ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 371.214.46

Д.В. Баяндин

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ НА НЕФИЗИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ ВУЗА В УСЛОВИЯХ ФГОС-3

Стандарты ВПО третьего поколения стимулируют преподавателя строить новые модели реализации учебных курсов и искать дополнительные инструменты, которые позволят избежать снижения качества обучения ценой его интенсификации. Рассматриваются особенности организации занятий и применяемой методики, а также элементы технологии индивидуализированного обучения физике с применением системы интерактивной компьютерной поддержки. Первые результаты дают основания для умеренного оптимизма.

Самостоятельная работа, индивидуализация обучения, информационно-образовательная среда, компьютерные модели, интерактивные тренажеры.

The third generation's educational standards encourage teachers to build new models of training courses and search for additional tools that will help to avoid reducing the quality of education at the cost of its intensification. The article considers the features of organizing classes and the methods used, as well as the elements of individualized technology of teaching physics by means of an interactive computer support system. The first results afford ground for moderate optimism.

Self-guided work, individualization of training, communicative and educational environment, computer models, interactive simulators.

Уменьшение объема аудиторных часов, выделяемых в рамках ФГОС-3 для изучения фундаментальных дисциплин, во избежание снижения качества обучения должно быть компенсировано интенсификацией всех форм аудиторной работы и повышением эффективности внеаудиторной работы. В частности, важно найти и встроить в учебный процесс новые инструменты организации самостоятельной работы студентов [9], на которую стандарты делают особую ставку. Одним из видов этих инструментов, безусловно, являются компьютерные средства поддержки обучения, способные существенно изменить структуру и возможности информационно-образовательной среды школы и вуза.

Научно-методическая периодика содержит большое число публикаций, описывающих возможности компьютерных технологий для повышения наглядности при сопровождении лекций, организации виртуального или компьютеризованного лабораторного практикума, локального или дистанционного контроля знаний, например, [2] – [6], [8]. При этом практически отсутствуют работы, в которых анализируется эффективность диалоговых компьютерных систем в плане интенсификации процесса формирования представлений, усвоения приемов решения задач и отработки соответствующих умений и навыков в индивидуальном режиме применительно к учебным курсам значительного объема. Причина в том, что электронных учебных пособий, систематически охватывающих интерактивными заданиями, например, курс физики, крайне мало. Это видно, например, из работы [7], посвященной описанию подобных систем и анализу их состава. Между тем, в условиях, когда вузовский курс физики может составлять для нефизических специальностей всего 324 часа (9 зачетных единиц), из которых более половины приходится на самостоятельную работу и экзамен(ы), любые средства интенсификации учебного процесса и методика их применения крайне важны.

Эксперимент, направленный на обновление форм организации занятий и методики их проведения с применением технологии индивидуализированных компьютерных тренингов, проводится автором в Пермском педуниверситете со студентами, обучающимися по профилю «Информационные технологии в образовании» направления подготовки 230400.62 «Информационные системы и технологии». Для компьютерной поддержки используется обучающая среда «Интер@ктивная физика», разработанная пермским Институтом инновационных технологий (http://stratum.ac.ru) при участии автора. Среда содержит около полутора тысяч виртуальных учебных объектов (ВУО), в том числе комплекс интерактивных тренажеров, предназначенных для формирования знаний, отработки умений и навыков, необходимых при решении задач, работе с приборами и оборудованием (см., например, [1]). Важно отметить, что задания тренажеров предполагают не выбор ответа(ов) из ряда предложенных или ввод числа (слова), а выполнение выверенной последовательности действий, которые обеспечиваются развитым манипуляционно-графическим интерфейсом и направляются при необходимости реакциями (подсказками) экспертной системы.

Согласно базовому учебному плану, изучение курса физики происходит в течение трех семестров.

На лекционные и практические занятия в сумме выделено 50 аудиторных часов в первом семестре, 42 – во втором, 30 – в третьем; 28 часов лабораторного практикума полностью вынесены в заключительный семестр. Объем самостоятельной работы составляет по семестрам 58, 53 и 27 часов, т.е. в первых семестрах превышает объем аудиторной.

В нашем случае освоение курса физики осложнялось тем, что:

1) в соответствии с требованиями вуза студенты сдавали экзамен ЕГЭ по информатике, а не по физике;

2) всеми, за исключением двух человек, физика изучалась в школе в объеме 1 – 2 часов в неделю.

Результат: исходный уровень знаний по физике низкий, в то время как по информатике – хороший. Поэтому параллельно с изложением вузовского курса физики нужно было решать задачу реабилитации школьной базы. Учитывая довольно высокий интеллектуальный потенциал студентов и специфику профиля вузовской подготовки, в такой ситуации логично максимально использовать возможности компьютерных обучающих технологий.

В ходе лекций использовались ВУО предметно-информационного компонента среды «Интер@ ктивная физика» – модели, анимации, видеозаписи экспериментов. Что же касается предметно-процедурного компонента – интерактивных задач, репетиторов и тренажеров, – было принято решение использовать его, в основном, в счет часов самостоятельной работы. Комплекс тренажеров поддерживает ведение электронного журнала, в котором фиксируются дата, время и продолжительность работы с тренажером, успешность выполнения каждого отдельного задания и обобщающего их теста. Система мониторинга позволяет отслеживать работу студентов и в удаленном доступе, в том числе с домашнего компьютера. Но для наблюдения за ходом тренингов, анализа его результатов и оценки эффективности работы обучающая среда была установлена в локальной сети кафедры. Студенты и преподаватель встречались в компьютерном классе в оговоренное время, что не вполне укладывается в общепринятые представления о самостоятельной работе студентов (свобода выбора места и времени занятий – или игнорирование этих занятий). Однако отметим, что возможность для студентов в ходе тренингов обмениваться своими соображениями и консультироваться с преподавателем весьма продуктивна не только с точки зрения формального результата (решил больше и лучше), но и с точки зрения психологического комфорта и формирования мотивации, поскольку появляются дополнительные игровой и состязательный мотивы.

В компьютерном классе студенты могли работать также в индивидуальном режиме с моделями и анимациями, использовавшимися на лекциях и практических занятиях. Вдобавок они получали подготовленные в MsWord файлы, содержащие визуальный ряд лекций (скриншоты работы моделей и анимаций, при необходимости пошаговые, сложные чертежи), формулировки определений и законов. Такие файлы не заменяют традиционный конспект, а дополняют его, в основном, материалом, который перенести с экрана в конспект невозможно или затруднительно. В результате при домашней работе становится возможной актуализация визуального ряда с занятий, формируется своеобразный опорный конспект.

Решение задач на практических занятиях, как правило, выполнялось традиционно, на доске. Интерактивные возможности компьютерных заданий представляется более целесообразным использовать в индивидуальном режиме. Однако в ряде тем при освоении стандартных приемов решения задач продуктивным может быть режим «мозгового штурма», когда вся группа помогает студенту, работающему у экрана. Для домашнего решения каждый студент получал индивидуальный вариант традиционных задач (за три семестра 10 модулей по 10 задач в каждом); проводились тематические контрольные работы (в трех семестрах – 5, 4 и 3 работы соответственно).

Перейдем к описанию комплекса интерактивных тренажеров, призванного помочь преподавателю в реализации деятельностного подхода и связанного с использованием этого комплекса эксперимента.

Деятельностный компонент традиционного курса физики – это операции с текстово-графической информацией, решение задач, лабораторный практикум. Но в условиях реального учебного процесса преподаватель не в состоянии детально отследить каждый шаг каждого студента при аудиторном и домашнем решении задач или при выполнении лабораторных работ, чтобы оценить правильность действий и их самостоятельность. В результате мотивированный студент учится добросовестно, немотивированный же практически всегда имеет возможность лишь имитировать учение. Мы полагаем, что продуманное использование современных компьютерных технологий, с одной стороны, способствует повышению мотивации студентов, а с другой – побуждает их не имитировать учебную деятельность, а реально осуществлять ее.

Комплекс содержит более 100 тренажеров по всем разделам курса физики; в среднем тренажер включает 10 интерактивных заданий, как правило, многовариантных (в ходе тренинга решается несколько вариантов) или многошаговых. Большинство тренажеров завершаются обобщающим тестом, состоящим из тех же заданий, но в одном случайно выбранном (сгенерированном) варианте.

Обычно тренажер представляет собой последовательность тематически связанных, обладающих содержательной преемственностью, шаг за шагом усложняющихся задач. Выполняя их, обучаемый вынужденно последовательно и самостоятельно разбирает ключевые ситуации для некоторого класса задач. Системность рассмотрения вкупе с целенаправленностью и осмысленностью манипуляций графическими и текстовыми объектами обеспечивают усвоение и фиксацию действий, связанных с ними знаний, умений и навыков, в результате чего в сознании обучаемого складывается устойчивая и ассоциативно связанная совокупность

представлений и операциональных компетентностей по изучаемой теме.

Экспертная система осуществляет пооперационный контроль действий обучаемого, генерируя контекстные реакции на ошибки, что обеспечивает индивидуализацию траектории обучения. Если система подсказок полна и методически продуманна, она гарантированно дает реальный обучающий эффект: кто быстрее, кто медленнее, студенты приходят к финишу тренажера с различным, но ненулевым уровнем освоения учебного материала, со сформированными в определенной мере знаниями, умениями и навыками. При этом для преподавателя существенно снижаются объемы рутинной работы – многократных детальных объяснений и контроля освоения каждого элемента.

При решении на компьютере интерактивных задач, при тренаже необходимых для этого умений и навыков в соответствии с учением об интериоризации алгоритм действий, «проходя через руки», легче усваивается мозгом. Компьютерная среда регламентирует на этапе тренажа необходимые шаги (дает ориентировочную основу действий), позволяет последовательно рассмотреть ключевые ситуации, пройдя их с постепенным повышением сложности заданий, оценивает правильность действий в измененных и нестандартных ситуациях, обеспечивает при необходимости возможность возврата к типовым ситуациям, реализуя цикличность процесса учения, осуществляет детальный контроль, проводит статистическую обработку результатов и отслеживает динамику развития обучаемого.

Использование такой среды обучения позволяет автоматически определять объем занятий, необходимый для каждого студента: он должен усвоить материал ценой, соответствующей его способностям и исходному уровню подготовки, путем прохождения индивидуальной траектории обучения. Отметим, что если в процессе учения обеспечено последовательное и постепенное нарастание уровня сложности, то относительно большой объем работы воспринимается легче и усваивается быстрее и надежнее, чем при выполнении немногих разрозненных заданий, содержание которых не складывается в мозгу обучаемого в систему.

Создание «интеллектуальной» обучающей системы с описанными свойствами возможно на основе технологий математического и компьютерного моделирования. Современные интерактивные задания (задачи, репетиторы, тренажеры) являются самым сложным по своему внутреннему устройству видом виртуальных учебных объектов. Они, во-первых, содержат математическую модель некоторой сущности в пределах предметной области, во-вторых, обеспечивают возможность достижения пользователем поставленной цели путем перемещения объектов, манипуляций с инструментами, графических построений и других действий; в-третьих, благодаря наличию в своей структуре экспертной системы способны распознавать по действиям пользователя логику процесса решения и оценивать его правильность.

Манипуляционно-графический интерфейс позволяет подавать на модель управляющие воздействия, оперировать изображениями объектов, фрагментами текста; строить отрезки, векторы, ломаные, окружности, углы, графики функций; измерять расстояния, углы, делать все то, что обычно делается при решении задач в тетради, – при постоянном контроле этих действий экспертной системой. Это дает возможность ставить задания на установление соответствия между текстовыми или графическими объектами, на составление фраз (определений, формулировок законов) из предложенных фрагментов; строить картины действующих на тела сил как на качественном (какие и как направлены), так и на количественном (каковы их величины) уровне, картины электрических и магнитных полей (например, проводить их расчет на основе принципа суперпозиции); строить разнообразные графики зависимостей характеристик от параметров задачи; производить сборку уравнений из фрагментов формул и знаков математических действий и т.д. Можно поставить задачу исследования того или иного эффекта на интерактивной модели с представлением результата в виде числа, графика, фразы для оценки экспертной системой.

Описанный комплекс использовался в режимах как тренинга, так и обобщающего теста по заданиям тренажера. Среда обучения содержит также тесты в общепринятом понимании: тесты самопроверки (множественный ответ, задания на соответствие), контрольные тесты (выбор единственного ответа, ввод числа или слова).

Эксперимент показал, что применение интерактивных тренажеров дает положительный эффект. Отрабатывавшиеся операции, приемы решения, типы задач, входивших в состав использованных тренажеров, в целом оказываются освоенными лучше, чем те, что объяснялись только на доске. Это видно из того, насколько успешно студенты справлялись с задачами для самостоятельного домашнего решения, задачами контрольных работ и тестами. Отчасти результат объясняется бóльшим временем, затраченным на освоение этих операций, приемов и типов задач, но в значительной степени – персональными направляющими реакциями экспертных систем, контекстно-разъясняющим характером подсказок, устраняющих недопонимание материала на индивидуальном уровне. Мы полагаем также, что индивидуальные компьютерные тренинги способствуют более надежному и долговременному усвоению материала и более осмысленному выполнению операций.

В то же время обнаружен ряд сложностей, требующих учета при реализации методики.

1. Обучаемые поначалу склонны игнорировать тексты общих встроенных пояснений к заданиям (кнопка Помощь) и тексты реакций экспертной системы на ошибочные действия, надеясь получить правильный ответ путем перебора конфигураций. Однако, как правило, интерфейс заданий допускает очень большое число конфигураций, и потому такая «тактика» бесперспективна. К тому же в рамках задания обычно предлагается решить несколько его вариантов подряд. Поэтому легче один раз разобраться в

логике решения, чем 3 – 4 раза пробираться наугад. Это приходится неоднократно объяснять обучаемым, обращать их внимание на описанную коллизию, когда, обнаружив неуспех «тактики угадывания», они начинают нервничать. Разъяснительная работа легко проводится, если преподаватель и студенты находятся в одной аудитории, но затруднена в удаленном режиме.

2. Обнаружена проблема «порогового уровня» знания материала, которое требуется для успешной работы с тренажерами. Изначально они предназначались для подготовки старшеклассников к ЕГЭ, так что предполагалось наличие ненулевых начальных знаний и сформированной мотивации. В ходе эксперимента выяснилось, что низкий входной уровень даже после объяснения решения задач на доске не всегда позволяет успешно работать с тренажерами. Был сделан вывод о желательности введения дополнительных блоков объяснений внутри тренажеров. Предполагается включить в их состав озвученные видеоролики, выполненные путем захвата изображения с монитора (например, в пакете Camtasia Studio). Ролики должны демонстрировать как технологию работы с объектами на экране, так и приемы и алгоритмы решения задач, показывать, как решается один из вариантов задания, чтобы остальные варианты обучаемый решил «по образцу».

3. На студенческой аудитории подтвержден описанный в [1] эффект «проблемы переноса» знаний, умений и навыков – с доски и тетради на экран монитора и обратно с экрана в тетрадь. Для значительной части обучаемых действия, выполняемые на доске и в тетради, не всегда воспринимаются как эквивалент действий на экране компьютера. В результате задача, успешно решавшаяся в ходе тренингов, может остаться нерешенной на контрольной работе. Ситуационные различия нивелируются дополнительными тренировками. Такие «переносы» полезны, они представляют собой одну из форм «решения задачи в измененной ситуации».

4. Знания, умения и навыки, сформированные в ходе тренингов, как и при традиционном обучении, утрачиваются со временем. Для закрепления результатов требуются цикличность тренингов, возврат к изученному материалу, его повторение перед сдачей зачетов и экзаменов. Соответственно, компьютерная среда содержит большое количество вариантов заданий, отличающихся по компоновке и форме представления материала при схожем содержании. Их использование требует значительных затрат времени со стороны обучаемых.

5. Приходится констатировать, что если в школе не были вовремя сформированы необходимые навыки, прежде всего, элементы математической культуры, которые должны закладываться в младших и средних классах, то наверстывание упущенного требует от студентов серьезных усилий, причем не меньших, а больших, чем от семи- – восьмиклассников.

В целом, по нашему мнению, возможности использования интерактивных тренингов для организации самостоятельной работы студентов заслуживают пристального внимания.

Литература

1. *Баяндин, Д.В.* Интерактивные компьютерные тренажеры в школьном курсе физики / Д.В. Баяндин, Н.Н. Медведева, Н.К. Ханнанов // Физика в школе. – 2006. – № 4. – С. 3 – 10.

2. *Гилярова, Н.М.* Ключевая роль презентации в лекционном курсе физики / Н.М. Гилярова // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т. 18. – № 2. – С. 45 – 53.

3. *Калачев, Н.В.* Проблемно-ориентированные физические практикумы в техническом университете. Опыт применения / Н.В. Калачев // Физическое образование в вузах. – 2011. – Т. 17. – № 4. – С. 17 – 23.

4. *Матвеев, О.П.* Использование компьютеризированной установки для проведения учебного исследования по оптике / О.П. Матвеев, Е.Э. Фискинд // Физическое образование в вузах. – 2011. – Т. 17. – № 2. – С. 90 – 96.

5. *Назаров, А.И.* Возможности программной среды Moodle в реализации принципа модульного обучения / А.И. Назаров // Физическое образование в вузах. – 2011. – Т. 17. – № 4. – С. 86 – 91.

6. *Третьякова, О.Н.* Применение элементов дистанционного обучения в системе дифференцированного обучения студентов технических вузов / О.Н. Третьякова // Физическое образование в вузах. – 2013. – Т. 19. – № 1. – С. 105 – 115.

7. *Ханнанов, Н.К.* Сравнительный анализ электронных изданий для подготовки к ЕГЭ по физике / Н.К. Ханнанов, Н.В. Варламов, К.Г. Чайковский // Физика в школе. – 2013. – № 1. – С. 8 – 11.

8. *Чирцов, А.С.* Новые варианты использования информационных и мультимедийных технологий для реализации непрерывного высшего профессионального образования / [А.С. Чирцов и др.] // Физическое образование в вузах. – 2012. – Т. 18. – № 1. – С. 109 – 125.

9. *Яковлева, Е.В.* Применение логических методов при формировании самообразовательной деятельности студентов / Е.М. Яковлева, Т.Г. Макусева // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2012. – № 4. – Т. 1. – С. 134 – 137.