

*Росткова Татьяна Борисовна*

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Цели высшего образования обусловлены потребностями общества на данном этапе развития и следуют из социального заказа общества учебным заведениям. Они изменяются при изменении социального заказа, который обусловлен социально-экономическим развитием общества. Раньше основной целью образования считалось формирование у студентов знания основ физики, сейчас на первом месте стоит задача развития у них навыков самостоятельного получения информации, ее анализа. В современной ситуации преподаватель перестает быть основным источником знаний, а превращается в организатора познавательной деятельности студентов. Эффективным инструментом для организации такой деятельности являются технологии обучения физике с использованием компьютера.

В настоящее время при наличии большого количества мультимедийных компьютерных пособий для школы практически нет соответствующих аналогов для ВУЗов. Для изучения теоретического курса используются электронные учебники и методические пособия, которые формально отражают текст печатных изданий. Исключение составляют пособия по физическому практикуму, которые предоставляют возможность провести виртуальную лабораторную работу. Для теоретического курса существуют программы, предназначенные для индивидуализации процесса обучения. Они позволяют студенту самостоятельно выбрать траекторию обучения, опираясь на тесто-

вую форму контроля усвоения материала. Однако известно, что усвоение теоретических знаний происходит наиболее эффективно при использовании их для решения задач. Сами по себе теоретические знания без применения к конкретным задачам просто бесполезны. Поэтому усилия должны быть сосредоточены на обучении не просто теории, а способам ее применения для решения конкретных задач.

Таким образом, необходимость создания электронных пособий для обучения способам решения задач очевидна. Основные имеющиеся в этой области проблемы состоят в следующем:

- Для обучения решению задач существует лишь ряд продуктов, которые представляют собой электронные варианты печатных изданий. Они содержат, как правило, краткую теорию и примеры решения типовых задач. То есть пользователю предлагается либо просто изучить готовое решение, либо разобраться в решении типовой задачи, затем решить задачу по образцу и занести ответ в предусмотренное поле. Такой подход практически исключает *творческий процесс* в решении задачи.

- При выборе степени подробности описания решения невозможно учесть возможности и скорость усвоения материала каждым конкретным человеком, поэтому авторы обычно опираются на средний уровень знаний учащихся. Это делает невозможным *индивидуальный подход* к обучению. Наиболее пагубно это отражается на слабых

учениках, которые предложенное решение просто не понимают.

• В случае, когда пособие содержит достаточно большой объем теоретического материала (что само по себе является неоспоримым достоинством), возникает проблема выделения из него конкретных сведений, необходимых для решения данной задачи.

Для решения этих проблем предназначен итерационный способ обучения и контроля успеваемости (ИСОК), который подразумевает подачу теоретических знаний отдельными порциями, последовательность которых определяется логикой решения конкретной задачи. Данный способ разработан для усвоения теоретических знаний, а также для приобретения практических навыков решения задач по курсу физики. Он позволяет в значительной степени автоматизировать как процесс обучения, так и процесс контроля успеваемости. Автоматизация процесса обучения позволяет учащемуся затратить на изучение конкретного фрагмента программы то количество времени, которое он сам считает необходимым. Автоматизация контроля успеваемости ставит учащихся в одинаковые условия, не зависящие от личности преподавателя.

Главным достоинством ИСОК является использование уникального обучающего алгоритма. Суть алгоритма состоит в том, что пользователю, вместо описания готово-

го решения задачи, предлагается провести решение самостоятельно, следуя предложенной схеме, отражающей логику решения. При этом он должен ответить на теоретические вопросы (какие физические законы пригодны для решения, какой вид они имеют, какой физический смысл имеет данная физическая величина), составить определение физической величины из ключевых фраз и отдельных слов, произвести алгебраические преобразования, вычислить интегралы и производные, а также произвести численные расчёты. Схемы решения разработаны для каждой отдельной задачи на основе 20-летнего опыта преподавания физики в ВУЗе и могут повторяться только в общих чертах. В качестве обязательной компоненты каждая схема включает разбор и объяснение типичных ошибок, возникающих при решении данной задачи.

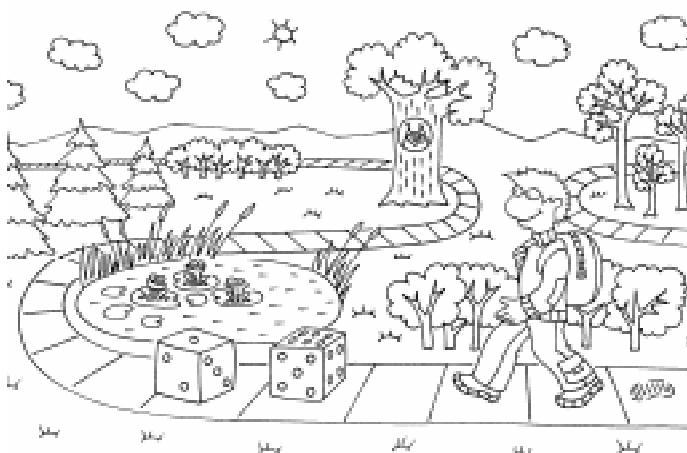
Преимущество данного алгоритма состоит в возможности реализации *индивидуального подхода к обучению*, что достигается с помощью следующих приемов:

– задачи сортируются по уровню сложности, и каждый пользователь имеет возможность самостоятельно выбрать последовательность задач для обучения, переходя от простых задач к сложным;

– гибкая система автоматических ссылок дает возможность пользователю самостоятельно устанавливать степень глубины дополнительного материала для восполнения недостающих знаний и существенно облегчает поиск требуемой информации.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОБУЧАЮЩЕГО АЛГОРИТМА

Принцип действия обучающего алгоритма основан на разбиении решения каждой задачи на ряд последовательных шагов (итераций). Значительная часть шагов алгоритма выполнена в виде тестов. На каждом шаге формулируется наводящий вопрос, отражающий логику построения решения, и предоставляется список



*Принцип действия обучающего алгоритма основан на разбиении решения каждой задачи на ряд последовательных шагов...*

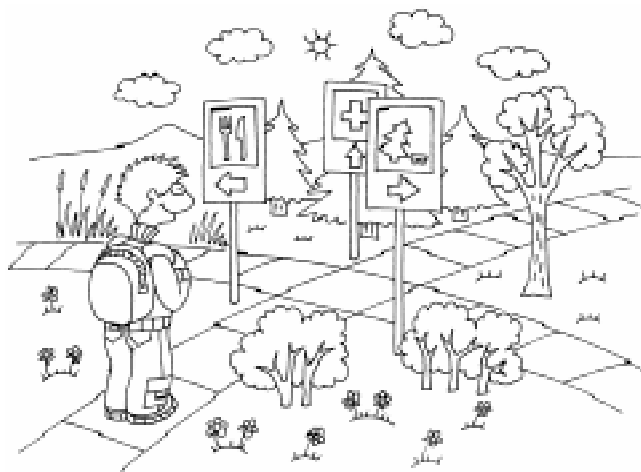
возможных ответов. При выборе конкретного неверного ответа в окне «Комментарий» выводится объяснение ошибки и/или автоматическая ссылка на справочный материал. Если ответ верен, то происходит переход к следующему шагу, либо появляется информация о том, что в наборе есть еще верные ответы, которые также следует выбрать. При одновременном выборе нескольких ответов появляется один из следующих вариантов информации:

- выбранные ответы неверны;
- среди выбранных ответов есть неверные;
- выбраны не все верные ответы.

Если выбраны все верные ответы, происходит автоматический переход к следующему шагу. Опыт показывает, что наиболее эффективным для обучения является выбор ответов по одному с последующим обращением к справочному материалу. Решение, составленное преподавателем, используется для проверки и закрепления материала. Оно становится доступным *только после выполнения последнего шага алгоритма.*

Для облегчения процесса обучения в алгоритмах заложено большое количество автоматических ссылок на соответствующие разделы теоретического курса, глоссарий и справочник. Сразу после выбора конкретной задачи на экране, помимо условия задачи, появляется снабженный ссылками список разделов, которые рекомендуется прочитать перед началом решения. В текстах почти всех вопросов содержатся ссылки, которыми можно (и нужно) воспользоваться ещё до начала ответа на вопрос. Кроме того, ссылки содержатся в текстах некоторых ответов и в обязательном порядке в комментарии. Текст лекций, глоссарий и справочник также снабжены большим количеством ссылок.

Для решения основной проблемы, которая возникает при использовании элементов классической тестовой формы контроля, заключающейся в довольно высокой вероятности случайного угадывания верных



*...в алгоритмах заложено большое количество автоматических ссылок...*

ответов, в электронном тренажере используются несколько способов:

- для каждого шага формулируются несколько верных ответов, причем предусмотрены шаги, для которых все предложенные ответы являются верными;
- при каждом новом обращении к шагу задачи (если выбранные ответы неверны или выбраны не все верные ответы) ответы случайным образом перемешиваются и позиции правильных ответов изменяются.

Для этой же цели часть шагов каждого алгоритма выполнена в виде следующих уникальных программных модулей, интегрированных в ЭТ.

### КОНСТРУКТОР ОПРЕДЕЛЕНИЙ (КО)

Данный модуль построен в форме теста и позволяет поэтапно собирать определение физической величины из ключевых фраз и отдельных слов. В тексте КО указывается физическая величина, для которой нужно составить определение, и сразу приводится автоматическая ссылка на текст лекций и/или глоссарий (например (Л1;§3;3.1) (г1)), где можно прочитать необходимую информацию. Затем на экран выводится начало определения, содержащее вопрос, согласно которому нужно дополнить определение, и серия ответов (см. рисунок 1).

При выборе одного неверного ответа в поле «Комментарий» появляется сообщение об ошибке и рекомендация прочитать со-

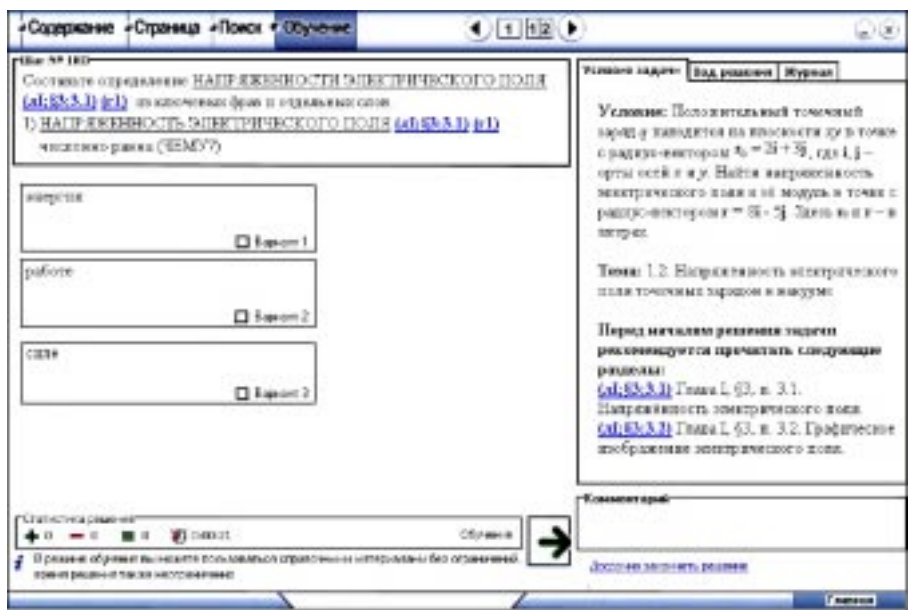


Рисунок 1.

ответствующий раздел теории с автоматической ссылкой на справочный материал (см. рисунок 2).

При одновременном выборе нескольких ответов на экран выводится один из вариантов диагностики:

- выбраны не все верные ответы,
- выбранные ответы неверны;

– среди выбранных ответов есть неверные.

При выборе всех верных ответов происходит переход к следующей части определения, в которой определение частично дописывается и формулируется следующий вопрос и серия ответов. После того как КО пройден до конца, в поле «Комментарий»

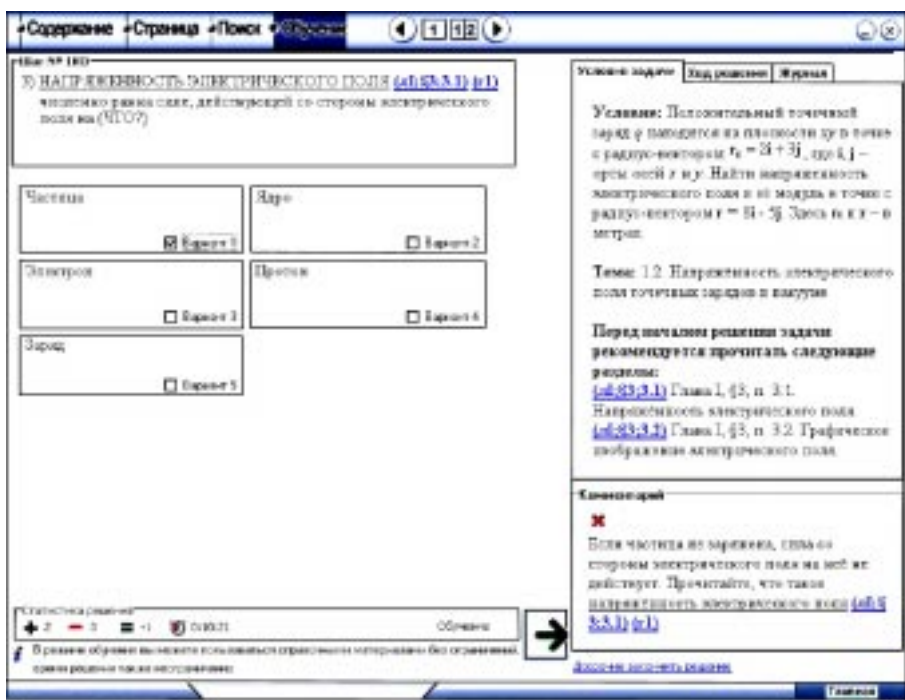


Рисунок 2.

появляется полное определение, которое также фиксируется в поле «Ход решения».

*Пример*

**Составьте определение НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ( $E$ ) из ключевых фраз и отдельных слов.**

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ( $E$ ) численно равна (ЧЕМУ?)  
Силе  
Работе  
Энергии

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ( $E$ ) численно равна силе, действующей со стороны (ЧЕГО?)  
Электрического поля  
Поля сторонних сил  
Поля Кулоновских сил  
Магнитного поля

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ( $E$ ) численно равна силе, действующей со стороны электрического поля на (ЧТО?)  
Ядро  
Частица  
Протон  
Заряд  
Электрон

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ( $E$ ) численно равна силе, действующей со стороны электрического поля на заряд (КАКОЙ?)  
Отрицательный  
Заряд электрона  
Положительный  
Точечный  
Элементарный  
Единичный

**Полное определение**  
НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ численно равна силе, действующей со стороны электрического поля на единичный положительный точечный заряд.

**КАЛЬКУЛЯТОР ФОРМУЛ (КФ)**

Данный модуль служит для самостоятельной записи формул физических законов и результатов произведенных самостоятельно алгебраических преобразований, вычислений производных и интегралов. Ин-

терфейс КФ похож на обычный калькулятор: дисплей и набор кнопок. Кнопки разбиты на несколько групп, которые содержат различные символы:

- английские буквы,
- русские буквы,
- греческие буквы,
- числа и операторы,
- функции.

Пользователю предлагается из предложенного набора символов составить выражение, определяющее формулу. КФ реализован следующим образом: все вводимые символы и функции, записываются в строку, представляющую собой вводимую формулу в специальном формате (см. рисунок 3). По мере заполнения строки формула выписывается в верхнем поле в привычном виде, используемом в учебниках. Для возможности удаления введенных функций и групп символов, используются клавиши «Удалить» (удаляет последний символ) и «Очистить» (удаляет запись из всей строки).

**КАЛЬКУЛЯТОР ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТОВ (КЧР)**

Данный модуль используется для получения численного ответа и имеет три поля проверки: «Число», «Порядок» и «Размерность» (см. рисунок 4).

Входные данные для КЧР выбираются случайным образом из определенного набора значений. Наличие блока вариации входных параметров задач позволяет получить от 100 до 10000 различных численных ответов для каждого КЧР, что делает каждое решение уникальным. Результат расчетов должен быть правильно округлен до заданного количества значащих цифр, представлен в форме «число с порядком» и записан с размерностью (можно с приставками кило-, Мега- и т. д.). Справа от цифровых клавиш располагается поле черновика, где при необходимости можно записать вычисляемое выражение и результаты выполнения отдельных действий. Для ответа задается базовая размерность в системе СИ. После определения численного значения для



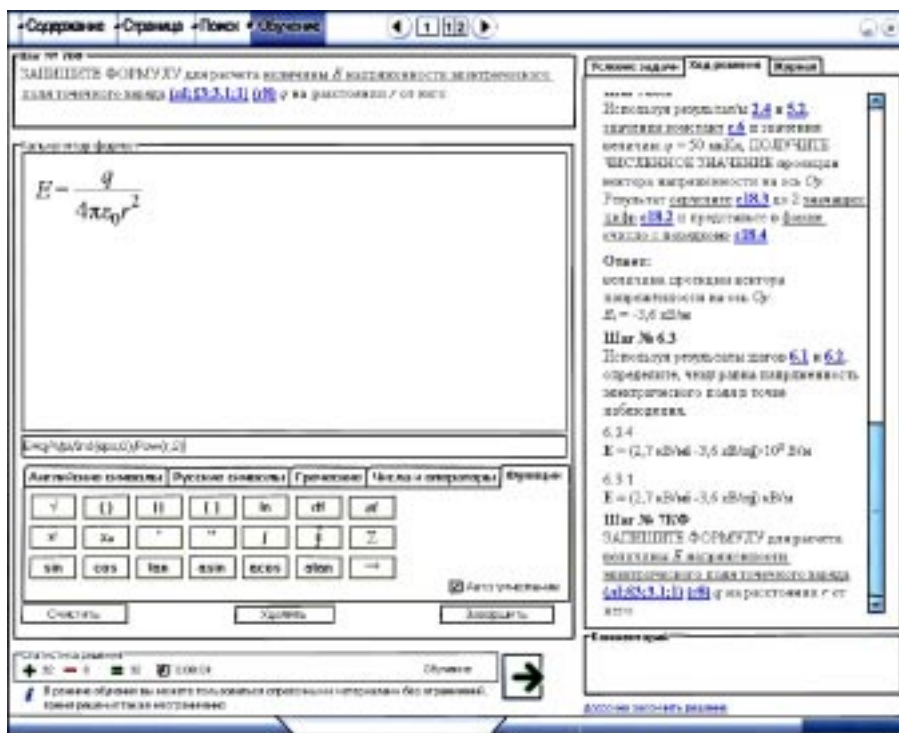


Рисунок 3.

него вычисляется базовый порядок в системе СИ, а также все возможные пары порядок-размерность. Например, значение ответа «3600 Дж» может быть записано в виде  $3.6 \cdot 10^3$  Дж,  $3.6 \cdot 10^0$  кДж,  $3.6 \cdot 10^{-3}$  МДж,  $3.6 \cdot 10^6$  мДж и т. д.

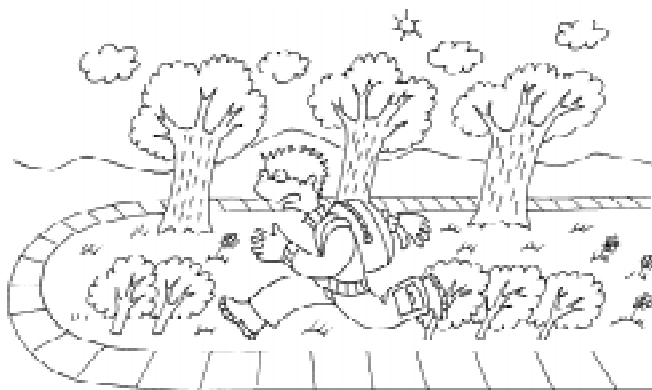
Навыки работы с численными значениями физических величин, их порядками и размерностями совершенно необходимы при обработке результатов физических экспериментов.

Базовая схема алгоритма содержит следующие шаги:

- процессы, которые рассматриваются в задаче;
- выбор физических законов, описывающих данное явление или процесс (словесная формулировка и/или формулы);
- самостоятельная запись формул, описывающих физические законы, физические величины, результаты собственных аналитических выкладок;
- численные расчеты.

Базовая схема дополняется шагами, отражающими логику решения конкретной задачи. Полная схема алгоритма содержит от 8 до 25 шагов.

ИСОК реализован в форме электронного тренажера (ЭТ) по теме «Электричество» для студентов второго курса ВУЗов, который может использоваться для самостоятельной и аудиторной работы. ЭТ содержит полный текст лекций по курсу, глоссарий (свыше 500 наименований), справочник, а также 46 задач. Большинство задач взято из учебного пособия Иродова И.Е. «Задачи по общей физике». В глоссарий включе-



*Время решения в данном режиме ограничено.*

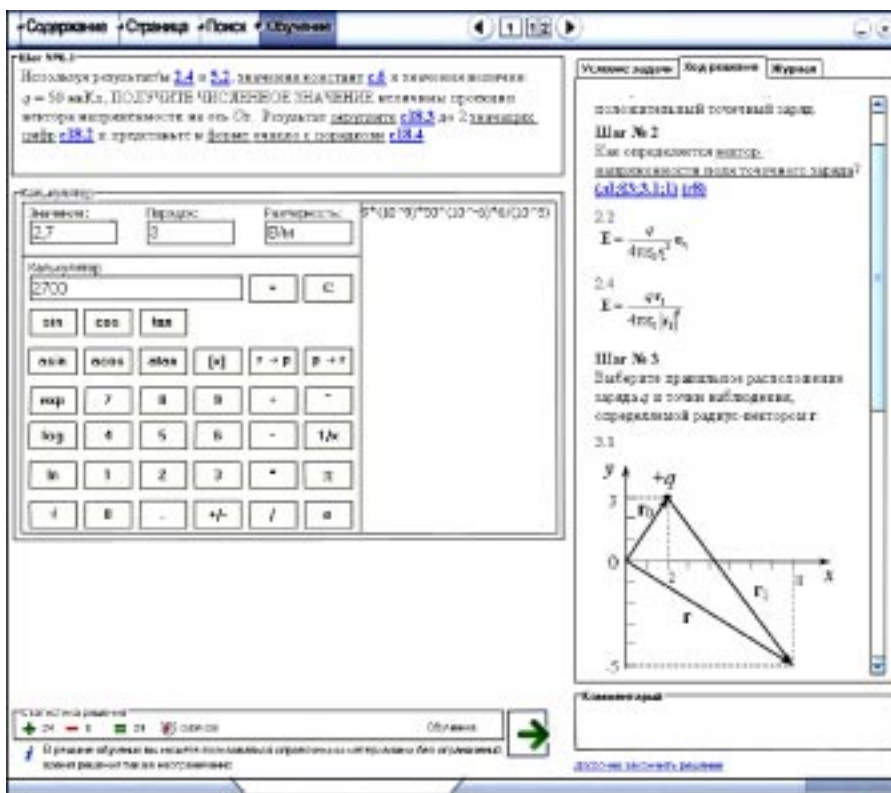


Рисунок 4.

ны формулировки физических законов, формулы, описывающие физические законы, относящиеся к курсу «Электричество», а также элементы знаний, рассмотренные в предыдущих курсах физики (перемещение, скорость, работа силы, законы сохранения и т. п.), которые необходимы для решения задач. Справочник содержит таблицы физических констант, сведения из разделов математики, способы представления и округления результата и т. п.

ЭТ допускает два режима работы: «Режим обучения» и «Режим контроля».

- Режим обучения является базовым и предназначен для обучения решению задач, а также для усвоения основных теоретических знаний. В режиме обучения можно пользоваться справочными материалами без ограничений, время решения также не ограничено.

- Режим контроля служит для проверки знаний. В этом режиме можно воспользоваться справочными материалами не более 3-х раз. Исключение составляют ссылки на справочник из калькулятора числен-

ных расчетов (значения физических констант, способы округления), которыми можно пользоваться неограниченно. Время решения в данном режиме ограничено. По окончании контрольного времени и/или наборе максимально допустимого количества штрафных баллов задача автоматически завершается. При успешном прохождении задачи подсчитывается общее количество набранных баллов и выставляется отметка по 5-бальной системе.

Программная реализация ЭТ выполнена на базе программы SST Publisher, разработанной ООО «ССТ-Технология хаоса», предназначенной для издания на CD и DVD электронных книг, учебных пособий и т. п. Она позволяет осуществлять поиск информации по текстовому содержанию, а также печатать нужные страницы документов с высоким качеством. При этом CD и DVD диски работают без установки дополнительного программного обеспечения на компьютер. В комбинации с одним из вариантов защиты StarForce программа позволяет защитить издания от несанкционированного

копирования. В настоящее время ЭТ представлен на CD диске. В дальнейшем планируется разработка версии для использования в Интернет.

Демо-версия продукта, содержащая часть лекционного курса и 3 задачи, выложена на сайте [www.controlchaostech.com](http://www.controlchaostech.com). Помимо режимов «Режим обучения» и «Режим контроля», она содержит «Режим тестирования». Данный режим введен для удобства ознакомления с продуктом. В рыночной версии тренажера он отсутствует. В этом режиме предусмотрена клавиша «Skip», которая позволяет пролистать алгоритм решения задачи как вперед, так и назад до любого требуемого места с помощью стрелок счетчика шагов, расположенного рядом с ней. Кроме того, выбор клавиши «Skip» (поставить галочку слева от клавиши) дает возможность при выборе любого ответа, в том числе и неверного, перейти к следующему шагу. Для этого нужно нажать клавишу с

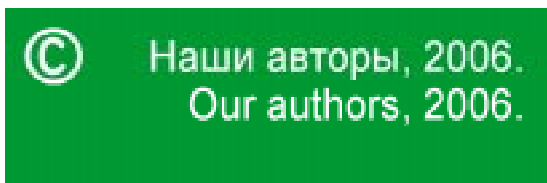
зеленой галочкой, а затем с зеленой стрелкой. При этом верный ответ появляется на вкладке «Ход решения». Например для облегчения ознакомления с работой калькуляторов нужно набрать на калькуляторе любой символ, перейти на следующий шаг, прочитать верный ответ на вкладке «Ход решения», затем вернуться обратно и набрать его на калькуляторе.

Высокая эффективность использования ЭТ в процессе обучения подтверждена результатами педагогических экспериментов, проведенных в Обнинском Государственном Техническом Университете Атомной Энергетики и Калужском Государственном Педагогическом Университете в прошлом году. В настоящее время ЭТ используется в учебном процессе этих ВУЗов.

В дальнейшем предполагается разработать полный комплект тренажеров по всем разделам физики, а также создать Интернет-версию для дистанционного образования.

## Литература

1. Т.Б. Росткова. Итерационный способ обучения решению задач и контроля успеваемости (ИСОК) / Материалы XV Международной конференции «Применение новых технологий в образовании». Троицк, 2004. С. 325.
2. Т.Б. Росткова, И.С. Чинарѳв. Демонстрационный вариант Итерационного Способа Обучения и Контроля (ИСОК) / Материалы XV Международной конференции «Применение новых технологий в образовании» Троицк, 2004. С. 324.
3. Т.Б. Росткова, Ю.А. Щѳголев. Дополнительный программный модуль «Программа перестановки ответов» для электронного решебника по физике, основанного на итерационном способе обучения и контроля / Материалы XVI Международной конференции «Применение новых технологий в образовании». Троицк, 2005. С. 169.
4. Т.Б. Росткова, Ю.А. Щѳголев. Дополнительные программные модули для электронного решебника по физике, основанного на итерационном способе обучения и контроля / Материалы XVI Международной конференции «Применение новых технологий в образовании». Троицк, 2005. С. 170.
5. Т.Б. Росткова, К.В. Моисеев, А.В. Артюхов. Электронный тренажер для обучения физике / Материалы XVII Международной конференции «Применение новых технологий в образовании» Троицк, 2006. С. 215.
6. Т.Б. Росткова, И.С. Чинарѳв. Электронное пособие для обучения решению физических задач на основе итерационного способа обучения и контроля успеваемости (ЭПИСОК) / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610983, 2005.
7. Т.Б. Росткова, Ю.А. Щѳголев. Электронный решебник по физике раздел «Электричество», часть I / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005610984, 2006.



**Росткова Татьяна Борисовна,**  
*кандидат физико-математических наук, доцент Обнинского Государственного технического университета атомной энергетики (ИАТЭ).*