛИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н.С. Минасова, асп. каф. Информатики

Тел.:(3472) 737876, E-mail: minasova@mail.ru

С.В. Тархов, к.т.н., доц. каф. Информатики

Тел.:(3472) 737876, E-mail: tarkhov@mail.ru

*Уфимский государственный авиационный технический университет
<http://226307.3472.ru>*

Л.М. Тархова, к.т.н., доц. каф. Начертательной геометрии и графики

Тел.:(3472) 521377, E-mail:lala58@list.ru

*Башкирский государственный аграрный университет
<http://www.bsau.ru>*

Models of forming of individualized tutorial modules presented as compiled manuals are considered as well as approaches to tutorial process control and methods classification for tutorial data composing. A practical realization samples for various compiled tutorial modules are given.

Введение

В условиях реформирования системы образования, интеграции российской высшей школы в европейское образовательное пространство на основе принципов Болонской декларации процесс подготовки специалистов претерпевает существенные изменения – он становится непрерывным, открытым и все более индивидуализированным. Разрабатываются Государственные об-

разовательные стандарты (ГОС) нового поколения на основе кредитной системы [1], которые дают обучаемым возможность в определенных пределах самостоятельно выбирать учебные дисциплины и формировать необходимую им траекторию обучения. Обучение становится все более массовым, значительно возрастает спрос на образовательные услуги, такие как получение высшего и второго высшего образования, по-