

нили, что максимальная высота подъема воды по капиллярам намного меньше, чем средняя высота деревьев. Следовательно, механизм питания растений иной. Возникла проблема — какое явление лежит в основе питания растений. Далее ученики познакомились с явлением осмоса, изготовили демонстрационную установку и показали в расчетах возможность подъема воды по капиллярам растений за счет осмотического давления. Учащиеся научились работать с литературой, планировать и реализовывать физический эксперимент, получать аналитическое решение экспериментальных задач, сравнивать полученный результат с экспериментальными данными и приобрели практические навыки работы с физическими приборами. Студента, в свою очередь, научились работать с этой возрастной категорией школьников, получили навыки планирования работы исследовательской группы и управления подобными группами.

Для учащихся 10 класса естественно-научного профиля были предложены следующие проекты:

1. Осмос.
2. Паркур (биомеханическая модель преодоления человеком различных препятствий).
3. Гироскопы в природе и технике.
4. Экспериментальные задачи по оптике на основе «черного ящика».
5. Симметрия и законы сохранения.
6. Вода в природе (физические и химические свойства).
7. Природные оптические явления (радуга, гало, голубой цвет неба).
8. Явления переноса. Вязкое трение.

9. Легенда об Архимеде (о возможности сжигания удаленных легковоспламеняющихся объектов с помощью оптического излучения).

Результаты своей работы школьники представляют на школьных и городских научно-практических конференциях, а студенты — на научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, проходящей в апреле в ТГПУ. Но уже сейчас можно отметить повышение активности при изучении физико-математических дисциплин как у студентов, так и у школьников. Студенты с первых дней обучения знакомятся с учебным процессом в школе. При этом, имея в своем подчинении одного-двух учеников, а не весь класс, они постепенно постигают основы педагогического мастерства, овладевают экспериментальными умениями, навыками работы ручным инструментом, учатся совместно с учениками публичным выступлениям. При таком сотрудничестве параллельно решается еще ряд задач, таких, как профессиональная подготовка будущих педагогов, профориентационное определение школьников, повышение мотивации к изучению предмета, развитие коммуникативных способностей. Работа над проектом в этом случае перестает быть формальной, появляется ответственность друг перед другом. Кроме того, совместная деятельность студентов и школьников решает проблему обеспечения физического кабинета самодельным учебным лабораторным и демонстрационным оборудованием. В дальнейшем материал, собранный студентами в процессе такого сотрудничества, становится основой курсовых и дипломных работ.

Литература

1. Саяпина Н.М. Особенности совершенствования экспериментальной подготовки студентов // Актуальные вопросы преподавания физики: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза: 30 октября – 1 ноября 2002 г.). – Пенза: Изд-во ТГПУ, 2002. – 100 с.
2. Альникова Т.В., Румбешта Е.А. Организация проектно-исследовательской деятельности при обучении физике // Вестник ТГПУ. Вып. 6 (57). Сер.: Естественные и точные науки. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2006. – С. 172–174.

Поступила в редакцию 22.10.2006

УДК 378.64/69

В. А. Стародубцев

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Томский политехнический университет

Становление информационного общества и переход на двухуровневую систему высшего образования в России требуют адекватного изменения педагогических технологий и методики преподавания физики, особенно — в техническом вузе. Здесь по-прежнему курс физики является основой для последующих специальных дисциплин инженерного профиля, и в то же время возрастает его методологическая и

мировоззренческая роль для подготовки бакалавров по всем направлениям и специальностям.

Как показывает опыт вузов, уже реализующих двухступенчатую модель высшего образования, продолжает сокращаться объем аудиторных часов, реально используемых для обучения физике. Это вызывает тревогу за качество освоения образовательной программы и мобилизует профессорско-препо-

давательский состав кафедр физики на поиск и использование методов, средств и приемов организации учебного процесса, позволяющих повысить как информационное насыщение учебных занятий, так и расширить возможности для активного педагогического взаимодействия с переносом акцента на осознанную самостоятельную работу обучающихся.

В этой связи возрастает значение компьютерных составляющих в методике преподавания курса физики как в вузе, так и в профильной средней школе. Прежде всего, можно констатировать, что фактически созданы необходимые предпосылки для использования компьютеров в учебном процессе. Анкетирование студентов-первокурсников Томского политехнического университета, проводимое нами на протяжении последних лет, показывает, что более половины этого контингента имеют возможность повседневного использования компьютеров, что согласуется с данными об использовании Интернет 80 % студентов г. Томска. Произошло оснащение большинства кафедр физики технических вузов компьютерными и мультимедийными аудиториями, что позволило поднять уровень профессиональной работы лекторов и уровень лекционных демонстраций, ввести в учебный процесс кафедр физики циклы виртуальных лабораторных работ, создать компьютеризированные лабораторные стенды и тренажеры, интерактивные системы проведения практических занятий [1, 2].

Для эффективного использования информационных и программно-технических возможностей персональных компьютеров, корпоративных сетей и Интернет необходимо развивать методику их использования во всех видах занятий по курсу физики, то есть создавать методическую систему обучения физике в новых условиях. Цель данной публикации – обозначить возможные направления интеграции педагогических и компьютерных технологий применительно к курсу физики. Исходными положениями работы явились требования сохранения в преподавании физики единства экспериментальных и теоретических методов познания природы, единства в учебном процессе познания и применения знаний, единства общего и профильного обучения.

Мультимедийная лекция в физической аудитории

В современных вузах происходит формирование новой профессиональной обучающей деятельности – подготовки и чтения лекций-презентаций учебного материала с помощью аудиовизуальной техники, как минимум — компьютера и проектора. Исторически, аудитория — это помещение для *слушания* лекций (аудирования), теперь появляется возможность использования более эффективного *визуального* восприятия учебного материала. Эффективная и эффектная эргономическая визуализация способна заменить сложное, порой и неоднозначное текстовое описание объектов, понятий, образов, особенно для аксиоло-

гических определений и при первичном использовании понятий из смежных предметных областей. Именно здесь проявляется основное достоинство визуальной рецепции окружающего мира человеком — высокая скорость распознавания образов и заключенной в ней информации.

Это особенно важно для вводно-мотивационной части лекции по физике, которая может быть построена на основе визуального предъявления физических процессов и явлений с последующей постановкой проблемных вопросов, требующих интеллектуальных усилий по выявлению физического смысла. Поэтому там, где это целесообразно, текстовые описания физических объектов или процессов должны заменяться не только традиционно используемыми плакатами, рисунками, документальными фотографиями, но и компьютерной анимацией, показом документальных видеозаписей натурального эксперимента, компьютерными моделями изучаемых процессов.

Возможность интенсификации процесса обучения и повышение мотивации учения обеспечиваются за счет применения таких способов обработки аудиовизуальной информации, как [1]:

- «манипулирование» (наложение, перемещение) визуальной информацией, как в пределах поля данного экрана, так и в пределах поля предыдущего (последующего) экрана;
- контаминация (смешение) различной аудиовизуальной информации; реализация анимационных эффектов;
- деформирование визуальной информации (увеличение или уменьшение определенного линейного параметра, растягивание или сжатие изображения);
- дискретная подача аудиовизуальной информации;
- тонирование изображения;
- фиксирование выбранной части визуальной информации для ее последующего перемещения или рассмотрения «под лупой»;
- многооконное представление аудиовизуальной информации на одном экране с возможностью активизировать любую часть экрана (например, в одном «окне» — видеофильм, в другом — текст);
- демонстрация реально протекающих процессов, событий в реальном времени (видеофильм).

С педагогической точки зрения следует отметить, что системы мультимедиа обеспечивают большую свободу иллюстрирования учебного материала, чем текст. Существуют два основных толкования термина «иллюстрация»:

- изображение, поясняющее или дополняющее какой-либо текст;
- приведение примеров для наглядного и убедительного объяснения.

Первое из них более соответствует традиционному книжному учебнику, а второе – достаточно точно отражает роль иллюстраций в электронном конспекте

лектора. В нем мультимедийные средства должны быть использованы для наглядного и убедительного, то есть доступного объяснения главных, основополагающих, наиболее сложных моментов учебного материала.

Например, при рассмотрении явления интерференции света в тонких пленках могут быть сначала показаны в увеличенном виде (на лекционном экране) видеозаписи опытов с мыльным пузырем и плоской мыльной пленкой. Затем на экране необходимо показать отдельные кадры просмотренных фильмов, характеризующих последовательность изменения положений полос интерференции. После этого естественно возникает обобщение об ограничении проявления интерференции со стороны малых и больших толщин пленок. При таком подходе легче происходит перевод последующего лекционного материала в абстрагированную теоретическую форму и построение логики теории интерференции.

Основной единицей электронного конспекта лекций (ЭКЛ) является слайд или кадр визуального предоставления учебной информации. На слайдах, как правило, представляется тема лекции, основные положения, краткий текстовый комментарий. Основная часть электронного конспекта должна быть отведена авторским рисункам, схемам, фотографиям, импортированными из учебных пособий и другой доступной литературы. При этом временная последовательность построения изображения на экране должна соответствовать темпу обычного построения этих рисунков или схем мелом на доске, чтобы студенты могли успеть зарисовать иллюстрацию. В остальном сохраняется методология чтения традиционной лекции, где слово лектора и его невербальное поведение являются немаловажными факторами информирования, объяснения и убеждения обучаемых.

В качестве иллюстративного материала могут быть использованы и результаты компьютерного моделирования процессов, происходящего на глазах студентов. Примерами «живых» графиков могут быть демонстрации изменения формы статистических и спектральных распределений, линий напряженности поля системы зарядов, перехода фрактальных границ, появления бифуркаций и динамического хаоса, эффектов Доплера, Комптона и т. д. Можно также использовать анимационные модели, разработанные для электронного учебного пособия на компакт-диске.

Следует отметить, что введение в лекционный процесс ЭКЛ сопровождается риском замены сложной образовательно-воспитательной деятельности преподавателя на лекции тривиальным предъяснением текстов учебников и учебных пособий на экране видеопроектора. Не исключен легкий путь деградации лектора в диктора, озвучивающего экранные тексты. Студенты сразу отличают лектора-диктора, зачитывающего заранее заготовленную *письменную* речь, от лектора-педагога, который порождает свою *сиюминутную устную* речь в процессе чтения лекции.

Отсюда следует необходимость повышения квалификации преподавателей физики, формирования их медиакомпетентности, учитывающей умение понимать не только смыслы медиатекстов, преобразовывать информацию, уместно применять современные способы коммуникации, но и особенности психического воздействия аудиовизуальной учебной информации на эмоциональную и когнитивную сферы обучаемых.

Методика применения виртуальных лабораторных работ в курсе физики

В физическом образовании между конкретно-предметной деятельностью и абстрактно-логическим мышлением должен быть связывающий их 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 в курсе физики трудно найти альтернативу компьютерным моделирующим лабораторным работам, если их педагогическое проектирование и реализация в учебном процессе основаны на традиционных дидактических принципах и их развитии с учетом роли информационных процессов. Компьютерное моделирование, способствующее становлению теоретического понятийного аппарата и формированию концептуальных представлений по физике [3, 4], должно, по нашему мнению, стать необходимой формой познавательной деятельности студентов технических университетов.

Для каких целей создаются виртуальные лабораторные работы? Обычно отвечают — для моделирования изучаемого явления и познавательной ситуации, характерной для эмпирического метода познания.

Но, кроме того, с точки зрения подготовки инженеров — это и метод моделирования деятельности будущего специалиста, в которой формируется его научно-исследовательская компетентность. Эта сторона не менее важна, чем овладение конкретным новым знанием в процессе выполнения лабораторной работы.

Если же целью виртуального лабораторного практикума поставить «закрепление теоретических знаний на практике», когда уже все заранее известно для студента, то компьютерное моделирование вырождается в создание графических иллюстраций к лекционному материалу и/или учебнику.

Основой физического образования являются физический эксперимент и фундаментальная теория. После освоения техники и методов реального физического экспериментирования в учебных лабораториях (практические действия с материальными объектами, измерительными приборами и т.д.) студенты

могут перейти к исследованию компьютерных (виртуальных) моделей физических явлений, эффектов и процессов взаимодействия, развивая свое предметно-образное мышление и осваивая методы исследовательской деятельности. Затем должен быть этап конструирования компьютерных моделей взаимодействия объектов, доступных в рамках компьютерных конструкторов (типа Интерактивной физики, Стратум-2000 или авторских разработок). Следующим шагом на пути формирования знаний, умений и навыков применения компьютеров будет математическое моделирование физических процессов на уровне разработки математических моделей и их исследования адекватными средствами (MathCAD, Mathematica и т.п.). На завершающей стадии подготовки студенты должны освоить на уровне пользователей современное программное обеспечение (Lab View, например), предназначенное для компьютеризации физического эксперимента (учебно-исследовательского и научного). Таким образом, цикл подготовки будет завершён возвратом к основам, но на более высоком уровне освоения теории и практики. Кроме того, компьютерный виртуальный эксперимент как метод исследовательской и расчетной работы является необходимой ступенью для перехода к освоению специализированных систем проектирования — САПР. Вместе с тем появление в практике физического образования виртуальных работ не снимает необходимости освоения студентами вузов реального научно-исследовательского оборудования и методов его использования.

Формирование ориентированного на науку мышления, в частности — интегративного системного мышления, рассматривается нами как важный компонент фундаментального физического образования. Учитывая неразрывную связь внутреннего и внешнего планов деятельности, при выполнении компьютерных лабораторных работ необходимо обеспечить системные объекты исследования и систему деятельности по их исследованию. В этом плане большие возможности представляет компьютерное моделирование физических процессов как способ создания (конструирования) систем взаимодействующих объектов. Модели отдельных объектов (модель объекта 1, модель объекта 2, ..., модель объекта N) могут быть заданы компьютером (программным обеспечением), тогда как модель системы взаимодействующих объектов должна быть создана пользователем — активным участником, принимающим решения и управляющим компьютером.

Исходным пунктом будет математическая модель (описание свойств) объектов (осцилляторов, упругих шаров и т.д.). Но чтобы строить адекватные математические модели, необходимо глубоко понимать физическую природу объектов моделирования. Цель компьютерного моделирования, по нашему мнению, заключается в получении нового (для студента) знания о динамике поведения (закономерностях движе-

ния) системы взаимодействующих объектов, выявление и описание новых качеств, свойств, которых нет у изолированных объектов (отдельных элементов). Задачей компьютерного эксперимента (как средства достижения цели) становится исследование вариантов состава и структуры системы — параллельного и последовательного соединения элементов, сонаправленного и перпендикулярного движения и т.д. и установление общих, специфических и частных закономерностей, тенденций, функциональных зависимостей, свойств. Определение конкретных характеристик одного из элементов собранной модели системы может быть реализовано в связи с выявлением свойств системы (общих и специфических для отдельных объектов).

Главное, по нашему мнению, отойти от стереотипа определения частных свойств объектов (коэффициентов жесткости, модулей упругости, плотности, силы тяжести и т.д.), выражаемых числом (тензором), и перейти к установлению закономерных связей, к функциям, к тенденциям и развитию, к появлению эмерджентных свойств системы. Опора на выявление системных свойств будет формировать и системное мышление студентов. В методическом обеспечении здесь может быть использована идея содержательного конфликта: теория отдельных объектов дана, а теории поведения системы — нет. Она должна быть получена (ее элементы, по крайней мере) в результате исследовательской (частично-исследовательской) деятельности студентов при выполнении компьютерного эксперимента и анализа его результатов.

Важным дидактическим требованием к проектированию компьютерных лабораторных работ является сохранение непосредственной наглядности при выполнении компьютерного эксперимента, создающей связь виртуального процесса с реальным. Образно, с их визуальной привязкой к соответствующим элементам графического отображения процессов, должны быть представлены материализованные объекты и собранная из них система. Это создает эмоциональное восприятие конструкторов, способствует наглядно-образному мышлению. Вместе с тем параллельно должна вводиться опосредованная наглядность — предъявление динамики физической системы в виде более абстрагированного образа графических функциональных зависимостей. Комплексность представления информации позволит практически использовать и закрепить приемы предметно-образного и абстрактно-логического мышления (сопоставление, сравнение, отождествление, анализ, формализация, поиск аналогии, обобщение и т.д.). Таким путем может быть реализована развивающая функция компьютерных физических лабораторных работ как новых средств и условий приобретения знаний.

На представленной основе нами спроектированы и введены в учебный процесс компьютерные лабораторные работы по курсам общей физики и концепции

современного естествознания [1, 5]. В числе наиболее наглядных моделирующих работ предлагается исследование колебаний простой системы из двух сцепленных пружин. Состав системы изменяется путем выбора объектов, различающихся по упругим свойствам, структура системы изменяется от последовательного соединения объектов к взаимно перпендикулярному. В процессе выполнения работы внимание студентов обращается на появление кооперативных свойств, которые отсутствовали у отдельных объектов: биения, модуляция амплитуды результирующего движения, увеличение степеней свободы (повышение размерности траектории движения), затухание колебательного процесса и т.д. Несмотря на простоту исследуемой системы (а может быть, благодаря ей), наглядно и в разнообразии проявляются эмерджентные (возникающие во взаимодействии элементов) свойства физической системы. Это показывает необходимость учета системных эффектов и в других процессах (биологических, экономических, социальных и т.д.).

Проектно-ориентированная методика фронтальных лабораторных работ

Целью компьютерных практикумов по курсу физики ставится управляемое открытие новых для студентов знаний в ходе учебно-исследовательской и частично-поисковой работы при одновременном освоении методологии этих видов деятельности. Педагогическим достоинством практикумов компьютерных лабораторных работ, моделирующих физические процессы, является возможность проведения фронтальных лабораторно-практических занятий, совмещающих выполнение компьютерных лабораторных работ с элементами традиционного практического занятия (или семинара). В этом случае ликвидируется разнесение во времени процесса получения нового знания и его практического приложения. Иначе говоря, при инновационной методике проведения комплексных лабораторно-практических занятий по физике реализуется незамедлительное приложение полученных, субъективно новых знаний к измененному контексту, в других условиях, иногда даже весьма необычных.

Например, после «открытия» в виртуальной лабораторной работе формул, описывающих эффект Доплера для звуковых волн, студенты применяют их (как первое приближение) для оценки скорости движения частиц диска аккреции вокруг черной дыры по оптическим спектрам этого объекта, имеющимся в Интернете. После нахождения величины орбитальной скорости излучающих частиц оказывается возможным оценить и массу черной дыры, находящейся от нас на расстоянии в миллиарды световых лет!

Другой возможностью интеграции педагогических и информационных технологий является возможность использования элементов проектного метода обучения при организации фронтальных лабораторных работ. В развитие положения работ [6, 7] «моделируя

процессы — обучаем, обучая — моделируем профессиональную деятельность инженера», рассмотрим вариант постановки компьютерных лабораторных работ, предусматривающий составление электронной формы отчета по работе параллельно ходу учебно-исследовательских действий.

В ходе фронтального лабораторного занятия после вводно-мотивирующей мини-лекции, краткой по содержанию, образной и не требующей конспектирования, и ознакомления с планом лабораторной работы студенты начинают оформление отчета с подготовки титульного листа в текстовом редакторе MS Word, формулирования цели работы и записи основных положений (концептуальной модели исследования).

Затем выполняются задания этапов работы, полученные и представленные на экране компьютера результаты в графической форме копируются в буфер обмена, обрабатываются с использованием MS Paint и вставляются в отчет. Для набора формул, проверки размерностей и выполнения численных преобразований студенты обращаются к редактору MS Equation.

Проведение занятия предусматривает фронтальную индивидуально-коллективную работу, когда у каждого из участников имеется индивидуальное задание, из совокупности которых формируется общий учебно-исследовательский проект. Поэтому на определенном этапе занятия производится обмен полученными данными по локальной сети и в MS Excel составляется итоговая база данных. Общий результат каждый из участников представляет в виде графических функциональных зависимостей (используя «мастер диаграмм» MS Excel) и анализирует индивидуально с помощью средств математической обработки данных. В конечном счете, ориентируясь на практическое использование результатов проекта, подбираются эмпирические формулы, описывающие те или иные изученные закономерности.

На заключительном этапе преподаватель обсуждает совместно со студентами выводы и результаты занятия, фиксирует достигнутые каждым результаты и дает разрешение на копирование материалов отчетов на «флэшки» для последующего завершения отчетов во внеурочное время.

Представленная методика реализована нами, в частности, при выполнении лабораторной работы, моделирующей эффект электризации диэлектрических материалов потоком заряженных частиц, когда при определенных дозах возникает потенциальный барьер, достаточный для отражения самого заряжающего потока. При расположении слоя диэлектрика на заземленной подложке критическими параметрами являются величины кинетической энергии частиц, толщины слоя диэлектрика и распределение поверхностного заряда. Очевидно, что в данном случае легко составить большое число индивидуальных вариантов заданий и соответственно получить достаточно большой объем данных для анализа и обработки.

В работе, посвященной анализу ядерных реакций деления изотопов урана в реакторе, предусмотрен расчет выделяющейся энергии по достаточно сложной формуле. Параллельное выполнение расчетов по индивидуальным вариантам (с использованием MS Excel) позволяет получить за относительно короткое время сводную таблицу результатов, достаточную для построения функциональной зависимости, ее анализа и обоснования объяснения моделируемого явления. Во многих других компьютерных лабораторных работах, например при исследовании процессов сложения колебаний, можно составить индивидуальные задания таким образом, чтобы варьировались частоты, начальные фазы, коэффициенты затухания и другие условия виртуального эксперимента. Очевидно, что в результате не только возрастает объем анализируемой каждым из участников занятия информации, получаются более обоснованные выводы, но и разрешается противоречие между индивидуальным характером усвоения знаний и коллективным характером данной учебной (а в будущем и профессиональной) деятельности. Таким образом, новая методика выполнения компьютерных лабораторных работ, предусматривающая сетевые коммуникации в локальном варианте и индивидуально-групповую деятельность в рамках общего проекта, заметно меняет цели и содержание учебных занятий по курсу физики, приближая их к реальной производственной и социальной практике. Предлагаемый подход к выполнению лабораторных работ как мини-проектов может быть распространен и на другие учебные дисциплины.

Таким образом, наряду с достижением исследовательской цели лабораторного занятия, естественным и деятельностным путем закрепляется навык обраще-

ния к типовым компьютерным инструментальным средствам, применяемым в реальной инженерной деятельности. Отчет по лабораторной, учебно-исследовательской или выпускной работе становится индикатором достигнутой общепрофессиональной компетенции, умения работать по «бесбумажной» технологии, когда результаты работы могут быть переданы преподавателю (или другому потребителю) в электронной форме. Электронная форма отчета остается и у исполнителя — студента, пополняя его персональную электронную библиотеку. В целом закрепляется стиль деятельности, адекватный уровню общей информатизации сферы образования.

В заключение отметим, что предлагаемая методическая основа комбинированных форм проведения занятий (мини-лекция как ориентировочная основа предполагаемой деятельности — самостоятельное открытие знаний — незамедлительное применение для практических целей — индивидуально-коллективное взаимодействие — использование компьютерных средств для подготовки отчетов) позволяет:

- достигнуть активизации самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов и приблизить ее к реальным условиям (Learning by Doing);
- реализовать незамедлительное применение самостоятельно полученных знаний, когда нивелируется внутриличностный конфликт, связанный с необходимостью запастись знаниями «впрок»;
- последовательно формировать компьютерную компетентность студентов, шире — их информационно-коммуникативную культуру;
- эффективно использовать резерв учебного аудиторного времени и имеющийся в вузе аудиторный фонд.

Литература

1. 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/>
2. Баяндин Д.Я. Моделирующие системы как средство развития информационно-образовательной среды (на примере предметной области «физика»). – Пермь: Изд-во Пермского гос. техн. ун-та, 2007. – 330 с.
3. Гладун А.А. Физика как культура моделирования // Физическое образование в вузах. – 1996. – Т. 2. – № 3. – С. 56–60.
4. Ревинская О.Г., Стародубцев В.А.. Эмпирическое изучение теоретических моделей в физическом образовании // Открытое образование. – 2006. – № 5. – С. 12–21.
5. Кравченко Н.С., Ревинская О.Г., Стародубцев В.А. Комплекс компьютерных моделирующих лабораторных работ по физике: принципы разработки и опыт применения в учебном процессе // Физическое образование в вузах. – 2006. – Т. 12. – № 2. – С. 85–95.
6. Стародубцев В.А., Федоров А.Ф. Инновационная роль виртуальных лабораторных работ и компьютерных практикумов // Инновации в образовании. – 2003. – № 2. – С. 79–87.
7. Стародубцев В.А. Комбинированные формы учебных занятий: новые возможности // Инновации в образовании. – 2005. – № 4. – С. 136–140.

Поступила в редакцию 22.10.2006